

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ



**Διερεύνηση του Ρόλου της Ανάδυσης του Νοήματος στις
Σχεδιαστικές Διεργασίες στους Χώρους των Αυτόνομων
Συστημάτων και των Τεχνητών Περιβαλλόντων**

Διδακτορική διατριβή

Αργύρη Ι. Αρνέλλου

Ιανουάριος 2007

*στους γονείς μου, Γιάννη και Καίτη
στον αδερφό μου Μιχάλη
στη σύντροφό μου Λία*

Πίνακας Περιεχομένων

<i>Πρόλογος και Ευχαριστίες</i>	9
<i>Εισαγωγή</i>	11
Συνοπτική Περιγραφή των Κεφαλαίων της Διατριβής	15
Συνεισφορά στην Ερευνητική Περιοχή	18
1 – Το Νόημα στη Φιλοσοφία	20
1.1 Το Νόημα και η Φιλοσοφία της Γλώσσας	20
1.2 Το Νόημα και η Φιλοσοφία της Νόησης	22
1.3 Διαμορφώνοντας το Εσωτερικό του Γνωστικού Πράκτορα	25
1.3.1 Αντί-συμπεριφερσιολόγοι και Εσωτερισμός	25
1.3.2 Εξωτερισμός (Externalism)	26
1.3.3 Επιστημολογικός Εξωτερισμός	27
1.3.4 Μεταφυσικός Εξωτερισμός και οι Ενστάσεις των Εσωτεριστών	28
1.4 Διαμορφώνοντας το Εξωτερικό του Πράκτορα	30
1.4.1 Αίσθηση και Αναφορά	30
1.4.2 Από την Οπτική Τρίτου Προσώπου στην Οπτική Πρώτου Προσώπου	31
1.5 Σύνοψη και Συμπεράσματα	32
2 – Νόημα και Πληροφορία στα Πλαίσια της Γνωστικής Επιστήμης	34
2.1 Η Σχέση Νοήματος και Πληροφορίας	34
2.1.1 Η Θεωρία Πληροφορίας του Shannon	35
2.1.2 Συντακτική, Σημαντική και Πραγματική Διάσταση της Πληροφορίας	36
2.2 Κογνιτιβισμός και το Υπολογιστικό Πλαίσιο (Computationalism) – Αναπαραστάσεις, Νόημα και Πληροφορία στη Θεώρηση του Γνωστικού Πράκτορα ως Επεξεργαστή Πληροφοριών	38
2.2.1 Η Φύση των Αναπαραστάσεων	38
2.2.2 Η Ταύτιση της Πληροφορίας με την Έννοια της Αναπαράστασης στο Υπολογιστικό Πλαίσιο	40
2.2.3 Το Συνολικότερο Πλαίσιο της Υπολογιστικής Προσέγγισης στη Γνωστική Διεργασία	41
2.2.3.1 Η Υπόθεση του Φυσικού Συστήματος Συμβόλων	41
2.2.3.2 Αναπαραστάσεις σε Ένα Αλγοριθμικό Πλαίσιο της Νόησης	41
2.2.4 Ενστάσεις στον Κογνιτιβιστικό/Υπολογιστικό Πλαίσιο και οι Βασικές Προσπάθειες Απάντησης	43
2.2.4.1 Το Σημασιολογικό Περιεχόμενο δεν Είναι Ενδογενές του Συντακτικού	43
2.2.4.2 Η Γνωστική Διεργασία δεν Είναι Περιγραφή Αιτιωδών Σχέσεων	45
2.2.5 Η Αποτυχία του Κογνιτιβιστικού/Υπολογιστικού Πλαισίου να Εξηγήσει τη Φύση των Αναπαραστάσεων	46
2.3 Κοννεξιονισμός – Αναπαραστάσεις, Νόημα και Πληροφορία στη Θεώρηση του Γνωστικού Πράκτορα ως Συνεκτικό Δίκτυο Νευρώνων	47
2.3.1 Τι είναι ο Κοννεξιονισμός (Connectionism)	47
2.3.2 Βασικές Διαφορές από το Υπολογιστικό Πλαίσιο	48
2.3.3 Το Λογικό Αδιέξοδο των Υποσυμβολικών Αναπαραστάσεων	49
2.3.4 Συνεκτικά Συστήματα και Εσωτερικά Αποδιδόμενο Σημασιολογικό Περιεχόμενο	50
2.3.5 Συνεκτικά Συστήματα και Εξωγενώς Αποδιδόμενο Σημασιολογικό Περιεχόμενο	51
2.3.6 Υπέρθωση της Πληροφορίας - Superposition of Information	52
2.3.7 Τα προβλήματα του Υπολογιστικού Πλαισίου Παραμένουν	52
2.4 Εξελικτικά και Αιτιολογικά Πλαίσια Προσέγγισης της Γνωστικής Διεργασίας	53
2.4.1 Λειτουργία και Φυσική Επιλογή στο Εξελικτικό Πλαίσιο της Millikan	53

2.4.1.1	Άμεσα Κατάλληλη Λειτουργία	53
2.4.2	Millikan και Ιεραρχικές Αναπαραστάσεις	54
2.4.3	Η Αποτυχία της Millikan να Εξηγήσει την Εμφάνιση του Σημασιολογικού Περιεχομένου	55
2.4.4	Εννοιολογικά Προβλήματα με την Θεώρηση της Millikan για τη Φυσική Επιλογή	55
2.4.5	Αιτιολογικά Πλαίσια Προσέγγισης της Γνωστικής Διεργασίας	57
2.4.5.1	Η Θεωρία του Σημασιολογικού Περιεχομένου του Dretske	58
2.5	Δύο Βασικά Προβλήματα της Αναπαράστασης στα Κογνιτιβιστικά Πλαίσια	59
2.5.1	Το Πρόβλημα της Αγκίστρωσης/Θεμελίωσης των Συμβόλων (The Symbol-Grounding Problem)	59
2.5.1.1	Τα Προβλήματα της Λύσης του ΠΑΣ από τον Harnad	60
2.5.1.2	Γενικότερα Προβλήματα που Πηγάζουν από το ΠΑΣ	60
2.5.2	Το Πρόβλημα Πλαισίου (The Frame Problem)	61
2.5.2.1	Ποιο είναι το Πρόβλημα Πλαισίου	61
2.5.2.2	Μορφή και Περιεχόμενο των Αναπαραστάσεων στο Πρόβλημα Πλαισίου	62
2.5.2.3	Το Πρόβλημα Πλαισίου ως Απόρροια του Προβλήματος Αγκίστρωσης Συμβόλων	62
2.5.2.4	Η Υπέρθυση της Πληροφορίας στη Σωστή Κατεύθυνση Επίλυσης του ΠΠ	63
2.5.2.5	Το ΠΠ δεν έχει Επιλυθεί	63
2.6	Μια Συνολική Κριτική Στην Κωδικοποιημένη Φύση του Αναπαραστασιακού Περιεχομένου	64
2.6.1	Οι Κωδικοποιήσεις δεν Είναι Αναπαραστάσεις	64
2.6.2	Σημασιολογικό Περιεχόμενο του Παρατηρήτη	65
2.6.3	Μοφοτροπικό, Συνεκτικό και Αναλογικό Σημασιολογικό Περιεχόμενο	66
2.6.4	Η Πιθανότητα του Λάθους για το Αναπαραστασιακό Περιεχόμενο	67
2.6.5	Η Δυνατότητα Εσωτερικού Εντοπισμού του Λανθασμένου Αναπαραστασιακού Περιεχομένου	68
2.6.6	Νατουραλισμός - Η Θετική Επιρροή των Εξελικτικών και Αιτιολογικών Μοντέλων	68
2.7	Σύνοψη και Συμπεράσματα	70
3	– Η Γνωστική Διεργασία υπό το Πρίσμα του Γενικότερου Πλαισίου της Κυβερνητικής 2^{ης} Τάξης και της Αυτό-Οργάνωσης	73
3.1	Νόημα Μέσω Δράσης και Όχι Μέσω Παρατήρησης	73
3.2	Το Πλαίσιο της Αυτοποίησης (Autopoiesis)	74
3.2.1	Η Γνωστική Διεργασία Μέσα από το Πρίσμα της Αυτοποίησης ή (Αυτοποίηση και Νόηση) ή (Αυτοποίηση και Γνωστική Διεργασία)	77
3.2.2	Αυτοποίηση και Αυτονομία	78
3.3	Κυβερνητική 2^{ης} Τάξης και Γνωστική Διεργασία	79
3.3.1	Διάκριση και Παρατήρηση στην Κυβερνητική 2 ^{ης} Τάξης	82
3.3.2	Γνωστική Διεργασία και Περιβάλλον	86
3.3.3	Το Συνολικότερο Πλαίσιο της Αυτό-Οργάνωσης	88
3.3.3.1	Αυτό-Παραγωγή	88
3.3.3.2	Αυτό-Συναρμολόγηση και Αυτό-Διατήρηση	88
3.3.3.3	Αυτό-Ρύθμιση και Αυτό-Κατευθυντικότητα	89
3.3.3.4	Προβλεπτικά Συστήματα	89
3.3.3.5	Κλειστότητα στην Αιτία Αποτελεσματικότητας και Αυτοποίηση	89
3.3.4	Αυτό-Οργανωτικά Συστήματα και το Φαινόμενο της Αυτό-οργάνωσης	90
3.3.4.1	Κυκλική Σχέση Αιτίου-Αιτιατού, Αυτό-Αναφορά και Ιδιοσυμπεριφορά	92
3.3.5	Θεωρία Δυναμικών Συστημάτων και Μοντελοποίηση της Νόησης (Γνωστικής Διεργασίας)	93
3.3.5.1	Η Σύγκριση του Van Gelder Μεταξύ Δυναμικών και Υπολογιστικών Συστημάτων	93
3.3.5.2	Η ΔΘΣ ως Μοντέλο της Γνωστικής Διεργασίας	95
3.3.5.3	Αδυναμίες και Μειονεκτήματα της ΘΔΣ σε Σχέση με τη Γνωστική Διεργασία	96
3.3.5.3.1	Το Λάθος της Σύνδεσης της ΘΔΣ με το Συνεκτικό Πλαίσιο	97
3.3.5.4	Αναπαραστάσεις στα Μοντέλα Δυναμικών Συστημάτων	98
3.4	Σύνοψη και Συμπεράσματα	99
4	- Η Ανάγκη για τη Θεώρηση Ενός Νέου Είδους Αναπαραστάσεων	101

4.1	Ανάδυση και Νατουραλισμός Αντί Αναγωγισμού	101
4.1.1	Ανάδυση ή Επιφαινομενικότητα	103
4.1.2	Η Έννοια της Ανάδυσης	105
4.1.3	Βασικά Χαρακτηριστικά της Ανάδυσης	106
4.1.3.1	Ασθενής Ανάδυση	106
4.1.3.2	Συγχρονική Ανάδυση και τα Είδη μη-Αναγωγικότητας	107
4.1.3.3	Συνοχή	109
4.1.4	Καταρχόμενη Σχέση Αιτίου-Αιτιατού	112
4.1.4.1	Ισχυρή ΚΣΑΑ	113
4.1.4.2	Μέτρια ΚΣΑΑ	113
4.1.4.3	Ασθενής ΚΣΑΑ	114
4.1.4.4	Μια Υβριδική Ερμηνεία της ΚΣΑΑ	114
4.1.5	Η Διαχρονική Ανάδυση – Diachronic Emergence	117
4.1.6	Ο Ρόλος του Περιβάλλοντος στην Ανάδυση	118
4.1.6.1	Αναλογικά-ωθούμενη Ανάδυση	119
4.1.6.2	Ψηφιακά-ωθούμενη Ανάδυση	120
4.1.7	Η Επιφαινομενικότητα του Κλασσικού και Εξελικτικού/Αιτιολογικού Λειτουργισμού (functionalism)	121
4.1.7.1	Επισυμβαίνοντα εναντίον Νατουραλισμού	122
4.1.7.2	Η Αποτυχία Υποστήριξης Κανονιστικής Λειτουργικότητας στον Κλασσικό Λειτουργισμό	123
4.1.7.3	Η Επιφαινομενικότητα της Κατάλληλης Λειτουργίας της Millikan	124
4.1.7.4	Η Επιφαινομενικότητα της Λειτουργικότητας του Dretske	126
4.2	Ενσωμάτωση και Ενσωματωμένη Γνωστική Διεργασία	126
4.2.1	Η Θεώρηση της Ενσωμάτωσης	127
4.2.2	Βασικά Χαρακτηριστικά της Ενσωματωμένης Γνωστικής Διεργασίας	128
4.2.2.1	Γενικά Χαρακτηριστικά της ΕΓΔ	129
4.2.2.2	Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά της ΕΓΔ	129
4.2.2.2.1	Ένθεση	129
4.2.2.2.2	Εξάρτηση από το χρόνο	131
4.2.2.2.3	Μη-Υπολογιστική και Μη-Αναπαραστασιακή Φύση της ΕΓΔ	132
4.2.2.2.4	Βιολογικό Υπόστρωμα	133
4.2.3	Ποικιλία Ειδών Ενσωμάτωσης	133
4.2.3.1	Ενσωμάτωση ως Δομική Σύζευξη	134
4.2.3.2	Ιστορική και Φυσική Ενσωμάτωση	134
4.2.3.3	Οργανισμική Ενσωμάτωση και Αυτονομία	135
4.3	Η Ανάγκη για Ένα Νέο Είδος Αναπαραστάσεων	136
4.3.1	Απόρριψη των Αναπαραστάσεων στο Γενικότερο Πλαίσιο της Κυβερνητικής 2 ^{ης} Τάξης	137
4.3.1.1	Αυτοποίηση - Εξωτερικές Παρενοχλήσεις αντί Αναπαραστάσεων	137
4.3.1.2	Κονστρουκτιβισμός και Ριζοσπαστικός Κονστρουκτιβισμός- Κατατάξεις αντί Αναπαραστάσεων	138
4.3.1.3	ΘΔΣ και ΕΓΔ – Νοημοσύνη Χωρίς Αναπαραστάσεις	139
4.3.2	Προβλήματα της Απόρριψης Αναπαραστάσεων	140
4.3.3	Η Ανάγκη Θεώρησης Αναδυόμενων και Ενσωματωμένων Αλληλεπιδραστικών Αναπαραστάσεων	142
4.3.4	Ένα Χαρακτηριστικό Παράδειγμα Δυσκολίας του Αναγκαστικού Υπολογισμού του Νοήματος	146
4.4	Σύνοψη και Συμπεράσματα	151
5	- Το Συστημικό-Σημειωτικό Πλαίσιο Δημιουργίας και Εξέλιξης της Αυτονομίας Μέσω Ανάδυσης του Νοήματος	154
5.1	Συστημική Περιγραφή της Έννοιας της Αυτονομίας και των Γενικών Χαρακτηριστικών των Αυτόνομων Συστημάτων	154
5.1.1	Ασθενής και Ισχυρή Αυτονομία	155
5.1.2	Αυτονομία και Προσδοκία (Anticipation)	156
5.1.3	Αυτονομία και Λειτουργικότητα	157
5.1.4	Αυτονομία και Συνοχή	159

5.1.5	Διεργασιακή και Αλληλεπιδραστική Κλειστότητα _____	162
5.1.6	Από το Επίπεδο Βασικής Αυτονομίας στην Αυτονομία της Προσαρμογής και της Προσαρμοστικότητας Μέσω Ανάπτυξης Εξελικτικών Γνωστικών Διεργασιών _____	164
5.2	Σημαντικά Προβλήματα στην Αυτονομία της Αυτοποίησης _____	167
5.2.1	Η Απολυτότητα της Αυτοποιητικής Τομής _____	168
5.2.2	Αυτοποιητικός Δυισμός και η Απεξάρτηση από τις Θερμοδυναμικές Απαιτήσεις _____	169
5.3	Ένα Πλαίσιο Εξέλιξης της Αυτονομίας ενός Συστήματος Μέσω Διαρκών Λειτουργικών Ενδο-Διαμορφώσεων και Αλληλεπιδραστικής Ανάδυσης του Νοήματος 170	
5.3.1	Βασική Αυτονομία _____	175
5.3.1.1	Από την Μοντελοποίηση Βασισμένη στην Ύλη και τα Σωματίδια στην Μοντελοποίηση Βασισμένη στις Διεργασίες _____	175
5.3.1.2	Αυτό-Οργάνωση και Χημική Αυτό-Διατήρηση _____	177
5.3.1.3	Από τη Χημική Αυτό-Διατήρηση στην Αναδρομική Αυτό-Διατήρηση _____	179
5.3.1.4	Αναδρομική Αυτό-Διατήρηση και Λειτουργικότητα Μέσω Δυναμικών Προϋποθέσεων 181	
5.3.2	Βασική Αυτονομία και Διαμόρφωση Συνόρου _____	186
5.3.2.1	Έσω-Εξω Ασυμμετρία Μέσω Διαμόρφωσης Συνοριακής Μεμβράνης _____	186
5.3.2.2	Ο Ρόλος και η Φύση του Συνόρου _____	188
5.3.3	Από τη Βασική Αυτονομία στη Γνωστική (Επιστημική) Τομή _____	190
5.3.3.1	Η Συμπληρωματικότητα Μεταξύ Ύλης και Συμβόλων _____	190
5.3.3.2	Γνωστική Τομή και Μετρήσεις _____	194
5.3.3.3	Απόπειρες Αποφυγής της Γνωστικής Τομής _____	197
5.3.4	Γεφύρωση της Γνωστικής Τομής Μέσω Δυισμού Κώδικα _____	200
5.3.4.1	Συμπληρωματικότητα Μεταξύ Δυναμικών Διεργασιών και Συμβολικών Δομών – Η Σημσιολογική Κλειστότητα του Pattee _____	200
5.3.4.2	Μακροχρόνια Διατήρηση της Αυτονομίας Μέσω Πληροφοριακών Αναπαραγωγικών Διεργασιών Ύλης-Συμβόλου _____	203
5.3.4.3	Η Ανεπάρκεια της Θεώρησης της Συμπληρωματικότητας Ύλης-Συμβόλου _____	207
5.3.4.4	Δυισμός Κώδικα και Σημειωτική Κλειστότητα _____	209
5.3.4.5	Αλληλεξάρτηση Αναλογικού και Ψηφιακού Κώδικα _____	214
5.3.4.5.1	Αναλογικό Έναντι Ψηφιακού _____	214
5.3.4.5.2	Πλεονεκτήματα των Ψηφιακών Κωδικών _____	215
5.3.4.5.3	Αλληλεξάρτηση μεταξύ Αναλογικού και Ψηφιακού _____	216
5.3.5	Από τη Βασική Αυτονομία στις Γνωστικές Διεργασίες Μέσω της Ανάδυσης Αλληλεπιδραστικών Αναπαραστάσεων _____	217
5.3.5.1	Διαμόρφωση Γνωστικού Πράκτορα και ο Ρόλος της Αλληλεπίδρασης _____	217
5.3.5.2	Η Ανάδυση Αλληλεπιδραστικών Αναπαραστάσεων _____	219
5.3.6	Δυναμικές Προσδοκίες και Ανάπτυξη Γνωστικών Ικανοτήτων _____	223
5.3.6.1	Δυναμικές Προσδοκίες και Κανονιστική Αξιολόγηση _____	225
5.3.6.2	Δυνατότητα Αυτό-Κατεύθυνσης _____	227
5.3.6.3	Αυτό-Κατευθυνόμενη Μάθηση Μέσω Προσδοκιών _____	228
5.3.7	Σημειωτικές Διεργασίες ως Οχημα των Αναδυόμενων Αναπαραστάσεων ενός Αυτόνομου Συστήματος _____	230
5.3.7.1	Η Ανάγκη Θεώρησης (Εισαγωγής) των Σημειωτικών Διεργασιών _____	230
5.3.7.2	Το Πλαίσιο των Σημειωτικών Διεργασιών του Peirce _____	233
5.3.7.2.1	Μορφή και Νόημα _____	236
5.3.7.2.2	Εικονίδια, Δείκτες και Σύμβολα _____	237
5.3.7.3	Σημειωτικές Διεργασίες ως Αναδυόμενα Φαινόμενα _____	241
5.3.8	Ανάδυση Νοήματος Μέσω Σημειωτικών Διεργασιών Αλληλεπίδρασης _____	243
5.3.8.1	Κανονιστικότητα και Λειτουργία πριν από την Εμφάνιση Σημείων και Αναπαραστάσεων _____	245
5.3.8.2	Ελάχιστη Αλληλεπιδραστική Αναπαράσταση _____	246
5.3.8.3	Η Ανάδυση των Αντικειμένων της Αναπαράστασης _____	252
5.3.8.4	Ανάδυση Συμβολικών Σημείων _____	255
5.4	Σύνοψη και Συμπεράσματα _____	258

6 – Ο Ρόλος του Νοήματος και της Αυτονομίας στην Σχεδιαστική Διεργασία: Επιπτώσεις για την Εμφάνιση Δημιουργικότητας	262
6.1 Σχεδιαστικές Διεργασίες ως Γνωστικές Διεργασίες	262
6.2 Οι Συνέπειες της Εφαρμογής των Κογνιτιβιστικών/Υπολογιστικών Πλαισίων της Γνωστικής Διεργασίας στη Σχεδίαση	263
6.3 Βασικά Χαρακτηριστικά της Σχεδιαστικής Διεργασίας και η Ανεπάρκεια των Κογνιτιβιστικών Μοντέλων	266
6.3.1 Η Ασθενώς-Ορισμένη και Ανοικτο-κλειστή Φύση των Σχεδιαστικών Προβλημάτων	266
6.3.2 Η Σχεδιαστική Διεργασία Απαιτεί ένα Αλληλεπιδραστικό και Συστημικό Πλαίσιο	267
6.3.3 Το Περιεχόμενο της Σχεδίασης δεν είναι το Τεχνούργημα	268
6.3.4 Η Σχεδιαστική Διεργασία Οφείλει να Διέπεται από Μελλοντικά-Προσανατολισμένες Προσδοκίες	268
6.4 Η Δημιουργικότητα στη Σχεδιαστική Διεργασία	269
6.5 Αυτό-Οργάνωση, Σχεδίαση και Δημιουργικότητα	271
6.5.1 Δυναμικές Προσδοκίες στη Σχεδιαστική Διεργασία	276
6.5.2 Η Σχεδιαστική Διεργασία ως Αμοιβαίες Σημειωτικές Αλληλεπιδράσεις	278
6.6 Αλληλοσυνδεδεμένα Επίπεδα Δημιουργικότητας	280
6.6.1 Δημιουργικότητα και Απαγωγή	280
6.6.2 Κωδικοποίηση και Αλληλεπίδραση των Αναδυόμενων Αλληλεπιδραστικών Δυνητικοτήτων	282
6.6.3 Μάθηση	282
6.7 Σύνοψη και Συμπεράσματα	284
7 – Μοντελοποίηση της Ανάδυσης του Νοήματος σε Αυτόνομα Βιολογικά Συστήματα	286
7.1 Η Σχέση Γονιδίων και Πληροφορίας στα Βιολογικά Συστήματα	286
7.2 Ο Σημαντικός και Πραγματικός Ρόλος της Πληροφορίας στα Βιολογικά Συστήματα	288
7.3 Η Συστημικο-Σημειωτική Μοντελοποίηση των Διεργασιών Μορφοτροπής Σήματος στο Ανοσοποιητικό Σύστημα	290
7.3.1 Σημειωτική Κλειστότητα στα Κυτταρικά Συστήματα και η Ανάγκη για Σηματοδότηση	291
7.3.2 Κάποιες Βασικές Έννοιες στη Σημειωτική Θεωρία του Peirce	294
7.3.3 Ένα μοντέλο ανάπτυξης Σημειωτικών Διεργασιών στα Βιολογικά/Ζωντανά Συστήματα	297
7.3.4 Μοντελοποίηση Διόδων Σηματοδότησης στα Β-κύτταρα	300
7.3.5 Προς Καταλληλότερες Μοντελοποιήσεις των Αναφορικών Διεργασιών και Διεργασιών Σηματοδότησης στα Βιολογικά Συστήματα	305
7.4 Σύνοψη και Συμπεράσματα	306
8 – Σχεδιάζοντας Αναπαραστασιακά Αυτόνομους Τεχνητούς Πράκτορες	308
8.1 Σχεδίαση Ολοκληρωμένων Τεχνητών Πρακτόρων και όχι Επιμέρους Στοιχείων Ευφυΐας	308
8.2 ΠΠ και ΠΑΣ Καλούνε για Αναπαραστασιακή Αυτονομία	309
8.3 Αναπαραστασιακή Αυτονομία στους Ενσωματωμένους Τεχνητούς Πράκτορες	312
8.3.1 Αναπαραστασιακή Αυτονομία Μέσω Φυσικής Θεμελίωσης και Θεμελίωσης της Συμπεριφοράς	312
8.3.2 Αναπαραστασιακή Αυτονομία Μέσω Μηχανικής Σχεδίασης των Λειτουργιών του Πράκτορα	312
8.3.3 Αναπαραστασιακή Αυτονομία Μέσω Θεμελίωσης των Λειτουργιών και των Δομών του Πράκτορα	314
8.3.4 Αναπαραστασιακή Αυτονομία Μέσω Υβριδικών Προσεγγίσεων	316

8.4	Ανάδυση Αναπαραστάσεων Μέσω Αυτο-οργανωμένων Σημειωτικών Διεργασιών	317
8.4.1	Η Δομή της Σημειωτικής Συνιστώσας	318
8.4.2	Αυτό-Οργανωμένες Σημειωτικές Διεργασίες	319
8.4.2.1	Η Φάση της Απαγωγής	320
8.4.2.2	Η Φάση της Παραγωγής	321
8.4.2.3	Η Φάση της Επαγωγής	322
8.4.3	Προς μια Ολοκληρωμένη Προσέγγιση για τη Σχεδίαση Πρακτόρων με Αναπαραστασιακή Αυτονομία	323
8.5	Σύνοψη και Συμπεράσματα	324
9	Επίλογος	326
	<i>Αναφορές</i>	342
	<i>Συνολικό Υπόμνημα Δημοσιεύσεων</i>	363
	<i>Ευρετήριο Σχημάτων και Πινάκων</i>	366

Πρόλογος και Ευχαριστίες

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων του Πανεπιστημίου Αιγαίου, στην Ερμούπολη της Σύρου. Επιθυμώ να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που συνέβαλλαν, ο καθένας διαφορετικά, σε αυτή την προσπάθεια. Αρχικά, αν και φαντάζει υπερβολικά δύσκολο να βρω τα κατάλληλα λόγια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δύο για εμένα ξεχωριστούς ανθρώπους και φίλους που έπαιξαν το σημαντικότερο ρόλο σε όλη αυτή τη διαδρομή.

Τον Καθηγητή Ιωάννη Δαρζέντα για την ανεκτίμητη ευκαιρία που μου έδωσε, για την τεράστια, αστείρευτη και απόλυτα ειλικρινή διάθεσή του για ισχυρά επιστημολογική και υψηλότερου επιπέδου ακαδημαϊκή καθοδήγηση, διάλογο και δημιουργική κριτική της δουλειάς μου, για την αφάνταστη ευρύτητα και γενναιοδωρία της σκέψης του που έπαιξε το ρόλο των αρχικών συνθηκών για εμένα αλλά και που παρείχε ένα ιδιαίτερος προκλητικό και υπερβολικά άνετο περιβάλλον για καινούργιες ιδέες, ανεξαρτήτως του πόσο παράξενες ακούγονταν αρχικά, για την υπομονή του να διαβάσει μεγάλα και μπερδεμένα χειρόγραφα και να σχολιάζει αναλυτικά την κάθε γραμμή, και συνολικότερα, για την αμέριστη ελευθερία που μου έδωσε, την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και τις συνθήκες που δημιούργησε ώστε να ακολουθήσω τα δικά μου ερευνητικά ενδιαφέροντα με τόλμη και αποφασιστικότητα. Δάσκαλε, ειλικρινά σε ευχαριστώ για όλα!

Τον Επίκουρο Καθηγητή Θωμά Σπύρου για την αμέριστη εμπιστοσύνη που μου έδειξε από την πρώτη στιγμή και την ειλικρινή του παρότρυνση να έρθω σε ένα πραγματικά σπάνιο ερευνητικό περιβάλλον, για την ανιδιοτελή υποστήριξή του και την ακούραστη και ποικίλη συμπαράστασή του σε όλη τη διάρκεια των ερευνητικών μου δραστηριοτήτων, για τη μοναδική προθυμία του, την ατελείωτη όρεξή του, τον πραγματικά άπειρο χρόνο, την αστείρευτη υπομονή του και την απaráμιλλη ικανότητά του για διαλογικό στοχασμό, μελέτη και εκτενή και γλαφυρή κριτική ανάλυση ακόμη και των πιο πολύπλοκων επιστημονικών, ερευνητικών και ακαδημαϊκών θεμάτων και για το ότι δεν έπαψε ποτέ να συμφωνεί μαζί μου αλλά και έμπρακτα να μου αποδεικνύει ότι τίποτα δεν είναι αδύνατο. Θωμά, ειλικρινά σε ευχαριστώ για όλα!

Επίσης θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Σωκράτη Κάτσικα που ως πρώην πρύτανης του Πανεπιστημίου Αιγαίου και μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής μου έδωσε απλόχερα την ευκαιρία και τη δυνατότητα να εκπονήσω τη παρούσα διατριβή.

Σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής είχα την τύχη να γνωρίσω και να συνεργαστώ με πολύ ενδιαφέροντες ανθρώπους που πλέον θεωρώ πολύ καλούς φίλους. Όλοι μαζί καταφέραμε να διαμορφώσουμε ένα πραγματικά διεπιστημονικό περιβάλλον στο οποίο μπορεί να διεξαχθεί η πιο δύσκολη ερευνητική συζήτηση γεμάτη με δημιουργικές φιλονικίες και αντιρρήσεις, αλλά και να αναδυθεί η πλέον χαλαρή ατμόσφαιρα που θα εμπνέει ζεστασιά και σιγουριά για ένα πραγματικά προκλητικό και ουσιαστικά ενδιαφέρον μέλλον. Για αυτό το περιβάλλον θα ήθελα να ευχαριστήσω το Νίκο Βιορρέ για τη συμπαράστασή του, το επιστημονικά θεμελιωμένο χιούμορ του και την πραγματικά ενδελεχή ανάλυση τεχνικών θεμάτων πάσης φύσης, το Βαγγέλη Βλαχογιάννη για την ετοιμότητά του, την ειλικρινειά του και την αμέριστη, ανιδιοτελή, άμεση και αποτελεσματική βοήθειά του ανεξαρτήτως θέματος και προβλήματος, τον Σπύρο Βοσινάκη για τις ατελείωτες, δημιουργικές ώρες που περάσαμε, περνάμε και θα περάσουμε προσπαθώντας να ‘κατεβάσουμε’ την οργανωμένη πολυπλοκότητα στο υπολογιστικό επίπεδο, για το ότι πίστεψε σε αυτό το εγχείρημα και δημιούργησε πολλά και ουσιαστικά ερωτήματα με την κριτική και αναλυτική του σκέψη, τη Τζένη Δαρζέντα για τη διεπιστημονικότητά της, την ευγένειά της, την πραότητά της, την καλοσύνη της και τη φοβερή ικανότητά της να διορθώνει επί της ουσίας τα ανώριμα αγγλικά μου σε μεγάλα και δύσκολα κείμενα σε χρόνο ρεκόρ, τον Παναγιώτη Κουτσαμπάση για τη σταθερότητα και τον πλουραλισμό της σκέψης του, την υπομονή του, τη συναδελφικότητά του και την απίστευτη

ικανότητά του στη γρήγορη διεκπεραίωση περίπλοκων θεμάτων, το Δημήτρη Λέκκα για τη μακρά φιλία και συνεργασία που μας συνδέει, το φοβερά κοφτερό του μυαλό, την ουσιαστική αποδοχή της εφαρμογής καινούργιων προσεγγίσεων μεταξύ, επί της αρχής, διαφορετικών επιστημονικών περιοχών, και φυσικά, για την αποτελεσματικότητά του, τον Γιάννη Ξενάκη, που αν και καινούργιο μέλος της ερευνητικής ομάδας αγκάλιασε με απίστευτη ταχύτητα την ερευνητική μας αύρα και επιδεικνύει αστείρευτη όρεξη για κριτικό διάλογο και έρευνα, το Μόδεστο Σταυράκη για την ευθύτητα της γνώμης του, το πολύπλευρο ταλέντο του για διάλογο σε όλα τα επίπεδα και την πάντα θετική πρόθεσή του για παντός είδους συνεργασία, και το Γιώργο Χαριτάκη για την ανεπανάληπτη καλοσύνη του, την απίστευτη υπομονή και επιμονή του, και την αδιάκοπη όρεξή του για έρευνα που πρέπει να αποτελέσει για όλους μας παράδειγμα προς μίμηση.

Δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους της Γραμματείας του ΤΜΣΠΣ και ιδιαίτερα την Αριάδνη Φιλιππούλου και την Τούλα Δαφνά για την άμεση βοήθεια σε παντός τύπου γραφειοκρατικά προβλήματα, τον Κώστα Καλημέρη για την προθυμία του να βοηθήσει σε οποιοδήποτε θέμα πρακτικής φύσης, καθώς επίσης τη Βιβλιοθήκη του τμήματος για την γρήγορη εύρεση άρθρων, και ιδιαίτερος τη Βιβή Κοντού για την υπομονή που επεδείκνυε όταν (σχεδόν πάντα) καθυστερούσα την επιστροφή των βιβλίων. Πολλές ευχαριστίες αξίζουν η Δήμητρα Μέγγου και η Μαρία Ρούσου με τις οποίες είχα και έχω μια άριστη συνεργασία και οι οποίες είναι πάντοτε πρόθυμες να δώσουν γρήγορες λύσεις και απαντήσεις. Φυσικά, δεν θα μπορούσα με τίποτα να μην ευχαριστήσω την ομάδα υποστήριξης των πληροφοριακών και δικτυακών συστημάτων του τμήματος και ιδιαίτερα τους Αλέξη Αθανασίου, Μπάμπη Αλιφιέρη, Μιχάλη Κατσόγιαννο, Παναγιώτη Κωνσταντινίδη και Κώστα Μπάιλα που ήταν πάντοτε παρών, στα άλλοτε μικρά και πολλές φορές μεγάλα, τεχνικά μας προβλήματα.

Μαζί με όλους τους φίλους και συγγενείς, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω ιδιαίτερος το Γιώργο Κοκκίνη και τον Κώστα Μαρκόπουλο που με στήριζαν ψυχολογικά σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής μου θυμίζοντάς μου πόσο σημαντική είναι μια τέτοια προσπάθεια και δίνοντάς μου πολλές φορές υπερβολικούς επαίνους, αλλά και για την υλική και πρακτική συμπαράσταση που μου πρόσφεραν χωρίς κανένα δισταγμό.

Πάνω από όλα όμως θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που είναι πάντοτε κοντά μου σε όλη τη διάρκεια της ζωής μου και μου παρέχει άπλετη αγάπη, κατανόηση και ουσιαστική συμπαράσταση σε οτιδήποτε και αν επιχειρώ. Η συνεισφορά τους έχει άπειρες διαστάσεις τις οποίες δεν μπορώ καν να αρχίσω να εξερευνώ. Παρόλα αυτά θα προσπαθήσω λέγοντας ένα απέραντο ευχαριστώ στους γονείς μου Γιάννη και Καίτη που μου καλλιέργησαν και μου ανέπτυξαν την ανάγκη για την συνεχή αναζήτηση της γνώσης, που ποτέ δεν έπαψαν να πιστεύουν σε εμένα, προσφέροντας τις κατάλληλες αρχικές συνθήκες για να βρίσκομαι σε αυτή τη θέση, και που δεν σταμάτησαν ποτέ να μου θυμίζουν ότι το μόνο που μπορεί να σταματήσει έναν άνθρωπο που προσπαθεί είναι ο ίδιος του ο εαυτός, και τον αδερφό μου Μιχάλη που μου διδάσκει συχνά τα αποτελέσματα της ήρεμης δύναμης και που ξέρω ότι πάντοτε θα είναι δίπλα μου, πριν ακόμη τον χρειαστώ.

Βέβαια, η παρούσα διατριβή δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την απεριόριστη αγάπη, ενθάρρυνση και εμπιστοσύνη, την πνευματική και ψυχολογική υποστήριξη και το μοναδικό χαρακτήρα της Λίας, της συζύγου και συντρόφου μου σε όλα τα θέματα και τα επίπεδα της ζωής. Σε ευχαριστώ για όλες τις θυσίες που έκανες και τις οποίες ίσως να μην μπορέσω ποτέ να ανταποδώσω πλήρως, αν και ελπίζω να εκλάβεις την παρούσα προσπάθεια ως μία πρώτη κίνηση. Σε ευχαριστώ πολύ για όλα!

Εισαγωγή

Στη σύγχρονη επιστήμη η σχεδιαστική διεργασία (design process) συνδέεται με την πλαισίωση και την επίλυση ενός συγκεκριμένου και ισχυρά (ξεκάθαρα) ορισμένου προβλήματος (Simon, 1995). Ειδικότερα, αυτό που ένας σχεδιαστής (designer) καλείται να κάνει όταν εμπλέκεται σε μια σχεδιαστική διεργασία είναι να ορίσει το πρόβλημα όσο πιο συγκεκριμένα γίνεται, να βρει τους απαραίτητους ευρετικούς κανόνες και εν συνεχεία τη λύση του προβλήματος (Friedman, 2003).

Η παραπάνω μηχανιστική περιγραφή της σχεδιαστικής διεργασίας καλύπτει ένα μεγάλο μέρος του εύρους της εφαρμογής της, από τη σχετικά απλή σχεδίαση ενός λογικού κυκλώματος που αθροίζει μονοψήφιους δεκαδικούς αριθμούς, μέχρι τη σχεδίαση ενός περίπλοκου συστήματος για την επίσκεψη άλλων πλανητών του ηλιακού μας συστήματος. Αν και η διαφορά της περιπλοκότητας αυτών των δύο συστημάτων είναι αρκετά προφανής, τα συστήματα αυτά μοιράζονται μια κοινή ιδιότητα που τα κατατάσσει στην κατηγορία των *σχεδιασμένων* συστημάτων, δηλαδή στα συστήματα που είναι το αποτέλεσμα εξωγενούς σχεδίασης, ή διαφορετικά, στα συστήματα που έχουν επινοηθεί από έναν εξωτερικό σχεδιαστή.

Δεδομένου ότι τα συστήματα αυτά προορίζονται για χρήση από φυσικούς χρήστες σε ένα φυσικό κόσμο, οι σχεδιαστές καλούνται να λάβουν υπόψη τα χαρακτηριστικά του τρίπτυχου σύστημα/χρήστη/πλαίσιο δράσης, το οποίο συνήθως ανάγεται στη σχέση σύστημα-χρήστη. Αν κανείς θεωρήσει ότι οι χρήστες ενίοτε προσαρμόζουν τις απαιτήσεις τους στα χαρακτηριστικά του σχεδιασμένου συστήματος, τότε η διαδικασία της σχεδίασης επικεντρώνεται στη σχεδίαση του συστήματος. Η βασική παραδοχή για τη σχεδίαση ενός συστήματος που επινοείται προκειμένου να αποτελέσει τη λύση για ένα πολύ συγκεκριμένο πρόβλημα είναι ότι ένα τέτοιο σύστημα, ανεξαρτήτως μεγέθους και περιπλοκότητας, αποτελείται από επιμέρους στοιχεία τα οποία διέπονται από φυσικούς νόμους και κανόνες και τα οποία με τη σειρά τους υπόκεινται στις κομψές και καθολικά αποδεκτές μαθηματικές αρχές που εξηγούν τις ιδιότητες και τη λειτουργία του σύμπαντος. Αν όλα τα φυσικά συστήματα δεν είναι τίποτα άλλο παρά συνδυασμοί ατόμων ή χορδών ή οτιδήποτε αφορά στη στοιχειώδη σωματιδιακή ανάλυση μιας δομής, τότε ο κόσμος έχει ήδη εξηγηθεί στο επίπεδο της υποατομικής φυσικής (Gregersen, 2003). Υπό αυτή την οπτική, ένα μακροσκοπικά περίπλοκο σύστημα διαφέρει από ένα λιγότερα περίπλοκο μόνο στην ποσότητα και τη διάταξη των επιμέρους στοιχείων του. Παράλληλα, βάσει της παραδοχής της αναγωγής, το οποιοδήποτε σύστημα αποτελεί ένα σύνολο το οποίο δεν είναι παρά το ισοδύναμο του αθροίσματος των επιμέρους στοιχείων του. Επομένως, η παραγωγή συνολικής συμπεριφοράς του συστήματος ανάγεται στις επιμέρους συμπεριφορές των δομικών του στοιχείων και δεν είναι παρά μια αθροιστική συσσώρευση αυτών των συμπεριφορών.

Η παραδοχή της αναγωγής οδηγεί αναγκαστικά στην παραδοχή των εξειδικευμένων χαρακτηριστικών λειτουργιών των επιμέρους στοιχείων ενός συστήματος, διαφορετικά δεν θα μπορούσε σε καμία περίπτωση να υποστηριχθεί η αθροιστική υπόσταση της συνολικής συμπεριφοράς. Ως εκ τούτου, η μελέτη/ανάπτυξη σχεδιασμένων συστημάτων αποτελείται από την αντιστοίχιση των εξειδικευμένων λειτουργιών στα επιμέρους στοιχεία ή στις ομάδες στοιχείων του συνόλου, τη μελέτη και κατασκευή της επιμέρους λειτουργίας/συμπεριφοράς και τη δομική σύνδεσή τους προκειμένου να παραχθεί η συμπεριφορά του συνολικού συστήματος. Το αποτέλεσμα αυτού του είδους της σχεδίασης δεν δύναται να είναι τέλειο (αν και πολλές φορές επιδέχεται παρόμοιους χαρακτηρισμούς), δεδομένου ότι οι αρχικές υποθέσεις για τη συγκεκριμενοποίηση του προβλήματος έχουν περιορίσει σε πολύ μεγάλο βαθμό την ποικιλία του περιβάλλοντος, δηλαδή τον χρήστη και το πλαίσιο δράσης του συστήματος. Σε αυτή την περίπτωση ο σχεδιαστής (ως εξωτερικός παρατηρητής) καλείται, ως προς τους στόχους του, να παρατηρεί την 'αλληλεπίδραση' του συστήματος με το περιβάλλον και να επανασχεδιάζει το σύστημα προκειμένου να διορθωθούν οι όποιες ατέλειες της αρχικής του σχεδίασης. Οι εν λόγω

ατέλειες οδηγούν σε μια ατελώς προσαρμοστική αλληλεπίδραση μεταξύ συστήματος και χρήστη με αποτέλεσμα τη μη-πλήρη ικανοποίηση τόσο των στόχων του χρήστη, όσο και του σχεδιαστή.

Αυτή η αποτυχία ή/και η μερική ικανοποίηση των αναγκών του χρήστη, αλλά και του σχεδιαστή, μπορεί να οφείλεται στην ελλιπή γνώση του δεύτερου σχετικά με τις ιδιότητες και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των επιμέρους δομικών στοιχείων που έχει επιλέξει ή /και να είναι μια αναγκαία συνέπεια των αρχικών παραδοχών του δεύτερου για τη συγκεκριμενοποίηση του προβλήματος. Η οποιαδήποτε επανασχεδίαση γίνεται με γνώμονα την βελτιστοποίηση της 'αλληλεπίδρασης'. Δεδομένης της ποικιλίας των χρηστών και των πλαισίων δράσης, η συνολική διαδικασία των προαναφερθέντων σχεδιαστικών διεργασιών θα διεξάγεται συνεχώς και θα αποτελεί τον 'κύκλο ζωής' του σχεδιασμένου συστήματος.

Ο λειτουργικός κώδικας ενός σχεδιασμένου συστήματος, δηλαδή η επιλογή και η συσχέτιση/διάταξη των δομικών του στοιχείων, καθώς και ο διαρκής έλεγχος του κατά πόσο μια συγκεκριμένη επιλογή και συσχέτιση εξυπηρετεί τον σκοπό του σχεδιαστή, όταν το σύστημα αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του, επιβάλλεται από τον σχεδιαστή. Η επιβολή αυτή γίνεται βάσει του *νοήματος* που παράγει ο σχεδιαστής μέσα από την παρατήρηση της αλληλεπίδρασης του συστήματος και μέσω των αντίστοιχων γνώσεών του, τις οποίες προσπαθεί να υποστηρίξει μέσω των λειτουργικών δομών του συστήματος. Επομένως, το νόημα που οδηγεί την αλληλεπίδραση του σχεδιασμένου συστήματος με το περιβάλλον του δεν ανήκει στο σχεδιασμένο σύστημα αλλά στον σχεδιαστή του (Arnellos, Spyrou, Darzentas, 2007). Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και με τους στόχους τους οποίους καλείται η δράση του συστήματος να εκπληρώσει βάσει του παραγόμενου νοήματος. Θα μπορούσαν όμως τα πράγματα να είναι διαφορετικά?

Αν κανείς βασιστεί στην παραδοχή της αναγωγής, τότε φαίνεται ότι όχι μόνο τα σχεδιασμένα συστήματα δεν μπορούν να έχουν ή/και να παράγουν νόημα και στόχους, αλλά αυτές οι έννοιες δεν είναι παρά κενές ουσίας όσον αφορά ακόμη και στον ίδιο το σχεδιαστή. Ειδικότερα, βάσει της αναγωγιστικής αρχής, όλη η πραγματικά επεξηγηματική δύναμη της επιστήμης βρίσκεται στο χαμηλότερο επίπεδο της περιγραφής. Όλα τα υπόλοιπα δεν είναι παρά ένας ποιοτικός και ασαφής καλλωπισμός (επιφαινομενικότητα) (Andersen and colleagues, 2000). Έτσι, το επιχείρημα ότι ένας ανθρώπινος οργανισμός είναι 'ζωντανός' καταρρίπτεται, διότι κανένα άτομο/μόριο στο ανθρώπινο σώμα δεν είναι ζωντανό και τα ανθρώπινα σώματα δεν είναι τίποτα άλλο παρά συνδυασμοί ατόμων/μορίων. Παρόμοια, αν κανείς δεχτεί ότι ο εγκέφαλος δεν είναι τίποτα άλλο παρά μια συλλογή από κύτταρα, τα οποία με τη σειρά τους είναι συλλογή από άτομα/μόρια, τότε η διανοητική σφαίρα των σκέψεων, των συναισθημάτων, των αισθήσεων, κτλ. είναι το ίδιο κενή.

Σε αυτή την περίπτωση, είτε η ανάλυση, εξήγηση και μοντελοποίηση της σχεδιαστικής διεργασίας δεν μπορεί να προχωρήσει περαιτέρω ή η αναγωγιστική αρχή δεν μπορεί να ισχύει για όλα τα συστήματα. Τελευταία, είναι όλο και πιο ευρέως παραδεκτό στον επιστημονικό/ερευνητικό κόσμο ότι ακόμη και αν επί της αρχής μπορούσαν να εξηγηθούν οι λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου μέσω των θεωριών της υποατομικής φυσικής, αυτό δεν θα είχε καμία πρακτική αξία, καθώς επίσης, προς το παρόν, αυτό φαντάζει πρακτικά αδύνατο. Επιπροσθέτως, κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι ιδιότητες της ζωής, οι γνωστικές ιδιότητες του εγκεφάλου κτλ. έχουν πραγματική έννοια και ως εκ τούτου, επί της αρχής, δεν μπορούν να αναχθούν στη συμπεριφορά και τις ιδιότητες των υποατομικών σωματιδίων του συστήματος (π.χ. Bickhard, 2006). Συνεπώς, σε κάθε επίπεδο της περιγραφής, από τα άτομα μέχρι τα μόρια, τα κύτταρα, τους οργανισμούς και την κοινωνία *αναδύονται* γνήσια καινούργια φαινόμενα και ιδιότητες, τα οποία απαιτούν κατάλληλους νόμους και αρχές για τα αντίστοιχα επίπεδα. Με άλλα λόγια, οι ζωντανοί οργανισμοί και οι ιδιότητές τους δεν διέπονται από την αναγωγιστική αρχή, αλλά από την αρχή της ολότητας, βάσει της οποίας το όλον, δηλαδή το συνολικό σύστημα είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των επιμέρους στοιχείων του. Αυτά τα συστήματα ονομάζονται *πολύπλοκα* και διαφέρουν από τα περίπλοκα και σχεδιασμένα συστήματα στο ότι δεν δύναται ο διαχωρισμός τους σε επιμέρους στοιχεία προκειμένου να μελετηθεί η συμπεριφορά τους.

Η προαναφερθείσα μηχανιστική περιγραφή της σχεδιαστικής διεργασίας δεν μπορεί να εξηγήσει τη φύση και τις λειτουργίες των πολύπλοκων συστημάτων, πόσο μάλλον, δεν επαρκεί για τον σχεδιασμό τους. Για παράδειγμα, αρκεί κανείς να προσπαθήσει να ορίσει την έννοια της ζωής, όσο πιο συγκεκριμένα γίνεται, προκειμένου να σχεδιάσει ένα ζωντανό οργανισμό. Αν βασιστεί στην αρχή της αναγωγής, τότε μάλλον προσπαθεί να ορίσει κάτι ανύπαρκτο, αλλά και αν κανείς προσπαθήσει να βρει τα επιμέρους στοιχεία που αθροιστικά παράγουν την ιδιότητα της ζωής, τότε το πιθανότερο είναι να σχεδιάσει τον Φρανκεσταϊν. Τι γίνεται λοιπόν όταν κανείς καλείται να μελετήσει συστήματα τα οποία δεν είναι αποτελέσματα μια εξωγενούς σχεδιαστικής διεργασίας, αλλά εμπλέκονται, *εκ προθέσεως*, αυτά τα ίδια σε σχεδιαστικές διεργασίες, ή/και όταν κανείς καλείται να εξηγήσει τη σχεδιαστική διεργασία κατά την οποία σχεδιαστής και χρήστης συμπίπτουν ιδιοσυστατικά, ή/και όταν κανείς καλείται να σχεδιάσει συστήματα που θα έχουν την ικανότητα να εμπλακούν εκ προθέσεως σε σχεδιαστικές διεργασίες?

Η θεμελιώδης και ιδιάζουσα διαφορά μεταξύ σχεδιασμένων (περίπλοκων) συστημάτων και συστημάτων που σχεδιάζουν (πολύπλοκα συστήματα) είναι ότι τα δεύτερα φτιάχνουν μόνα τους τον κώδικά οργάνωσής τους. Ως εκ τούτου, το νόημα που χρησιμοποιούν προκειμένου να οδηγήσουν την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον βάσει των στόχων τους, παράγεται ενδογενώς. Δεδομένου ότι η ικανότητα ενός συστήματος να δρα στο περιβάλλον του προκειμένου να επιτύχει τους στόχους του ανήκει στους *γνωστικούς πράκτορες*, φαίνεται ότι, πρωταρχικά, η σχεδιαστική διεργασία θα πρέπει να αποδοθεί σε ένα γνωστικό σύστημα και επομένως, θα πρέπει να έχει ως βάση της τη *γνωστική διεργασία* (Glanville, 2001; Arnellos, Spyrou and Darzentas, 2007).

Η γνωστική διεργασία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την πολυπλοκότητα ενός συστήματος. Ειδικότερα, η γνωστική διεργασία είναι το μέσο της αύξησης της πολυπλοκότητας ενός συστήματος, ενώ παράλληλα, προκειμένου να μπορεί ένα σύστημα να εμπλακεί εκ προθέσεως σε σκόπιμες γνωστικές διεργασίες θα πρέπει να είναι πολύπλοκο, δηλαδή να διέπεται από την αρχή της ολότητας. Το βέλος της αύξησης της πολυπλοκότητας έχει αντίθετη φορά από αυτή της συνολικής αύξησης της εντροπίας στο σύμπαν. Συγκεκριμένα, ενώ το δεύτερο κινείται προς τον απόλυτο ενεργειακό εκφυλισμό, το πρώτο κινείται προς ολοένα και υψηλότερα επίπεδα οργάνωσης. Η πρώτη επιστημολογική θεώρηση που έθεσε τις αρχές για τη θεωρητική θεμελίωση και εξήγηση της ενδογενούς αύξησης της οργάνωσης (*αυτό-οργάνωση*) ενός συστήματος είναι το *συστημικο-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης* (von Foerster, 1981a, 1995, 2003). Το συγκεκριμένο πλαίσιο θεωρεί τη γνωστική διεργασία ως τη συμπεριφορά ενός συστήματος που επιτυγχάνει την ιδιότητα της συνοχής για τα επιμέρους στοιχεία του και επίσης, υποστηρίζει ότι κανείς οφείλει να κατανοήσει τη δική του γνώση ως το αποτέλεσμα παρόμοιων μηχανισμών. Υπό αυτή την οπτική, το εκάστοτε γνωστικό σύστημα κατασκευάζει το νόημά του βάσει των δράσεων και των ενεργειών του στο περιβάλλον. Συνεπώς, το περιβάλλον παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην αυτό-οργάνωση του συστήματος, εφόσον κατά κάποιο τρόπο, επιλέγεται από το ίδιο το σύστημα όταν το τελευταίο προβαίνει σε διακρίσεις, οι οποίες έχουν ταυτόχρονα περιεκτικό και αποκλειστικό χαρακτήρα.

Η καθαρά βιολογική υλοποίηση αυτών των διακρίσεων ονομάστηκε *αυτοποίηση* (Maturana & Varela, 1980) και αποτέλεσε την πρώτη προσπάθεια ορισμού του φαινομένου της ζωής και των διεργασιών των ζωντανών συστημάτων, διαμέσου ενός συστημικού πρίσματος. Σύμφωνα με την αυτοποίηση τα ζωντανά/γνωστικά συστήματα αποτελούνται από δίκτυα βιο-χημικών διεργασιών υψηλής αλληλοσύνδεσης, τα οποία αυτό-οργανώνονται με αποτέλεσμα την αυτοποίηση των ζωντανών και γνωστικών συστημάτων. Έτσι, για την θεωρία της αυτοποίησης, η νόηση ταυτίζεται με τη ζωή και η πράξη με τη γνωστική διεργασία και την κατασκευή νοημάτων.

Οι αρχές της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης δείχνουν να ξεπερνούν τα προβλήματα της αναγωγιστικής υπόθεσης και να παρέχουν μια *νατουραλιστική* (Feldman, 2006) εξήγηση της γνωστικής διεργασίας, δηλαδή μια εξήγηση που δεν βασίζεται στα δεδομένα της παρατήρησης προκειμένου να περιγράψει και να εξηγήσει τη γνωστική συμπεριφορά του συστήματος, αλλά κοιτάζει διερευνητικά μέσα στο σύστημα και κατανοεί τον τρόπο με τον οποίο αυτό λειτουργεί και επιλέγει να ενεργεί. Ειδικότερα, η θεωρία της αυτοποίησης είναι η πρώτη σημαντική προσπάθεια

θεώρησης της *αυτονομίας* ενός ζωντανού/γνωστικού συστήματος μέσα από τα χαρακτηριστικά της λειτουργικής οργάνωσής του. Επομένως, το αυτό-οργανωτικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, ιδιαίτερα στη βιολογική του έκφανση (αυτοποίηση) δείχνει να αποτελεί μια καλή βάση για το πρόβλημα της εξήγησης της γνωστικής διεργασίας κατά την οποία σχεδιαστής και χρήστης συμπίπτουν ιδιουσυστατικά, στο αντίστοιχο βιολογικό επίπεδο της αλληλεπίδρασης. Δεδομένου όμως, ότι τουλάχιστον οι ανθρώπινοι γνωστικοί πράκτορες παρατηρούνται να εμφανίζουν, υψηλού επιπέδου γνωστικές ικανότητες, το ίδιο πλαίσιο θα πρέπει να είναι σε θέση να εκτείνει τις επεξηγηματικές και περιγραφικές του ιδιότητες, από το βιολογικό επίπεδο ενός ζωντανού/γνωστικού συστήματος, έως το κοινωνικό επίπεδο που χαρακτηρίζει τη συνεργατικότητα μεταξύ δύο ή περισσότερων αυτόνομων και αρκετά εξελιγμένων γνωστικών πρακτόρων.

Το πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης δεν μπορεί να επιδείξει ένα τόσο μεγάλο επεξηγηματικό εύρος. Η θεώρηση της αυτοποίησης έδωσε μια νέα και ισχυρή πνοή στην αντίληψη της γνωστικής διεργασίας και στη θεμελίωσή της στα χαρακτηριστικά της δράσης ενός ζωντανού οργανισμού. Ωστόσο, η θεώρηση των υπεύθυνων 'μηχανισμών' για την διεξαγωγή των αυτοποιητικών διεργασιών, δεν παρέχουν μεγάλη ευελιξία στην ανάλυση, περιγραφή και μοντελοποίηση γνωστικών διεργασιών, πέρα από το επίπεδο της δράσης-αντίδρασης.

Ένα νατουραλιστικό πλαίσιο ανάδυσης του νοήματος και εξέλιξης του γνωστικού συστήματος καθώς αυτό εμπλέκεται σε σχεδιαστικές διεργασίες με το περιβάλλον του δεν μπορεί να βασιστεί αποκλειστικά στις αρχές και τα χαρακτηριστικά της αυτό-οργάνωσης. Το πρόβλημα εντοπίζεται στην έλλειψη της έννοιας και του 'εργαλείου' της *αναπαράστασης*, καθώς και στον ασαφή και περιορισμένο προσδιορισμό του τρόπου και των μεθόδων αλληλεπίδρασης ενός αυτό-οργανωμένου συστήματος, τα οποία θέτουν σημαντικά εμπόδια, γενικότερα, στην εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων του συστήματος και ειδικότερα, στην ανάλυση και εξήγηση της εξέλιξης και της μετατροπής του νοήματός του. Αυτό είναι εμφανές σε όλες τις εκφάνσεις της αυτό-οργάνωσης, από το καθαρά βιολογικό (αυτοποιητικό επίπεδο) ως το επίπεδο της θεώρησης των δυναμικών γνωστικών συστημάτων και των αντίστοιχων ενσωματωμένων γνωστικών διεργασιών.

Στην παρούσα διατριβή υποστηρίζεται ότι ο επεξηγηματικός ρόλος της έννοιας της αναπαράστασης, σε σχέση με τη λειτουργικότητα ενός γνωστικού συστήματος, κρίνεται απαραίτητος προκειμένου να μπορέσει κανείς να κατανοήσει τον τρόπο, με τον οποίο η *ένσκοπη* και *εκ προθέσεως* συμπεριφορά ενός αυτόνομου συστήματος εναρμονίζεται/συσχετίζεται με διάφορες εξωτερικές καταστάσεις πραγμάτων. Επιπλέον, επισημαίνεται και υποστηρίζεται η ύπαρξη περιπτώσεων όπου το γνωστικό σύστημα οφείλει να φέρει αναπαραστάσεις προκειμένου να μπορέσει να ανιχνεύσει και εν συνεχεία να διορθώσει την αναπόφευκτη επιλογή λανθασμένης δράσης. Επίσης, επισημαίνεται και υποδεικνύεται η απαραίτητη ύπαρξη διαμεσολαβητικών δομών αλληλεπίδρασης ενός συστήματος, προκειμένου αυτό να μπορέσει να αναπτύξει γνωστικές ικανότητες υψηλού επιπέδου (εμπλοκή σε ένσκοπη και εκ προθέσεως σχεδιαστική διεργασία). Βάσει των παραπάνω και σε συνδυασμό με την θεωρητική ανάλυση και εξήγηση της υιοθέτησης του κατάλληλου είδους ανάδυσης, υποστηρίζεται η *ανάγκη θεώρησης ενός νέου είδους λειτουργικών αναπαραστάσεων που αναδύονται κατά την ένσκοπη και εκ προθέσεως αλληλεπίδραση του γνωστικού συστήματος με το περιβάλλον του*. Συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι *κάθε αναπαραστασιακά λειτουργική ενδο-διαμόρφωση αποτελεί ένα αναδυόμενο κατασκευάσμα της ενσωματωμένης αλληλεπίδρασης του συστήματος με το περιβάλλον* και επίσης, *φέρει το νόημα (σημασιολογικό περιεχόμενο) του συστήματος αναφορικά με την αντίστοιχη κατάσταση πραγμάτων*.

Επομένως, η ανάγκη εισαγωγής ενός πλαισίου υποστήριξης και εξήγησης της δημιουργίας και της εξέλιξης του νοήματος και του αντίστοιχου γνωστικού συστήματος, στο εύρος της βιολογικής έως της κοινωνικής του δράσης, μετατρέπεται στην ανάγκη θεωρητικής εδραίωσης ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάδυσης του προαναφερθέντος τύπου αναπαραστάσεων, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο λειτουργικό και αλληλεπιδραστικό τους χαρακτήρα, δηλαδή στη *σημειωτική/ερμηνευτική* διάσταση των δυναμικών της αλληλεπίδρασής τους με το περιβάλλον (Brier, 2005; Arnellos, Spyrou, Darzentas, 2006). Η έννοια που φαίνεται να συνδέει την

σημειωτική και εκ προθέσεως αλληλεπίδραση ενός γνωστικού συστήματος με την νατουραλιστική ανάδυση των λειτουργικών αναπαραστάσεων του και του νοήματος το οποίο αυτές φέρουν, είναι αυτή της αυτονομίας (π.χ. Collier, 1999b, 2000). Επομένως, η ανάγκη εδραίωσης ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάδυσης των λειτουργικών αναπαραστάσεων ενός γνωστικού συστήματος, μετατρέπεται στην ανάγκη εδραίωσης ενός νατουραλιστικού πλαισίου δημιουργίας και εξέλιξης ενός αυτόνομου συστήματος.

Ως εκ τούτου, στην παρούσα διατριβή επιχειρείται η θεωρητική εδραίωση ενός πλαισίου που θα υποστηρίζει, θα αναλύει, θα επεξηγεί και θα περιγράφει την πορεία της δημιουργίας ενός αυτόνομου συστήματος, καθώς επίσης, την ανάδυση του είδους των αναπαραστάσεων, το οποίο κρίνεται απαραίτητο για την περαιτέρω ανάπτυξη της αυτονομίας του, η οποία λαμβάνει χώρα μέσω της διαρκούς εξέλιξης των γνωστικών του ικανοτήτων. Ειδικότερα, επιχειρείται η ανάλυση, επεξήγηση και περιγραφή του λειτουργικού περάσματος από το χαμηλότερο και στοιχειώδες επίπεδο βασικής αυτονομίας, μέχρι το επίπεδο της αυτό-κατευθυνόμενης, βάσει των δυναμικών προσδοκιών, μάθησης ενός αυτόνομου συστήματος.

Ειδικότερα, υποστηρίζεται ότι, ο λειτουργικός ρόλος των συγκεκριμένων αναπαραστάσεων εξασφαλίζεται από τη σημειωτική διάσταση της αλληλεπίδρασης του αυτόνομου συστήματος και ότι αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο το αυτόνομο σύστημα περνάει από την πληροφορία στο νόημα. Ακολουθώς, επιλέγεται το πλαίσιο των δυναμικών σημειωτικών διεργασιών του Peirce, ως το κατάλληλο για την εισαγωγή της σημειωτικής/ερμηνευτικής διάστασης στο κατάλληλα διαμορφωμένο και εμπλουτισμένο συστημικο-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, και χρησιμοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε ο συνδυασμός των δύο πλαισίων να διαμορφώνει μια αρχιτεκτονική που θα επιτρέπει την παρατήρηση, εξέταση και υπόδειξη των αναπαραστάσεων ενός αυτόνομου συστήματος.

Στη συνέχεια, έχοντας ως σκοπό την επίδειξη του εύρους εφαρμογής του προτεινόμενου πλαισίου, επιχειρείται η χρήση του για την ανάλυση, εξήγηση και μοντελοποίηση καταστάσεων αλληλεπίδρασης ζωντανών/γνωστικών συστημάτων στο βιολογικό, γνωστικό και κοινωνικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, και ξεκινώντας από το τελευταίο, επιχειρείται η ανάλυση και μοντελοποίηση της πολύπλοκης σχεδιαστικής διεργασίας ως η εκ προθέσεως αλληλεπίδραση μεταξύ δύο ή περισσότερων ένσκαπων γνωστικών συστημάτων, προκειμένου να εκπληρώσουν έναν ασθενώς-ορισμένο (ill-defined) σκοπό.

Τα αποτελέσματα της θεωρητικής ανάλυσης και μοντελοποίησης της σχεδιαστικής διεργασίας και της ανάδυσης της δημιουργικότητας, τροφοδοτούν με τις ανάλογες προϋποθέσεις τη σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων. Ειδικότερα, υποστηρίζεται ότι η σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων που θα μπορούν να προσαρμοστούν στα διαρκώς μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα με τα οποία αλληλεπιδρούν, απαιτεί την εμφάνιση ενός είδους λειτουργικότητας το οποίο, πρωτίστως, θα υποστηρίζει την αναπαραστασιακή αυτονομία του πράκτορα.

Τέλος, στην προσπάθεια παρουσίασης της δυνατότητας εφαρμογής του προτεινόμενου πλαισίου στο βιολογικό επίπεδο, χρησιμοποιείται η κατανόηση της σημειωτικής φύσης της αλληλεπίδρασης των ζωντανών οργανισμών, προκειμένου να αναλυθεί και να μοντελοποιηθεί η σημαντική (σημασιολογική - semantics) και η πραγματική (pragmatics) διάσταση της πληροφορίας στα πολύπλοκα βιολογικά συστήματα. Συγκεκριμένα, επιχειρείται η ανάλυση και η μοντελοποίηση των λειτουργικών πτυχών της σηματοδότησης (signaling) και των αντίστοιχων δρόμων (pathways) του ανοσοποιητικού συστήματος.

Συνοπτική Περιγραφή των Κεφαλαίων της Διατριβής

Η ανάπτυξη της παρούσας διατριβής γίνεται σε εννέα (9) κεφάλαια.

Στο **πρώτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται οι βασικές φιλοσοφικές προσεγγίσεις στην εξήγηση της έννοιας του νοήματος, τόσο στη φιλοσοφία της γλώσσας, όσο και στη φιλοσοφία της νόησης. Αρχικά, περιγράφονται τα προβλήματα της αναζήτησης του νοήματος στη γλωσσολογική του

διάσταση που αποτέλεσαν την ανάγκη συνέχισης της αναζήτησης στη γενικότερη γνωστική συμπεριφορά. Στη συνέχεια, περιγράφονται αναλυτικά οι προσπάθειες εξήγησης της εκ προθέσεως συμπεριφοράς ενός πράκτορα και κατ' επέκταση, της γνωστικής διεργασίας που την υποστηρίζει. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τόσο οι προσεγγίσεις εξήγησης της γνωστικής διεργασίας που αφορούν στο εσωτερικό του γνωστικού πράκτορα, όσο και αυτές που αφορούν στη διαμόρφωση του εξωτερικού του περιβάλλοντος. Οι έννοιες που οριοθετούν το πρόβλημα είναι το *νόημα*, η *εκ προθέσεως και ένσκηνη αλληλεπίδραση*, οι *εσωτερικές αναπαραστάσεις* του γνωστικού συστήματος με το *περιεχόμενο* τους, το *περιβάλλον* και οι *καταστάσεις πραγμάτων (αντικείμενα)* στις οποίες αναφέρεται ένας γνωστικός πράκτορας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** γίνεται η παρουσίαση και κριτική ανάλυση των σημαντικότερων γνωστικών πλαισίων (υπολογιστικό, κοινωπολιτιστικό, αιτιολογικό/εξελικτικό), τα οποία, αν και κληρονομούν τις βασικές φιλοσοφικές προσεγγίσεις της νόησης, όπως αυτές παρουσιάζονται στο πρώτο κεφάλαιο, υποστηρίζουν το επίπεδο της ανάλυσης και της λειτουργικότητας που απαιτείται προκειμένου να αποτελέσουν από μόνα τους πλαίσια εξήγησης της δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος ενός γνωστικού συστήματος. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματά τους αναλύονται, και δίνονται σαφείς εξηγήσεις όσον αφορά την απόρριψή τους ως γενικότερα πλαίσια που μπορούν να εξηγήσουν και να αναλύσουν την πορεία της δημιουργίας και εξέλιξης ενός αυτόνομου συστήματος και των γνωστικών του ικανοτήτων στο ζητούμενο εύρος. Σε αυτό το κεφάλαιο εισέρχονται αναλυτικά οι έννοιες του *νατουραλισμού*, της *λειτουργικότητας*, των *αναπαραστάσεων*, της *πληροφορίας*, της *σημαντικής* και *πραγματικής* διάστασης του γνωστικού πράκτορα, καθώς και δύο θεμελιώδη προβλήματα, το *πρόβλημα της ακρίστρωσης των συμβόλων* και το *πρόβλημα του πλαισίου*.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται και αναλύεται κριτικά το συστημικό-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και της αυτο-οργάνωσης ως μια σημαντική αντιπρόταση στα προβλήματα των γνωστικών πλαισίων του δευτέρου κεφαλαίου. Συγκεκριμένα, αναλύονται τα θεωρητικά μοντέλα που προτείνουν την εδραίωση της έννοιας του νοήματος στη δυναμική αυτό-οργάνωση του συστήματος, δηλαδή στις εσωτερικές διεργασίες συσχέτισης και ενδο-διαμόρφωσης των επιμέρους στοιχείων του κατά την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον. Παρουσιάζονται αναλυτικά οι αντίστοιχες θεωρητικές αρχές και προϋποθέσεις, οι οποίες εν συνεχεία κρίνονται απαραίτητες για την εδραίωση του ζητούμενου πλαισίου ανάλυσης, υποστήριξης και εξήγησης της δημιουργίας και της εξέλιξης του νοήματος ενός γνωστικού συστήματος, καθώς και για την ικανοποίηση της νατουραλιστικής προϋπόθεσης του πλαισίου αυτού. Επισημαίνονται τα προβλήματα του πλαισίου, τα οποία θα ληφθούν υπόψη στη συνέχεια της διατριβής. Σε αυτό το κεφάλαιο εισάγονται οι έννοιες της *αυτό-οργάνωσης*, της *αυτό-αναφοράς* και της *οργανωσιακής/λειτουργικής κλειστότητας*, ο *ενδο-διαμορφούμενος χαρακτήρας της πληροφορίας*, η *ενδογενής κατασκευή του νοήματος* και η θεμελιώδης έννοια της *αυτονομίας*, η οποία και θα παίζει τον σπουδαιότερο ρόλο στη θεωρητική θεμελίωση του ζητούμενου πλαισίου.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** επιχειρείται η αναλυτική και κριτική παρουσίαση των δύο πολύ ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της *ανάδυσης* και της *ενσωμάτωσης*, δύο χαρακτηριστικά που φέρνει μαζί του το συστημικό-θεωρητικό πλαίσιο που αναλύεται στο τρίτο κεφάλαιο, και τα οποία διέπουν τα συστήματα κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και γενικότερα, όλα τα ζωντανά/γνωστικά συστήματα. Γίνεται κριτική ανάλυση των χαρακτηριστικών αυτών των ιδιοτήτων και διαλευκάζεται ακόμη περισσότερο η φύση, τόσο του νοήματος και της γνωστικής/σχεδιαστικής διεργασίας, όσο και του ίδιου του γνωστικού συστήματος. Στη συνέχεια, εξετάζεται η χρησιμότητα και ο ρόλος της έννοιας της αναπαράστασης στην ενσωματωμένη γνωστική διεργασία και κατ' επέκταση στην ανάδυση του νοήματος. Αναλύονται σε μεγάλο βαθμό τα προβλήματα που προκύπτουν από την έλλειψη της έννοιας και του 'εργαλείου' της αναπαράστασης στα συστημικό-θεωρητικά πλαίσια δημιουργίας και εξέλιξης της γνωστικής/σχεδιαστικής διεργασίας. Έτσι, βάσει των παραπάνω, και σε συνδυασμό με την υιοθέτηση ενός συγκεκριμένου είδους της ανάδυσης που παρουσιάζεται στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου, υποστηρίζεται η ανάγκη θεώρησης ενός νέου είδους λειτουργικών αναπαραστάσεων που κρίνεται αναγκαίο για την εξέλιξη του νοήματος σε ένα γνωστικό σύστημα, και πιο

συγκεκριμένα, προτείνεται ένα νέο είδος αναπαραστάσεων που διέπεται από λειτουργικά ενσωματωμένη και αναδυόμενη φύση. Οι συνιστώσες έννοιες είναι η *ανάδυση*, η *αναγωγή*, η *συναγωγή*, η *κατερχόμενη σχέση αιτίου-αιτιατού*, η *ενσωμάτωση*, η *πληροφορία* και η *αναπαράσταση*.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** προτείνεται και παρουσιάζεται αναλυτικά ένα συνολικότερο πλαίσιο ανάλυσης και υποστήριξης της δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος και των ιδιοτήτων/ικανοτήτων των αντίστοιχων γνωστικών/σχεδιαστικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, επιχειρείται η θεωρητική εδραίωση ενός πλαισίου που θα υποστηρίζει, θα αναλύει, θα επεξηγεί και θα περιγράφει την πορεία της δημιουργίας ενός αυτόνομου συστήματος, καθώς επίσης, την ανάδυση του είδους των αναπαραστάσεων που προτείνονται στο τέταρτο κεφάλαιο και οι οποίες κρίνονται απαραίτητες για την περαιτέρω ανάπτυξη της αυτονομίας του. Ειδικότερα, επιχειρείται η ανάλυση, επεξήγηση και περιγραφή του περάσματος από το χαμηλότερο και στοιχειώδες επίπεδο βασικής αυτονομίας, μέχρι το επίπεδο της αυτό-κατευθυνόμενης βάσει των δυναμικών προσδοκιών μάθησης ενός αυτόνομου συστήματος. Για να γίνει αυτό προτείνεται η εισαγωγή της έννοιας της δυναμικής σημείωσης, που προσδίδει ερμηνευτικά χαρακτηριστικά στις διεργασίες αλληλεπίδρασης, ανοίγοντας ουσιαστικά το αυτόνομο σύστημα προς το περιβάλλον και επιτρέποντας την ανοικτό-κλεισμένη εξέλιξή του. Ειδικότερα, επιλέγεται το πλαίσιο σημειωτικών διεργασιών του Peirce, ως κατάλληλο για την εισαγωγή της σημειωτικής/ερμηνευτικής διάστασης στο γενικότερο συστημικό-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και αναλυτικά προτείνεται μια καινούργια αρχιτεκτονική που φαίνεται να παρέχει τη δυνατότητα διαχείρισης της λειτουργικής αποτελεσματικότητας των αναδυόμενων αναπαραστάσεων, καθώς το αυτόνομο γνωστικό/σχεδιαστικό σύστημα εμπλέκεται σε γνωστικές/σχεδιαστικές διεργασίες με το περιβάλλον του. Οι κυριότερες έννοιες/ιδιότητες που οδηγούν στη θεωρητική θεμελίωση του προτεινόμενου πλαισίου είναι, μαζί με αυτές των προηγούμενων κεφαλαίων, η *αυτονομία*, η *λειτουργικότητα*, η *πρόθεση*, η *δυναμική* και *αναδρομική αυτό-διατήρηση*, οι *δυναμικές προϋποθέσεις*, το *ενεργό σύνορο*, η *κλειστότητα διεργασίας* και *αλληλεπίδρασης*, οι *σημειωτικές διεργασίες*, η *γνωστική* και η *σημειωτική τομή*, η *κανονιστικότητα*, οι *δυναμικές προσδοκίες* και η *αυτό-κατεύθυνση*.

Στο **έκτο κεφάλαιο** επιχειρείται η ανάλυση και μοντελοποίηση της πολύπλοκης σχεδιαστικής διεργασίας και της δημιουργικότητας, βάσει του συστημικό-θεωρητικού μοντέλου ανάδυσης του νοήματος και της αυτονομίας που προτείνεται και παρουσιάζεται στο πέμπτο κεφάλαιο. Ειδικότερα, επιχειρείται η ανάλυση και προτείνεται ένα μοντέλο της αλληλεπιδραστικής φύσης της σχεδιαστικής διεργασίας λαμβάνοντας υπόψη τον ιδιαίτερο ρόλο της αυτό-οργάνωσης, των δυναμικών προσδοκιών και του πλαισίου δράσης του σχεδιαστικού συστήματος, με σκοπό τον εντοπισμό και την διευκόλυνση της ανάδυσης δημιουργικότητας κατά τη σχεδιαστική διεργασία. Απώτερος στόχος είναι η ανάδειξη της γνωστικής, επικοινωνιακής και συνεργατικής διάστασης της σχεδιαστικής διεργασίας, αλλά και της ανάδυσης της δημιουργικότητας στα εμπλεκόμενα γνωστικά συστήματα. Συνολικότερα, επιχειρείται η νατουραλιστική εξήγηση και μοντελοποίηση της ανάδυσης της δημιουργικότητας κατά τη σχεδιαστική διεργασία και ο εντοπισμός των βασικότερων απαιτήσεων και χαρακτηριστικών των εμπλεκόμενων γνωστικών συστημάτων για την περαιτέρω ώθησή της.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** γίνεται μια κριτική παρουσίαση της μέχρι τώρα σχέσης μεταξύ των γονιδίων και της έννοιας της πληροφορίας, η οποία κρίνεται ανεπαρκής για την κατανόηση της έννοιας της πληροφορίας και κατ' επέκταση στη βιολογία. Στη συνέχεια, βάσει του πλαισίου ανάδυσης του νοήματος στα αυτόνομα συστήματα που παρουσιάζεται στο πέμπτο κεφάλαιο και των θεωριών της ανάδυσης που αναλύονται στο τέταρτο κεφάλαιο επιχειρείται η εδραίωση ενός λειτουργικού μοντέλου των διόδων σηματοδότησης του αυτόνομου ανοσοποιητικού συστήματος, με σκοπό τη βαθύτερη κατανόηση και την καλύτερη εξήγηση των αναφορικών (σημασιολογικών/πραγματικών) λειτουργιών των μορίων σηματοδότησης.

Στο **όγδοο κεφάλαιο** παρουσιάζονται οι κυριότερες προσεγγίσεις στη σχεδίαση και υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου τεχνητού πράκτορα. Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά το πρόβλημα πλαισίου και επιχειρηματολογείται η αναγωγή του στο πρόβλημα αγκίστρωσης συμβόλων και γενικότερα, στο πρόβλημα της αναζήτησης τρόπων δημιουργίας, μετατροπής και εξέλιξης των

αναπαραστάσεων, ενδογενώς ενός δυναμικά ενσωματωμένου και αλληλεπιδραστικού συστήματος. Στη συνέχεια και με βάση τα αποτελέσματα του δεύτερου, τέταρτου, πέμπτου και έκτου κεφαλαίου υποστηρίζεται ότι η σχεδίαση αυτόνομων τεχνητών πρακτόρων απαιτεί την εμφάνιση ενός είδους λειτουργικότητας το οποίο, πρωτίστως, θα υποστηρίζει την αναπαραστασιακή αυτονομία του τεχνητού πράκτορα. Τέλος προτείνεται και γίνεται αναλυτική και κριτική παρουσίαση μιας αρχιτεκτονικής υλοποίησης ολοκληρωμένων τεχνητών πρακτόρων, η οποία έχει ως σκοπό την όσο το δυνατόν περισσότερο αυτόνομη (δηλαδή όσο τον δυνατόν λιγότερο εξαρτημένη από τον σχεδιαστή) υποστήριξη του πράκτορα, σε όλο τον προσδόκιμο κύκλο των αλληλεπιδράσεών του.

Στο **ένατο κεφάλαιο** (επίλογος) της διατριβής παρατίθεται η συνολική συμπερασματολογία και τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής.

Συνεισφορά στην Ερευνητική Περιοχή

Από τη συνολική θεώρηση της διατριβής, εκτιμάται ότι η συνεισφορά στη διεπιστημονικότητα της ερευνητικής περιοχής εντοπίζεται κυρίως στα σημεία που περιγράφονται στη συνέχεια:

- ✓ Παρέχεται κριτική επισκόπηση του πολύπλοκου προβλήματος του ρόλου του νοήματος στους γνωστικούς πράκτορες και μια ολιστική και εκ των πραγμάτων διεπιστημονική σύνδεση των θεμελιωδών αρχών, εννοιών, ιδιοτήτων και προϋποθέσεων των αντίστοιχων θεωρητικών πλαισίων από τις γνωστικές περιοχές της φιλοσοφίας, της συστημικής επιστήμης, της γνωστικής επιστήμης, της βιολογίας, της σημειωτικής και της τεχνητής νοημοσύνης.
- ✓ Γίνεται ανάλυση και κριτική παρουσίαση του συστημικο-θεωρητικού πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και της αυτό-οργάνωσης ως προς το ρόλο τους στην προσέγγιση του λειτουργικού ρόλου του νοήματος σε ένα γνωστικό σύστημα, καθώς και εμπειριστατωμένη υπόδειξη των ορίων τους αναφορικά με τις δυνατότητες μοντελοποίησης της γνωστικής εξέλιξης ενός αυτόνομου πράκτορα.
- ✓ Συνδέονται οι θεμελιώδεις έννοιες της ανάδυσης και της ενσωμάτωσης με την ιδιοσυστατική εξέλιξη ενός αυτόνομου συστήματος μέσα από τις προϋποθέσεις που θέτουν για τη λειτουργική υπόσταση της οργάνωσής του.
- ✓ Προτείνεται ένα καινούργιο είδος αναπαράστασης με επεξηγηματικό αλλά και με λειτουργικά πρακτικό ρόλο για την εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων ενός αυτόνομου συστήματος. Συγκεκριμένα, προτείνεται ένα νέο είδος λειτουργικών αναπαραστάσεων που αναδύονται κατά την ένσκηψη, εκ προθέσεως και ενσωματωμένη αλληλεπίδραση του γνωστικού συστήματος με το περιβάλλον του.
- ✓ Προσδιορίζεται η θεώρηση του προβλήματος της ανάλυσης και μοντελοποίησης της γνωστικής διεργασίας ως ένα μέρος της συνολικότερης αλληλεπίδρασης ενός συστήματος με το περιβάλλον, με πρωταρχικό σκοπό τη διατήρηση και εν συνεχεία την ανάπτυξη της αυτονομίας του.
- ✓ Προτείνεται, αναλύεται και θεωρητικά εδραιώνεται ένα συστημικο-σημειωτικό πλαίσιο ανάλυσης, επεξήγησης και περιγραφής της πορείας ενός αυτόνομου συστήματος από το στοιχειώδες επίπεδο βασικής αυτονομίας μέχρι το επίπεδο της αυτό-κατευθυνόμενης μάθησης. Επιπλέον, προτείνεται η χρήση των σημειωτικών διεργασιών του Peirce για τη διαμόρφωση μιας αρχιτεκτονικής που επιτρέπει την παρατήρηση και εξέταση των λειτουργικά αναδυόμενων αναπαραστάσεων του αυτόνομου συστήματος κατά την πορεία αύξησης των γνωστικών του ικανοτήτων. Το προτεινόμενο πλαίσιο ευρύνεται σε όλη τη διαδρομή της εξέλιξης ενός αυτόνομου συστήματος και ως εκ τούτου μπορεί να οδηγήσει σε μοντέλα που αφορούν συστήματα στο βιολογικό, στο γνωστικό και στο κοινωνικό/συνεργατικό επίπεδο.

- ✓ Προτείνεται η προσέγγιση των σχεδιαστικών διεργασιών ως ένα υπερσύνολο των γνωστικών διεργασιών μέσα από το προτεινόμενο συστημικό-σημειωτικό πλαίσιο. Η σχέση του προτεινόμενου πλαισίου με τη σχεδίαση, από τη μία μεριά είναι έμμεση, διότι μέσα από το συγκεκριμένο πλαίσιο παρέχεται μια κατανόηση της φύσης των συστημάτων στα οποία απευθύνονται τα αποτελέσματα της σχεδίασης, και από την άλλη μεριά είναι άμεση, διότι το εν λόγω πλαίσιο επιχειρεί να εξηγήσει και να περιγράψει τις ενέργειες των γνωστικών συστημάτων όταν αυτά εμπλέκονται μεταξύ τους σε ένσκοπες και εκ προθέσεως αλληλεπιδράσεις, δηλαδή όταν σχεδιάζουν.
- ✓ Παρέχεται ένα λειτουργικό μοντέλο της αλληλεπιδραστικής φύσης της σχεδιαστικής διεργασίας λαμβάνοντας υπόψη τον ιδιαίτερο ρόλο της αυτό-οργάνωσης, των δυναμικών προσδοκιών και του πλαισίου δράσης του σχεδιαστικού συστήματος, με σκοπό τον εντοπισμό και την διευκόλυνση της ανάδυσης δημιουργικότητας κατά τη σχεδιαστική διεργασία. Επιπλέον, προτείνεται μια νατουραλιστική εξήγηση της δημιουργικότητας ως μια ιδιότητα αναδύομενη στην σχεδιαστική διεργασία και όχι ως μια εξωπραγματική ιδιότητα μια ιδιοφυίας.
- ✓ Προτείνεται και παρέχεται ένα λειτουργικό μοντέλο κατανόησης της σημειωτικής φύσης της αλληλεπίδρασης των ζωντανών οργανισμών, προκειμένου να αναλυθεί και να μοντελοποιηθεί η σημαντική (σημασιολογική) και η πραγματική διάσταση της πληροφορίας στα πολύπλοκα βιολογικά συστήματα. Επίσης, το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται για την ανάλυση και μοντελοποίηση των λειτουργικών πτυχών της σηματοδότησης και των αντίστοιχων διόδων (pathways) του ανοσοποιητικού συστήματος δείχνοντας τον τρόπο με τον οποίο δύναται να εξηγηθεί η απόδοση, του νοήματος στις πολύπλοκες δράσεις των κυττάρων.
- ✓ Υποστηρίζεται η αναπαραστασιακή αυτονομία του συστήματος ως η βασική προϋπόθεση για τη σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων που θα μπορούν να προσαρμοστούν στα διαρκώς μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα με τα οποία αλληλεπιδρούν. Προτείνεται ότι η σχεδίαση των αυτόνομων τεχνητών πρακτόρων πρέπει να στοχεύει στην υποστήριξη, σε ικανοποιητικό βαθμό, του συνόλου των θεμελιωδών και χαρακτηριστικών ιδιοτήτων της γνωστικής διεργασίας, αναδεικνύοντας την εξελικτική και προσαρμοστική τους διάσταση, σε διάφορους τύπους δυναμικά μεταβαλλόμενων περιβαλλόντων, ανεξαρτήτως μεγέθους και ποσοτικών ικανοτήτων του τεχνητού πράκτορα.
- ✓ Προτείνεται και παρέχεται αρχιτεκτονική υλοποίησης τεχνητών πρακτόρων, η οποία έχει ως σκοπό την όσο το δυνατόν περισσότερο αυτόνομη (δηλαδή όσο τον δυνατόν λιγότερο εξαρτημένη από τον σχεδιαστή) υποστήριξη του πράκτορα, σε όλο τον προσδόκιμο κύκλο των αλληλεπιδράσεών του.

1 – Το Νόημα στη Φιλοσοφία

1.1 Το Νόημα και η Φιλοσοφία της Γλώσσας

Ο τρόπος με τον οποίο το νόημα και η γλώσσα σχετίζονται με την πραγματικότητα έχει απασχολήσει σε μεγάλο βαθμό την φιλοσοφία του 20^{ου}, αλλά και του 21^{ου} αιώνα. Αυτό ήταν αποτέλεσμα, κατά μεγάλο βαθμό, της επανάστασης της λογικής που ξεκίνησε από τους Frege, (1984) και Russell (1999). Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της αναλυτικής φιλοσοφίας είναι η παραδοχή ότι ‘η φιλοσοφία της γλώσσας’ είναι τα θεμέλια της φιλοσοφίας του υποκειμένου. Αν και η παραδοχή αυτή δεν είναι αποδεκτή από πολλούς, όλοι σχεδόν συμφωνούν ότι τα φαινόμενα του νοήματος παρουσιάζουν τα περισσότερα από τα πιο δύσκολα και άλυτα προβλήματα της φιλοσοφίας.

Το νόημα μίας λέξης δείχνει να βρίσκεται ταυτόχρονα έξω στον κόσμο και μέσα σε άλλες λέξεις. Για παράδειγμα, το νόημα της λέξης αυτοκίνητο σχετίζεται ταυτόχρονα με τα αντίστοιχα αντικείμενα στο δρόμο, αλλά και με άλλες λέξεις με τις οποίες συνδυάζεται προκειμένου να σχηματιστούν προτάσεις οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για να εκφράσουν κάποιον ισχυρισμό, όπως τα ‘αυτοκίνητα είναι μηχανές’, μία ερώτηση, όπως ‘τι αυτοκίνητο είναι αυτό;’, να προειδοποιήσουν, ‘πρόσεχε το αυτοκίνητο που έρχεται’ κτλ. Οτιδήποτε άλλο και να εμπλέκεται στο νόημα, είναι αρκετά ξεκάθαρο το ότι οι δύο παραπάνω ρόλοι είναι πολύ σημαντικοί. Εάν κάποιος γνωρίζει το νόημα της λέξης ‘αυτοκίνητο’, τότε θα πρέπει να είναι σε θέση να κατανοήσει πού και πώς αναφέρεται η λέξη αυτή σε πράγματα του περιβάλλοντος (του εξωτερικού κόσμου – σε μία κατάσταση πραγμάτων) και θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιεί την λέξη αυτή σε αρκετές προτάσεις. Επομένως, μια σημασιολογική θεωρία του νοήματος θα πρέπει να μπορεί να εξηγήσει τον διττό ρόλο των λέξεων.

Στη σημασιολογική θεωρία του Frege (1984) οι δύο αυτοί ρόλοι εξηγούνται ταυτόχρονα. Ο Frege, αντιστοιχεί με κάθε σημαντικό (που έχει νόημα) μέρος της γλώσσας μία αναφορά (*reference*). Η αναφορά μιας έκφρασης είναι, αρκετά διαισθητικά, αυτό το οποίο αντιπροσωπεύει ή συμβολίζει. Η αναφορά της έκφρασης «Σαντορίνη» είναι ένα συγκεκριμένο νησί. Το ενδιαφέρον στην προσέγγιση του Frege ήταν ο ισχυρισμός του ότι οι αναφορές των επί μέρους στοιχείων μιας πρότασης συνεισφέρουν με ένα συστηματικό τρόπο στην αλήθεια ή στην ανακρίβεια της πρότασης. Έτσι, η αλήθεια ή η ανακρίβεια της πρότασης ‘η Σαντορίνη είναι νησί των Κυκλάδων’ καθορίζεται από τις αναφορές των επί μέρους λέξεων και από τον τρόπο με τον οποίο συνδυάζονται. Το πρόβλημα που παρουσιάζεται με αυτή τη θεώρηση του νοήματος είναι ότι εάν αντικατασταθεί μία λέξη στην παραπάνω πρόταση με μία άλλη που έχει την ίδια αναφορά, η αλήθεια ή η ανακρίβεια της πρότασης δεν θα αλλάξει, αλλά για κάποιον που δεν γνωρίζει το νόημα (επομένως και την αναφορά της καινούργιας λέξης) η πρόταση θα δείχνει ανακριβής. Έτσι, η πρόταση ‘η Στρογγύλη είναι ένα νησί των Κυκλάδων’ θα δείχνει λάθος σε περίπτωση που κάποιος δεν γνωρίζει το νόημα της λέξης ‘Στρογγύλη’. Αν λοιπόν το νόημα είναι αυτό που καθορίζει το αληθές ή το λάθος μιας πρότασης, τότε, προφανώς, θα πρέπει να υπάρχει κάτι παραπάνω στο νόημα μιας πρότασης από τις αναφορές των επιμέρους στοιχείων της.

Ο Frege αντιλήφθηκε σχεδόν γρήγορα το πρόβλημα και επέκτεινε τη θεωρία του προσθέτοντας την έννοια της *αίσθησης* (*sense*). Η αίσθηση μιας έκφρασης δεν είναι η αναφορά της, αλλά ο τρόπος με τον οποίο αναφέρεται σε μια κατάσταση πραγμάτων¹. Κάθε αίσθηση καθορίζει μια αναφορά, αλλά σε μία αναφορά μπορεί να αντιστοιχηθούν πολλές αισθήσεις. Η βασική θεώρηση του Frege είναι ότι οι αισθήσεις είναι αφηρημένες καταστάσεις πραγμάτων και όχι ιδέες στο

¹ Με τον όρο ‘κατάσταση πραγμάτων’ θεωρείται τόσο ένα υλικό όσο και ένα άυλο αντικείμενο/πράγμα, καθώς επίσης ένα σύμπλεγμα αντικειμένων/πραγμάτων που βρίσκονται σε μια δυναμική ή στατική ισορροπία.

μυαλό ενός πράκτορα. Αν και η έννοια της αίσθησης διορθώνει το πρόβλημα, υπάρχει μια πολύ γενικότερη ερώτηση σχετικά με τη συγκεκριμένη θεώρηση, την οποία ο Frege δεν απαντάει. Δεδομένου ότι οι λέξεις αναφέρονται σε καταστάσεις πραγμάτων, πως μπορεί κανείς να εξηγήσει αυτή την αναφορική σχέση? Τι είναι αυτό που κάνει οποιαδήποτε λέξη να μπορεί να αναφέρεται σε κάποια κατάσταση πραγμάτων? Μία απάντηση, η οποία όμως παραμένει αρκετά αόριστη, είναι ότι οι λέξεις έχουν το νόημα που τους δίνεται μέσα από τη χρήση που κάνει ο ομιλητής με κάθε λέξη. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας προσέγγισης είναι ο *Λογικός Θετικισμός (Logical Positivism)* ο οποίος υποστηρίζει ότι το νόημα μιας πρότασης δίνεται από ότι χρειάζεται προκειμένου να επαληθευθεί η πρόταση. Σε αυτή τη περίπτωση το νόημα εξηγείται μέσω των ψυχολογικών καθώς και άλλων ικανοτήτων των ομιλητών να αποφανθούν για την ορθότητα της πρότασης.

Ο Quine (1960) αντέδρασε στη θεώρηση του Frege. Συντάχθηκε με τους θετικιστές στο ότι το νόημα συνδέεται με την εμπειρία, αλλά υποστήριξε ότι η εμπειρία δεν σχετίζεται με απλές προτάσεις, αλλά με ολόκληρες θεωρίες. Η ερώτηση του Quine, 'τι αποδείξεις καθορίζουν ότι κάποιος σημαίνει κάτι κάνοντας συγκεκριμένους ήχους' δείχνει ότι η μόνη αποδεκτή απόδειξη μπορεί να είναι συμπεριφορική (αναφερόμενη στη συμπεριφορά) και επομένως απορρίπτει οποιαδήποτε επίκληση στις δυνατότητες της ενδοσκόπησης ή των 'αισθήσεων' του Frege. Το πρόβλημα εδώ παραμένει ίδιο, και ίσως να είναι ακόμη μεγαλύτερο, διότι καμία συμπεριφορική απόδειξη δεν μπορεί να προσδιορίσει το νόημα μιας λέξης, εφόσον είναι δυνατόν να κατασκευάζει κανείς εναλλακτικές και ασύμβατες 'μεταφράσεις' της απόδειξης. Ο Quine προσπαθεί να ξεπεράσει το πρόβλημα ισχυριζόμενος ότι η μετάφραση είναι απροσδιόριστη και η αναφορά είναι ανεξιχνίαστη. Με άλλα λόγια, δεν μπορούν να υπάρξουν αποδείξεις για το τι οι λέξεις και οι αντίστοιχες προτάσεις σημαίνουν.

Μία άλλη προσπάθεια να εξηγηθεί το νόημα έγινε από τον Davidson (1984) ο οποίος προσπάθησε να εξηγήσει το νόημα μέσω της αλήθειας, η οποία έδειχνε εκείνη την εποχή πιο λογικά εξηγήσιμη από το νόημα. Συγκεκριμένα, ο Tarski (1969) απασχολούμενος με την επιστήμη της λογικής, όρισε την τιμή της αλήθειας για προτάσεις συγκεκριμένων τυπικών (formal) γλωσσών. Έτσι απέδειξε πως μπορούν τυπικά να παραχθούν, μέσω των αξιωμάτων και των κανόνων της θεωρίας του, οι προτάσεις (τις οποίες ονόμασε 'Α-προτάσεις', ή 'T-sentences', δηλαδή, 'Αληθείς-Προτάσεις') που ανέφεραν αυτά που διαισθητικά θα λαμβάνονταν ως οι συνθήκες κάτω από τις οποίες οποιαδήποτε πρόταση μιας γλώσσας είναι αληθής.

Ο Davidson πρότεινε τη θεωρία των αληθών προτάσεων του Tarski ως μια θεωρία του νοήματος. Ως γενική αρχή είχε την ιδέα, ότι μια θεωρία του νοήματος για μια γλώσσα, θα έπρεπε να εμπεριέχει, για κάθε δυνατή πρόταση της γλώσσας αυτής, μια πρόταση που θα *παρέχει το νόημά της*. Η πιο προφανής περίπτωση είναι αυτή της ομοφωνίας, όπου η απόδοση του νοήματος μιας πρότασης είναι η ίδια η πρόταση. Για παράδειγμα, η πρόταση 'η Σαντορίνη είναι νησί των Κυκλάδων' σημαίνει ότι 'η Σαντορίνη είναι νησί των Κυκλάδων'. Αυτό φαίνεται αρκετά επιφανειακό, αλλά ο Davidson παρατήρησε ότι εάν αντικατασταθεί ο όρος 'σημαίνει' στην παραπάνω πρόταση με τον όρο 'είναι αληθής αν και μόνο εάν', το αποτέλεσμα θα είναι μία Α-πρόταση, για την οποία ο Tarski έδειξε τον τρόπο με τον οποίο αποδεικνύεται. Αυτός δεν είναι άλλος από τον τρόπο με τον οποίο η αλήθεια των προτάσεων καθορίζεται συστηματικά από τις σημασιολογικές ιδιότητες των επιμέρους στοιχείων της. Συνεπώς, χρησιμοποιώντας τη θεωρία των αληθών προτάσεων του Tarski ως μια θεωρία του νοήματος, ο Davidson εισήγαγε την ιδέα ότι *το νόημα μιας πρότασης ισούται με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες η πρόταση αυτή αληθεύει (συνθήκες αληθείας)*.

Τα προβλήματα παραμένουν στην θεωρία του Davidson, εφόσον δεν χρησιμοποιεί την έννοια της αίσθησης και επομένως, δεν μπορεί να εξηγήσει τα φαινόμενα που μέσω αυτής της έννοιας απάντησε ο Frege. Είναι προφανές ότι το να δώσει κανείς τις συνθήκες αληθείας των προτάσεων 'η Σαντορίνη είναι νησί των Κυκλάδων' και 'η Στρογγύλη είναι νησί των Κυκλάδων' δεν λύνει το πρόβλημα, εφόσον και οι δύο προτάσεις έχουν τις ίδιες συνθήκες αληθείας. Ο Davidson απαντάει σε αυτό το πρόβλημα λέγοντας ότι είναι άλλο πράγμα να κατασκευάζει κανείς μια θεωρία που αποδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο η σημασιολογικές ιδιότητες ολόκληρων

προτάσεων σχηματίζονται συστηματικά από τις σημασιολογικές ιδιότητες των επιμέρους στοιχείων τους και άλλο να αποδείξει κανείς πως μια τέτοια θεωρία εφαρμόζεται σε ξεχωριστούς ομιλητές. Το δεύτερο χρειάζεται επίκληση των πεποιθήσεων του κάθε χρήστη της γλώσσας, την εξερεύνηση των οποίων Ο Davidson δεν ξεκινά, αλλά υποστηρίζει ότι η πεποίθηση και το νόημα είναι αλληλεξαρτώμενα και συνεχίζει ισχυριζόμενος ότι κανένας και τίποτα δεν μπορεί πραγματικά να έχει πεποιθήσεις εάν δεν έχει παράλληλα μία δημόσια γλώσσα. Αρκετοί φιλόσοφοι δεν συμερίζονται τη θέση του επειδή από τη μία πλευρά είναι αναμφισβήτητο το γεγονός ότι συγκεκριμένοι μη-γλωσσολογικοί πράκτορες (όπως ο σκύλος και ο πίθηκος) έχουν πεποιθήσεις και από την άλλη, πιστεύουν ότι το νόημα μπορεί να εξηγηθεί μέσω του περιεχομένου των νοητικών καταστάσεων του πράκτορα².

Μια αρκετά σημαντική πρόταση προς αυτή την κατεύθυνση έγινε από τον Grice (1957) ο οποίος πρότεινε ότι το νόημα των προτάσεων μπορεί να αναχθεί στην πρόθεση του ομιλητή να επιφέρει μια πεποίθηση στον ακροατή μέσω της αναγνώρισης από τον τελευταίο της συγκεκριμένης πρόθεσης. Αν και η προσέγγιση του Grice δεν είναι πολύ δημοφιλής στη σύγχρονη επιστήμη, η ιδέα του να αναχθεί το νόημα στις ψυχολογικές καταστάσεις των ομιλητών είναι ευρέως αποδεκτή. Αυτό δικαιολογείται λόγω του μεγάλου βαθμού υποχώρησης της φιλοσοφίας της γλώσσας την εποχή διατύπωσης των συγκεκριμένων θεωριών, αφήνοντας ελεύθερο το πεδίο στη φιλοσοφία της νόησης. Η άμεση συνέπεια ήταν ότι το πρόβλημα του νοήματος μετατράπηκε στο πρόβλημα της εκ προθέσεως συμπεριφοράς και κατ' επέκταση, της γνωστικής διεργασίας που την υποστηρίζει.

1.2 Το Νόημα και η Φιλοσοφία της Νόησης

Οι πληροφορίες και τα νοήματα αποτελούν ένα σημαντικό μέρος του κόσμου μέσα στον οποίο δρουν τα διάφορα γνωστικά συστήματα, καθώς επίσης και των ίδιων των γνωστικών πρακτόρων. Είναι προφανές ότι υπάρχουν κάποια είδη σχέσεων μεταξύ των πληροφοριών και των νοημάτων. Όταν κανείς διαβάσει μια εφημερίδα, ρίχνει το ενδιαφέρον του στα άρθρα που έχουν κάποιο νόημα σε σχέση με τα υποκειμενικά ενδιαφέροντά του. Τα εν λόγω νοήματα μπορεί να διαφέρουν (ακόμη και σε μεγάλο βαθμό) από εκείνα που παρακίνησαν τους συγγραφείς των άρθρων.

Γενικότερα, ένας κεραυνός θα δημιουργήσει διαφορετικά νοήματα σε ένα γνωστικό σύστημα (που έχει τον ρόλο του παρατηρητή), στην περίπτωση που ο τελευταίος βρίσκεται στην παραλία ή σε ένα κλειστό και προστατευμένο καταφύγιο. Ένας βάτραχος είναι οπλισμένος με ένα οπτικό σύστημα που του δίνει τη δυνατότητα να παρατηρεί αντικείμενα στο μέγεθος ενός εντόμου ή ενός σκουληκιού, δεδομένου ότι αυτά θα κινούνται αναλόγως. Αντιθέτως, η οπτική πληροφορία ενός φαγητού που δεν κινείται, δεν θα δημιουργήσει κανένα νόημα στον βάτραχο. Το αρσενικό τζιτζίκι καλεί το θηλυκό για ζευγάρι και αναπαραγωγή παράγοντας ένα συγκεκριμένο ήχο. Ο συγκεκριμένος ήχος αποκτά νόημα σύμφωνα με τη δυνατότητα επιβίωσης του συγκεκριμένου είδους. Αυτά τα χαρακτηριστικά παραδείγματα δείχνουν ότι οι ερωτήσεις σχετικά με τη φύση και το περιεχόμενο του νοήματος σε σχέση με την αντίστοιχη πληροφορία, προκύπτουν σε πολλές και ποικίλες καταστάσεις της καθημερινότητας των γνωστικών πρακτόρων.

Σχεδόν σε ολόκληρη την πορεία της επιστήμης, φιλόσοφοι και επιστήμονες ερευνούσαν το νόημα των λέξεων, των προτάσεων, της γλώσσας και γενικότερα των διαφόρων σημείων τα οποία επικοινωνούσαν μεταξύ τους. Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, στον 20^ο αιώνα, η αναλυτική φιλοσοφία, έχοντας ως βασικά της εργαλεία τη λογική και τη γλώσσα, συσχέτισε το νόημα των προτάσεων με το βαθμό αληθείας ή ψεύδους που τις χαρακτήριζε.

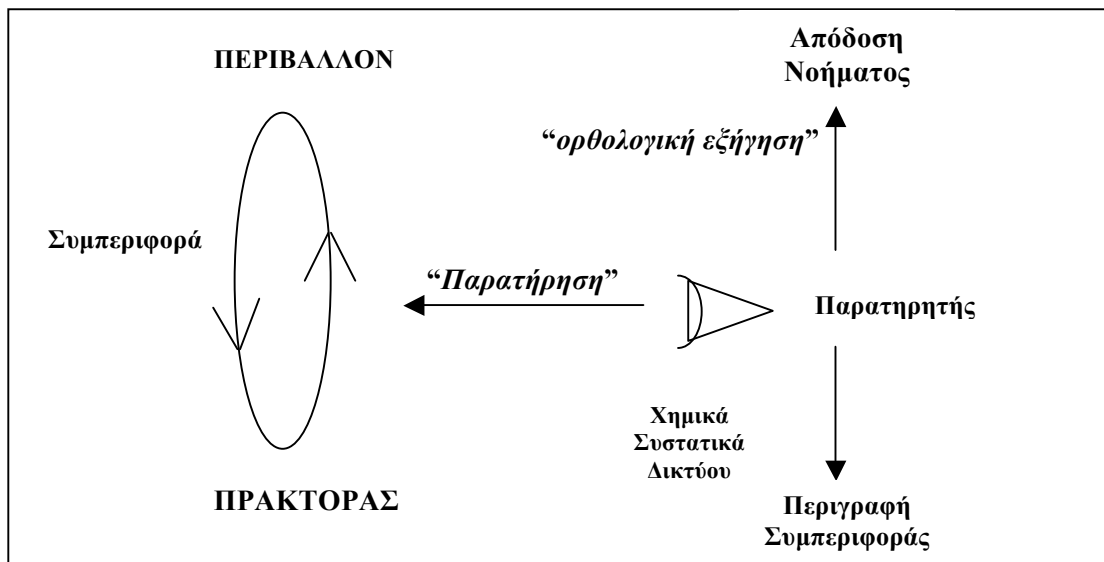
² Ο Davidson γνώριζε και αποδεχόταν αυτή την εκδοχή αλλά στόχευε στον να εξηγήσει το υψηλό νόημα – το ανθρώπινο, και έτσι αναγκάστηκε να ξεκινήσει από τη γλώσσα αφήνοντας έξω πολλά σημαντικά πράγματα και έννοιες.

Από την πιο τεχνοκρατική πλευρά της επιστήμης, ο Shannon (1948) ανέπτυξε έναν τρόπο για τη μέτρηση του περιεχομένου της πληροφορίας σε ένα μήνυμα. Ωστόσο, η φόρμουλα του Shannon δεν λάμβανε καθόλου υπόψη το νόημα της πληροφορίας, εφόσον θεωρούνταν άσχετο για το μηχανιστικό πρόβλημα που καλούταν να επιλύσει (δείτε §2.1.2). Αργότερα, ο MacKay (1969) πρότεινε να οριστεί το νόημα της πληροφορίας σε σχέση με τον προσανατολισμένο σε κάποιο σκοπό (target-oriented) ρόλο της σε μια επικοινωνία. Αν και η προσέγγιση του MacKay ήταν αρκετά πιο πλήρης από αυτή του Shannon, ήταν πολύ γενική για να μπορέσει να δώσει μια εξήγηση σχετικά με την δημιουργία και ανάπτυξη του νοήματος σε ένα γνωστικό σύστημα. Ειδικότερα, υπήρξαν αρκετές θεωρήσεις σχετικά με τη δυνατότητα μιας ‘σημαντικής πληροφορίας’ (meaningful information) να τροφοδοτεί τα κίνητρα και τις πεποιθήσεις των γνωστικών πρακτόρων. Παρόλα αυτά, καμία από αυτές τις προσεγγίσεις δεν μπόρεσαν να εξηγήσουν το νόημα ως μια ξεχωριστή έννοια, ανεξαρτήτως της πληροφορίας που σχετιζόταν με αυτό ή το σύστημα με το οποίο το διαχειριζόταν.

Στην πορεία για μια τέτοια αναζήτηση, ο πιο ‘φανερός’ δρόμος ήταν αυτός της σύνδεσης του νοήματος με το μυαλό (νου) του γνωστικού πράκτορα. Γενικότερα, ο όρος ‘νόημα’ μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ποικίλους τρόπους. Τα περισσότερα λεξικά συνδέουν το ‘νόημα’ με την δράση ενός ανθρώπινου μυαλού (και γενικότερα ενός γνωστικού συστήματος) ή/και με τη λειτουργία των σημείων (σημάτων) και των ‘καταστάσεων των πραγμάτων’ τις οποίες αναπαριστούν. Η σύνδεση γίνεται μέσω της *αίσθησης* (*sense*) που δημιουργεί ένα σημείο (μία λέξη, μία πρόταση, κτλ.) στο μυαλό ενός πράκτορα, ή/και μέσω της οντότητας που επικοινωνείται στο μυαλό του πράκτορα μέσω της συγκεκριμένης λέξης, πρότασης, και οποιουδήποτε άλλου σημείου που παίζει τον ίδιο ρόλο.

Επομένως, η έννοια του νοήματος είναι σχεδόν γενικά αποδεκτή, ως κατά κάποιο τρόπο, *συνδεδεμένη* με την πληροφορία που επεξεργάζεται το γνωστικό σύστημα. Η σύνδεση αυτή με το γνωστικό σύστημα έχει μερικές σημαντικές επιπτώσεις στην βαθύτερη κατανόηση της έννοια του νοήματος. Συγκεκριμένα, κανείς θεωρεί ότι η σύνδεση της έννοιας του νοήματος στις δραστηριότητες και τις επιδόσεις ενός γνωστικού πράκτορα, εμμέσως συνδέει την κατανόηση του νοήματος στην κατανόηση του μυαλού του γνωστικού πράκτορα. Ειδικότερα, κάθε πληροφορία που επεξεργάζεται από ένα γνωστικό σύστημα, συνεπάγεται την ανάμιξη ενός μυαλού και κατ’ επέκταση, την παρουσία ευφυΐας, λογικής, συναισθημάτων, σκέψεων, κοινής λογικής, κτλ.). Επομένως, η έννοια του νοήματος είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τα χαρακτηριστικά και τις επιδόσεις του μυαλού ενός γνωστικού συστήματος.

Η εν λόγω σύνδεση, αν και έμμεση, έχει σημαντικές συνέπειες στην κατανόηση της έννοιας του νοήματος, επειδή κανείς δεν γνωρίζει πραγματικά το μυαλό των γνωστικών συστημάτων. Το μυαλό ενός γνωστικού συστήματος αποτελεί ακόμη μεγάλο μυστήριο, το οποίο προσπαθούν να ανακαλύψουν, έμμεσα ή άμεσα σχεδόν όλες οι επιστήμες. Ως εκ τούτου, η μελέτη του μυαλού είναι ποικίλη (φιλοσοφία, νευρολογία, τεχνητή νοημοσύνη (TN), ψυχολογία, γνωστική επιστήμη, κτλ.). Τα αποτελέσματα αυτών των περιοχών μελέτης είναι ποικίλα και πολλές φορές αντικρουόμενα, έτσι ώστε μερικοί ερευνητές να θεωρούν ότι η γενικότερη φύση του μυαλού, είναι προς το παρόν, έξω από το πεδίο της επιστημονικής γνώσης.



Σχήμα 1. Η συμπεριφορά παρατηρείται ως αλληλεπίδραση μεταξύ του πράκτορα και του περιβάλλοντός του. Το νόημα αποδίδεται στον πράκτορα από τον παρατηρητή.

Ωστόσο, αν και η σύνδεση της έννοιας του νοήματος με το μυαλό ενός γνωστικού πράκτορα δυσκολεύει την διερεύνηση του πρώτου, η αμεσότητα της εν λόγω σύνδεσης υποδεικνύει το σημείο εκκίνησης της διερεύνησης του νοήματος. Έτσι, η καινούργια πρόταση, σε αντίθεση με την κλασική συμπεριφερσιακή προσέγγιση, ήταν να ανοίξει το κουτί. Θεωρητικοί και ερευνητές όπως οι Fodor (1975; 1984), Stich (1981), Block, (1981), Kim, (1984) και ο Churchland (1989; 1995) υποστηρίζουν ότι οι εκ προθέσεως (*intentional*) ψυχολογικές καταστάσεις (πεποιθήσεις, επιθυμίες, ελπίδες, φοβίες, υποθέσεις, κτλ.) πρέπει, εξ' ορισμού, να υλοποιούνται (πραγματοποιούνται) σε οντότητες που βρίσκονται εντός του μυαλού του γνωστικού συστήματος και οι οποίες, κατά κάποιο τρόπο, αναπαριστούν (*represent*) τον εξωτερικό κόσμο, ή αλλιώς, το περιβάλλον του συστήματος.

Οι όποιες διαφωνίες σχετικά με την παραπάνω θεώρηση εντοπίζονται στο τι είδους αντικείμενα είναι οι καταστάσεις αναπαράστασης (*representational states*) και στο τι σημαίνει ότι «αναπαριστούν» τον έξω κόσμο. Πρόκειται για συγκεκριμένες πυροδοτήσεις νευρώνων ή βρίσκονται (υλοποιούνται/εμφανίζονται) σε υψηλότερα επίπεδα οργάνωσης, όπως για παράδειγμα τα λειτουργικά μοντέλα ενός λογισμικού? Μπορούν να πάρουν τη μορφή ενός μονοδιάστατου γλωσσολογικού συμβόλου ή μπορούν να είναι πιο ασαφή και κατανεμημένα? Παρόλα τα ερωτήματα που μπορούν να υπάρξουν σχετικά με το είδος, τη λειτουργία και τον τύπο των διαφόρων αναπαραστάσεων ενός πράκτορα, το βασικότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζει αυτή η θεώρηση αντικατοπτρίζεται στο υποθετικό ερώτημα: *εάν οι διάφορες ψυχολογικές καταστάσεις είναι οντότητες που βρίσκονται μέσα στο μυαλό του πράκτορα, τότε πως το γεγονός ότι αναπαριστούν τον εξωτερικό κόσμο διαφοροποιεί τη συμπεριφορά που υποτίθεται ότι ελέγχουν?* Με άλλα λόγια, πώς κάτι που βρίσκεται εσωτερικά σε έναν πράκτορα και αναφέρεται σε κάτι εξωτερικά αυτού, ελέγχει και καθορίζει τη συμπεριφορά του? Τι και πώς συνδέει τις εσωτερικές αναπαραστάσεις του πράκτορα με τον εξωτερικό του κόσμο?

Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι ότι προκειμένου να κατανοήσει κανείς αυτό που συμβαίνει στο μυαλό ενός πράκτορα, είναι απαραίτητο να κατανοήσει αυτό που συμβαίνει και στον εξωτερικό του κόσμο. Με άλλα λόγια, θα πρέπει κανείς να παρατηρήσει ταυτόχρονα τον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνεται, τόσο το εσωτερικό όσο και το εξωτερικό ενός πράκτορα. Σε αυτή την περίπτωση, θα πρέπει να δοθεί προσοχή στο γεγονός, ότι το περιβάλλον διαφορετικών πρακτόρων δεν διαμορφώνεται κατά τον ίδιο τρόπο. Έτσι, ενώ ένας άνθρωπος παρατηρεί τον υπολογιστή και τα βιβλία του μέσα στο δωμάτιό του, θα ήταν λάθος να ισχυριστεί κανείς ότι και το κατοικίδιο του έχει αναπαραστάσεις 'υπολογιστή' και 'βιβλίων' μέσα στο μυαλό του. Οι

έννοιες και τα νοήματα του συγκεκριμένου ανθρώπου μπορεί να μην ταιριάζουν στα αντικείμενα του συγκεκριμένου κατοικίδιου και αντιστρόφως.

Στις παρακάτω παραγράφους επιχειρείται η περιγραφή φιλοσοφικών και θεωρητικών προσεγγίσεων ανάλυσης και εξήγησης του νοήματος ενός πράκτορα, τόσο εσωτερικά σε αυτόν όσο και στο περιβάλλον του. Συγκεκριμένα, οι επόμενες ενότητες έχουν σκοπό να δείξουν το μέγεθος του προβλήματος και την πολυπλοκότητα του προσδιορισμού της έννοιας του νοήματος, καθώς επίσης, τα χαρακτηριστικά στοιχεία του πράκτορα, αλλά και τις ιδιότητες του περιβάλλοντός του που συντελούν στην δημιουργία, εξέλιξη και μετατροπή του νοήματος που χρησιμοποιεί.

1.3 Διαμορφώνοντας το Εσωτερικό του Γνωστικού Πράκτορα

1.3.1 Αντί-συμπεριφεριολόγοι και Εσωτερισμός

Η βασική ερώτηση που πρέπει να απαντηθεί είναι τι συμβαίνει στο μυαλό ενός πράκτορα ή διαφορετικά, τι είναι αυτό που κάνει μια ψυχολογική περιγραφή (δηλαδή μια γνωστική περιγραφή του παρατηρητή) των γεγονότων εσωτερικά του πράκτορα, να κρίνεται ως αληθής. Οι περισσότεροι αναλυτικοί φιλόσοφοι υποστηρίζουν ότι εάν κανείς θέλει μια περιγραφή να είναι πραγματικά αληθής, θα πρέπει να φροντίσει η περιγραφή του να έχει επεξηγηματικό ρόλο. Έτσι, δεν αρκεί μια *εκ προθέσεως περιγραφή (intentional description)* να κρίνεται από το εκάστοτε κλειστό κοινωνικό σύνολο ως εμπειρικά επαρκής ή ως απόλυτα χρήσιμη σε σχετικές προβλέψεις, αλλά θα πρέπει να είναι σε θέση να εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο παρήχθη η παρατηρούμενη συμπεριφορά.

Η επεξηγηματική ιδιότητα της περιγραφής εξαρτάται από τους θεωρητικούς όρους που χρησιμοποιούνται στην περιγραφή, και στην περίπτωση των *εκ προθέσεως περιγραφών* οι όροι αυτοί αποτελούνται από εσωτερικές νοητικές καταστάσεις όπως οι πεποιθήσεις και οι επιθυμίες. Για τον αντι-συμπεριφοριστή, προκειμένου οι *εκ προθέσεως περιγραφές* να είναι επεξηγηματικές, οι πεποιθήσεις και οι επιθυμίες θα πρέπει να υλοποιούνται μέσω *εσωτερικών αναπαραστάσεων*, δηλαδή, λειτουργικών ιδιοτήτων, διεργασιών ή οντοτήτων ενός πράκτορα (αναπαραστασιακά οχήματα – representational vehicles), οι οποίες παίζουν ρόλο στην *εκ προθέσεως συμπεριφορά* του πράκτορα λόγω της *πληροφορίας* που μεταφέρουν σχετικά με κάποια κατάσταση πραγμάτων (το περιεχόμενο των εσωτερικών αναπαραστάσεων).

Ωστόσο, δεν είναι αναγκαίο οι διάφορες αναπαραστάσεις να υλοποιούνται μόνο στο κατώτερο επίπεδο οργάνωσης του εγκεφάλου, δηλαδή αυτό των απλών νευρώνων. Η αναγκαιότητα αυτή συνδέεται συνήθως με τη θεώρηση του γενικότερου γνωστικού πλαισίου του *κογνιτιβισμού (cognitivism)* και ειδικότερα, του *υπολογισμού (computationalism)*, των οποίων τα χαρακτηριστικά, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, θα αναλυθούν στο Κεφ. 2.

Η θεώρηση των *εκ προθέσεως καταστάσεων* ως καταστάσεις του εγκεφάλου του πράκτορα, τις καθιστά ως *αιτιωδώς αποτελεσματικές (causally efficacious)*, γεγονός που δεν συμβαίνει στην περίπτωση που οι αντίστοιχες καταστάσεις οριστούν σε σχέση μόνο με τη συμπεριφορά του πράκτορα. Ως συνέπεια του τελευταίου, δεν κερδίζει κανείς τίποτα επί της ουσίας, επομένως, τίποτα ως προς το νόημα της περιγραφής, εάν κανείς αναφέρεται σε αυτές τις καταστάσεις ως αιτία της συγκεκριμένης συμπεριφοράς. Για παράδειγμα, εάν μία περιγραφή αναφέρεται σε ένα πράκτορα σαν να έχει μία «αίσθηση του χώρου», αν και μόνο εάν διέσχισε ένα μεταβαλλόμενο μονοπάτι υπό μορφή λαβυρίνθου, τότε ο ισχυρισμός ότι «ο πράκτορας βρήκε την πηγή της τροφής επειδή είχε μία αίσθηση του χώρου» είναι ταυτολογία. Εάν όμως, με «το να έχει κάποιος αίσθηση του χώρου» εννοείται ότι, όταν κάποιο συγκεκριμένο μέρος *X* του εγκεφάλου βρίσκεται σε μία κατάσταση *Y*, αντιστοιχεί με ακρίβεια στην εκάστοτε τοποθεσία του, τότε υπάρχει μια πραγματικά αιτιώδης εξήγηση της συμπεριφοράς του πράκτορα.

Άλλο ένα πλεονέκτημα της *αγκίστρωσης/θεμελίωσης (grounding)* των εκ προθέσεως καταστάσεων στις καταστάσεις του εγκεφάλου του πράκτορα είναι η ικανότητα υπολογισμού του λάθους. Στην περίπτωση που κάποιος δεν μπορεί να διαμορφώσει μια συνεπή εκ προθέσεως περιγραφή για έναν πράκτορα υπάρχουν δύο επιλογές. Η πρώτη είναι να αναθεωρήσει τη λίστα των πεποιθήσεων και των επιθυμιών που αποδίδει στο συγκεκριμένο πράκτορα σε μια προσπάθεια να κάνει τη συμπεριφορά του λογικά εξηγήσιμη. Μία τέτοιου είδους ενδοσκόπηση είναι πάντοτε δυνατή, με το φόβο ότι μπορεί κανείς να παρασυρθεί στην απόδοση ακραίων και αστήριχτων εκ προθέσεως καταστάσεων στον παρατηρούμενο πράκτορα.

Για παράδειγμα, κάποιος δίνει 5€ για να αγοράζει ένα παγωτό που κοστίζει 3€ και ο υπάλληλος του δίνει λάθος ρέστα. Μία εξήγηση της πράξης του υπαλλήλου είναι ότι πιστεύει ότι 5€ - 3€ ισούται με 1,5€, ή ότι το χαρτονόμισμα των 5€ που του έδωσε ο πελάτης αξίζει 4,5€. Εάν συμβαίνουν αυτά, τότε η εξαγωγή συμπεράσματος του υπαλλήλου ήταν εντελώς λογική, αλλά οι πεποιθήσεις του παράξενες. Η εναλλακτική προσέγγιση όπως επισημαίνει ο Dennett (1987, κεφ. 4) είναι η παραδοχή ότι ο πράκτορας δρα παράλογα, αλλά ότι τέτοια λάθη είναι αθέλητα και απρόσκοπτα παραπατήματα σε γενικότερα καλές διαδικασίες, δηλαδή, ο υπάλληλος έκανε ένα απλό λάθος και δεν είχε στο μυαλό του κάποιον δόλο. Ο Dennett συνεχίζει υποστηρίζοντας ότι κανείς πρέπει να κατέβει από το επίπεδο των πεποιθήσεων και των επιθυμιών σε ένα άλλο επίπεδο της θεωρίας προκειμένου να μπορέσει να περιγράψει το λάθος του, εφόσον καμία περιγραφή σχετικά με τις πεποιθήσεις και τις επιθυμίες του δεν είναι πλήρως ικανοποιητική και επίσης, σε κάποιο σημείο της συμπερασματολογίας θα πρέπει να εξηγηθεί η καθαρά ασυνείδητη/αναισθητη μετάβαση στο λάθος.

Ωστόσο, κανείς μπορεί να χρησιμοποιήσει τη θεωρία του κατώτερου επιπέδου προκειμένου να εξηγήσει τα λάθη, εάν παράλληλα είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει την ίδια θεωρία για να εξηγήσει τις επιτυχίες του πράκτορα. Με άλλα λόγια, δεν μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει τους τρόπους λειτουργίας ενός μηχανισμού για να αναλύσει τον τρόπο με τον οποίο ένας πράκτορας προέβη σε λάθος ενέργεια, εάν δεν γνωρίζει τι θα έπρεπε να κάνει προκειμένου να είχε συμπεριφερθεί σωστά.

Ολοκληρώνοντας, η μελέτη της εκ προθέσεως συμπεριφοράς σε ένα μη-συμπεριφερσιακό πλαίσιο δεν είναι απλώς θέμα του *τι* κάποιος κάνει, αλλά επίσης του *πως* το κάνει. Όταν κανείς προσπαθεί να κατανοήσει τι συμβαίνει στο μυαλό ενός πράκτορα, όταν προσπαθεί να εξακριβώσει τις πεποιθήσεις, τις επιθυμίες, τα κίνητρα και τις παραδοχές που βρίσκονται πίσω από τις πράξεις του, δεν προσπαθεί να εκτιμήσει απλώς τη μελλοντική συμπεριφορά του, αλλά προσπαθεί να προσδιορίσει, σε ένα επαρκές επίπεδο περιγραφής, τη λειτουργική οργάνωση του φυσικού μηχανισμού που εξυπηρετεί την όποια συμπεριφορά του.

1.3.2 Εξωτερισμός (Externalism)

Στο υποθετικό παράδειγμα όπου κάποιος αποφεύγει να συγκρουστεί με ένα αυτοκίνητο, ένας παρατηρητής θα μπορούσε να εξηγήσει την πράξη του πράκτορα λέγοντας ότι «μετακινήθηκε επειδή κατάλαβε ότι ερχόταν το αυτοκίνητο». Βάσει των όσων αναφέρθηκαν στην §1.3.1, ο συγκεκριμένος ισχυρισμός είναι αληθής εάν υπάρχει μια αναπαραστασιακή εγκεφαλική κατάσταση που έφερε στο προσκήνιο τη συγκεκριμένη πεποίθηση (ή πραγματοποίηση μια έκφανση της συγκεκριμένης πεποίθησης) και προκάλεσε τον πράκτορα να κινηθεί. Εάν αυτό είναι που συνέβη πραγματικά, τότε θα μπορούσε κανείς απλά να πει ότι ο πράκτορας κινήθηκε επειδή η συγκεκριμένη εγκεφαλική κατάσταση ήταν ενεργοποιημένη. Αν και σε αυτή την περίπτωση η συγκεκριμένη εγκεφαλική κατάσταση μπορεί να περιγραφεί ως «πεποίθηση ότι ένα αυτοκίνητο έρχεται», οι σημασιολογικές ιδιότητες της κατάστασης είναι εντελώς άσχετες με μια αιτιώδη εξήγηση της συμπεριφοράς του πράκτορα.

Το ίδιο επιχείρημα ισχύει στις αιτίες των πεποιθήσεων όσο και στα αποτελέσματά τους. Σε φυσιολογικές συνθήκες, θα έλεγε κανείς ότι ο πράκτορας κατάλαβε ότι ερχόταν το αυτοκίνητο επειδή το άκουσε. Αλλά εάν αυτή η πεποίθηση ερχόταν στο προσκήνιο μέσω μιας συγκεκριμένης κατάστασης του εγκεφάλου, θα μπορούσε κανείς εξίσου να ισχυριστεί ότι ο

πράκτορας έχει την αντίστοιχη πεποίθηση λόγω του ερεθίσματος του τυμπάνου του αυτιού του, παρά λόγω του ότι άκουσε κάτι που να θυμίζει αυτοκίνητο. Βέβαια, προκειμένου κανείς να εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο η συμπεριφορά του πράκτορα είναι σε εκ προθέσεως συντονισμό με το περιβάλλον του, θα πρέπει να συμπληρώσει τη συγκεκριμένη θεώρηση με κάτι που να εξηγεί αυτά που συμβαίνουν στο εξωτερικό του πράκτορα. Για παράδειγμα, για να γίνει κατανοητός ο τρόπος αποφυγής του αυτοκινήτου, χρειάζεται κανείς να γνωρίζει σχετικά με την προέλευση των δονήσεων του αέρα που ερέθισαν τον τύμπανο. Ωστόσο, το κρίσιμο σημείο της συγκεκριμένης ανάλυσης είναι ότι οι δύο ιστορίες (για το εσωτερικό και το εξωτερικό του πράκτορα) φαίνονται να είναι εντελώς διαχωρισμένες.

Αυτή είναι η ουσία του θεωρητικού πειράματος ‘μυαλό-σε-σκάφη’ ή αλλιώς γνωστό ως (brain-in-a-vat thought experiment). Υποτίθεται ότι ο εγκέφαλος απομακρύνεται από ένα ζωντανό σύστημα και διατηρείται ζωντανός σε μία σκάφη. Οι νευρικές του απολήξεις συνδέονται σε ένα υπολογιστή προγραμματισμένο να παράγει ερεθίσματα ίδια με αυτά που θα υπήρχαν από μια ενσωματωμένη σε σάρκα (*embodied*) αλληλεπίδραση με το ‘πραγματικό’ περιβάλλον. Πιθανώς, ο εγκέφαλος δεν θα μπορούσε να καταλάβει τη διαφορά, γεγονός το οποίο αποδεικνύει ότι τα εγκεφαλικά γεγονότα συμβαίνουν ανάλογα με εντελώς τοπικούς νόμους και εντελώς ανεξάρτητα από το περιβάλλον.

Επομένως, όπως ισχυρίζεται και ο Putnam (1981), τα νοήματα δεν παίζουν κανένα ρόλο στο εσωτερικό του πράκτορα. Με άλλα λόγια, από τη στιγμή που κάποιος κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιούνται οι νοητικές καταστάσεις στον εγκέφαλο ενός πράκτορα, μπορεί να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο οι πεποιθήσεις και οι επιθυμίες προκαλούν τη συμπεριφορά.

Προσπερνώντας το πρόβλημα της σχεδίασης ενός τέτοιου υπολογιστή, το βασικό ζητούμενο στη συγκεκριμένη περίπτωση, είναι κανείς να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο, ενώ υπάρχουν πεποιθήσεις και επιθυμίες, το γεγονός ότι αυτές έχουν σημασιολογικό περιεχόμενο, συνεισφέρει στην αιτιώδη ισχύ τους. Η απάντηση έρχεται μέσω της θεώρησης του συμπεριφορισμού που όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δεν είναι ικανοποιητική. Επομένως, η απόρριψη του συμπεριφορισμού συνεπάγεται επίσης την απόρριψη της εσωτερικιστικής θεώρησης της *πρόθεσης* (*intentionality*), δηλαδή τη θεώρηση κατά την οποία οι σημασιολογικές (*semantics* – δείτε §2.1.2) ιδιότητες των σκέψεων ενός πράκτορα παίζουν ρόλο στο μυαλό του.

1.3.3 Επιστημολογικός Εξωτερισμός

Η απόρριψη του εξωτερισμού δεν συνεπάγεται υιοθέτηση του εσωτερισμού. Αυτό θα γίνει εύκολα κατανοητό, αν κανείς θεωρήσει τη δραστική και όχι τη στατική ιδιότητα της αναπαράστασης. Κάτω από αυτή την οπτική, αναπαράσταση είναι αυτό που η κατάσταση του εγκεφάλου *κάνει* και όχι αυτό που *είναι*. Επομένως, η αναπαράσταση θεωρείται ως ο ρόλος που παίζει μια λειτουργική οντότητα στην εκ προθέσεως συμπεριφορά ενός πράκτορα και δεν θεωρείται ως ένα συγκεκριμένο δομικό συστατικό. Πράγματι, δεν υπάρχει κανένας εμπειριστωμένος λόγος για τον οποίο τα αναπαραστασιακά οχήματα ενός πράκτορα να πρέπει να είναι διακριτά συστατικά του εγκεφάλου του. Αντιθέτως, οι διάφορες αναπαραστάσεις ορίζονται από τον ρόλο που παίζουν στην συνολική συμπεριφορά ενός πράκτορα και δεν καθορίζονται με κριτήρια φυσιολογίας. Συνεπώς, δεν μπορεί κανείς να γνωρίζει εάν κάτι είναι αναπαράσταση, μέχρι να κατανοήσει το ρόλο που παίζει στη συμπεριφορά ενός σώματος στο περιβάλλον του. Ως εκ τούτου, τα αναπαραστασιακά οχήματα εξατομικούνται εξωτερικά του πράκτορα και σε σχέση με το περιεχόμενό τους και όχι εσωτερικά σε αυτόν (Peacocke, 1994). Σε αυτή την περίπτωση, είναι οι εξωτερικές σχεσιακές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν κάτι ως αναπαράσταση. Όπως λέει και ο Crane (1990), δεν υπάρχει συντακτικό χωρίς το σημαντικό (σημασιολογικό) (δείτε §2.2.4.1).

Η προαναφερθείσα θεώρηση του *επιστημολογικού εξωτερισμού* (*epistemological externalism*) (McGinn, 1989) έχει ένα σημαντικό πρόβλημα. Προκειμένου οι διάφορες εγκεφαλικές καταστάσεις να είναι ισχυρά αιτιώδεις, είναι απαραίτητο τα αναπαραστασιακά οχήματα που τις μεταφέρουν να αναγνωρίζονται ανεξάρτητα από τις εκ προθέσεως συμπεριφορές που

χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να οριστούν οι καταστάσεις αυτές. Ως εκ τούτου, αν και η γνώση της συνολικής συμπεριφοράς του πράκτορα είναι απαραίτητη για να αναγνωρίσει ο παρατηρητής ποιες νευρο-φυσιολογικές καταστάσεις αποτελούν αναπαραστασιακά οχήματα, η ύπαρξη της αναγνωρίσιμης κατάστασης δεν είναι το ίδιο εξαρτώμενη. Συνεπώς, οι εξωτερικές σημασιολογικές σχέσεις είναι απαραίτητες για την αναγνώριση μιας κατάστασης ως αναπαραστάση από έναν παρατηρητή, αλλά δεν παίζουν κανένα ουσιαστικό αιτιώδη ρόλο. Εάν λοιπόν πρέπει οι εκ προθέσεως αναπαραστάσεις να είναι αιτιώδεις, τότε αυτό δεν θα επιτευχθεί μέσω των σημασιολογικών τους ιδιοτήτων.

1.3.4 Μεταφυσικός Εξωτερισμός και οι Ενστάσεις των Εσωτεριστών

Οι υποστηρικτές του εσωτερισμού και του επιστημολογικού εξωτερισμού υποθέτουν ότι η μελλοντική συμπεριφορά ενός πράκτορα μπορεί να προσδιοριστεί από τους νόμους της νευρολογίας που διέπουν το νευρικό του σύστημα και τον ερεθισμό των αισθητήριων απολήξεών του. Ωστόσο, και όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα στις §4.3.2 και §4.3.3, οι διάφοροι νευρικοί μηχανισμοί μπορούν να επιδείξουν διάφορες λειτουργίες σε διαφορετικά συμπεριφερσιακά πλαίσια δράσης. Το νευρικό υπόστρωμα υφίσταται μόνο σε ένα σώμα που αλληλεπιδρά με κάποιο περιβάλλον. Με άλλα λόγια, κάθε αναφορά σε ένα νόμο της νευρολογίας θα πρέπει απαραίτητως να συμπεριλαμβάνει τις ιδιότητες του περιβάλλοντος στο οποίο αποκτά ενεργή ισχύ.

Επομένως, ακόμη και η διάκριση της συγκεκριμένης οργάνωσης του νευρικού συστήματος και των αντίστοιχων διεργασιών που υποστηρίζουν μια εκ προθέσεως δράση, δεν αποτελεί απειλή της εκ προθέσεως περιγραφής, εφόσον η συγκεκριμένη νευρική δραστηριότητα υφίσταται και παρατηρείται στο επίπεδο της οργάνωσης της οποίας αναφέρεται η συγκεκριμένη εκ προθέσεως περιγραφή, λόγω της ευρύτερης περιβαλλοντικής και συμπεριφερσιακής εικόνας. Η νευρική οργάνωση ενός οργανισμού είναι το αποτέλεσμα της συνολικής του συμπεριφοράς μέσα σε ένα περιβάλλον, και το ίδιο ισχύει για το αντίστροφο. Βέβαια, πολλές από τις δομικές ιδιότητες της νευρικής οργάνωσης ενός οργανισμού είναι καλά απομονωμένες από τις διαμορφώσεις που προκαλούνται από τις περιβαλλοντικές επιρροές. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ο εσωτερισμός αποτελεί μια πολύ καλή προσέγγιση στην εξήγηση της συμπεριφοράς του συστήματος, αλλά πάντα θα υπάρχει η *δυνατότητα επιρροής* από τον εξωτερικό κόσμο. Αυτό αποτελεί την μόνη απαίτηση του *μεταφυσικού εξωτερισμού (metaphysical externalism)*.

Γενικότερα, εάν οι πραγματικοί (φυσιολογικοί) εγκέφαλοι ήταν σαν τα μοντέλα νευρωνικών δικτύων, τότε θα ήταν σχεδόν πάντοτε δυνατή η εξάλειψη μιας εκ προθέσεως περιγραφής υπέρ μιας νευρολογικής ή ακόμη και μιας καθαρά συντακτικής. Αλλά αυτό δεν ισχύει. Η θέση του εσωτερισμού, όπως και αυτή των νόμων του Νεύτωνα, αλλά και όλων των άμεσων και έμμεσων παραγώγων του, θεωρούνται ως καλές και επιτυχημένες προσεγγίσεις, *κάτω από πολύ συγκεκριμένες συνθήκες*. Για παράδειγμα, αν οι νόμοι των αερίων περιγράφανε επακριβώς τη συμπεριφορά τους, χωρίς να χρειάζεται να λαμβάνουν υπόψη τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τότε τα αέρια δεν θα μπορούσαν ποτέ να συμπυκνωθούν. Επομένως, φαίνεται ότι ο εσωτερισμός αποτελεί μια πολύ καλή προσέγγιση, για ιδανικές καταστάσεις φαινομένων, οι οποίες όμως δεν λαμβάνουν υπόψη την επιρροή των εξωτερικών συνθηκών.

Ένα αντίστοιχο παράδειγμα στην περίπτωση της πρόθεσης είναι η θεώρηση μιας συμπεριφοράς που δεν ενέχει μόνο την διέγερση των νευρικών απολήξεων, αλλά επίσης, μεταβάλλει τον τρόπο λειτουργίας του νευρικού συστήματος. Για παράδειγμα, υποτίθεται ότι ένας πράκτορας καταναλώνει ένα ποτήρι κρασί και λόγω της, κατά τα άλλα μικρής, παραζάλης του καλλιεργεί την πεποίθηση ότι βρίσκεται επάνω από το αντίστοιχο νόμιμο όριο οδήγησης. Η συγκεκριμένη αίσθηση της μέθης δεν παράχθηκε από ένα συγκεκριμένο αισθητήριο ερέθισμα, αλλά από τον τρόπο που το αλκοόλ εισήχθη στο αίμα του πράκτορα και μεταφέρθηκε σε όλο του το σώμα. Θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση το εξωτερικό αντικείμενο (κατάσταση πραγμάτων) έχει με κάποιο τρόπο, κυριολεκτικά μπει στο κεφάλι του πράκτορα. Η κατάσταση αυτή είναι αρκετά περιέργη για τους οπαδούς του εσωτερισμού.

Συγκεκριμένα, ο εσωτερισμός προϋποθέτει, ότι η εξαγωγή συμπεράσματος ενός πράκτορα από μια πεποίθηση εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από το εάν ο πράκτορας θεωρεί ότι η πεποίθησή του είναι αληθής και σε καμία περίπτωση από τα γεγονότα τα οποία του προσδίδουν την τιμή αληθείας του. Ωστόσο, η κατανάλωση αλκοόλ από ένα πράκτορα παράγει την πεποίθηση στο ίδιο τον πράκτορα ότι είναι μεθυσμένος, αλλά παράλληλα, επηρεάζει τις γνωστικές συνέπειες της συγκεκριμένης πεποίθησης. Έτσι, αν κάποιος είναι εντελώς νηφάλιος, αλλά για κάποιο λόγο λανθασμένα πιστεύει ότι βρίσκεται επάνω από το όριο οδήγησης, το πιθανότερο είναι να συμπεράνει ότι δεν είναι ασφαλές να οδηγήσει. Αν όμως κάποιος πιστεύει ότι είναι επάνω από το επιτρεπτό όριο και πραγματικά βρίσκεται επάνω από αυτό, τότε, το πιο πιθανό είναι να βιαστεί να καταλήξει ότι δεν υπάρχει κανένα απολύτως πρόβλημα για να οδηγήσει. Δηλαδή, η κατάσταση των πραγμάτων που δημιουργεί την πεποίθηση 'ότι κάποιος είναι επάνω από το επιτρεπόμενο όριο μέθης προκειμένου να οδηγήσει' αληθή, είναι ακριβώς αυτή η κατάσταση πραγμάτων που επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο επεξεργάζεται η πεποίθηση. Με άλλα λόγια, η σύνταξη των πραγματικών ζωντανών συστημάτων είναι αιτιωδώς και όχι απλά επιστημολογικά εξαρτημένη από τη σημαντική/σημασιολογική της διάσταση.

Η απάντηση των εσωτεριστών θα ήταν ότι η παρουσία του αλκοόλ στο αίμα του πράκτορα μπορεί να επηρεάζει τις συνέπειες της πεποίθησής του σχετικά με αυτό, αλλά όχι επειδή η εν λόγω πεποίθηση αναφερόταν στο αλκοόλ. Δηλαδή, αν και η εκπλήρωση των συνθηκών αληθείας της συγκεκριμένης πεποίθησης μπορεί να επηρεάσει τις λειτουργικές συνέπειες της δομής του αναπαραστασιακού οχήματος στην οποία πραγματώνεται, οι εν λόγω συνθήκες δεν έχουν τις συγκεκριμένες επιρροές προκειμένου να ικανοποιήσουν τον εαυτό τους. Όντως, η παρουσία του αλκοόλ θα επηρεάσει πολλές άλλες γνωστικές διεργασίες και όχι μόνο αυτές που εμπλέκουν την πεποίθηση ότι ο πράκτορας είναι μεθυσμένος. Επίσης, άλλες περιβαλλοντικές καταστάσεις, οι οποίες είναι εντελώς ασύνδετες με το περιεχόμενο της συγκεκριμένης πεποίθησης (π.χ. ένα χτύπημα στο κεφάλι του πράκτορα), μπορούν να επηρεάσουν την επεξεργασία της.

Όπως φαίνεται, ο υποστηρικτής των θέσεων του εσωτερισμού θα κάνει οτιδήποτε είναι δυνατό για να απομακρύνει την οποιαδήποτε περίπτωση επιρροής του περιβάλλοντος στην επεξεργασία μιας εσωτερικής πεποίθησης, προκειμένου να υποστηρίξει την ανεξαρτησία του εσωτερικού ενός πράκτορα. Τα πράγματα όμως δεν είναι τόσο απλά.

Όπως αναφέρθηκε στην §1.3.1, οι αναπαραστασιακές καταστάσεις είναι εξ' ορισμού επιστημολογικά εξωτερικές. Αναλυτικότερα, αν και το αναπαραστασιακό όχημα πρέπει να εντοπίζεται σε μια φυσιολογικά-ορισμένη κατάσταση του εγκεφάλου προκειμένου να έχει τη δυνατότητα να παίξει έναν καλά-ορισμένο αιτιώδη ρόλο, η θεώρηση της εμπλεκόμενης κατάστασης ως αναπαράσταση οφείλεται στην εξωτερική της σχέση. Συγκεκριμένα, η ικανότητα της κατάστασης του εγκεφάλου ενός πράκτορα να μεταφέρει αξιόπιστη πληροφορία σχετικά με την παρουσία αλκοόλ στο αίμα του, ευθύνεται για τη θεώρησή της ως το όχημα που πραγματώνει την πεποίθηση ότι ο πράκτορας είναι μεθυσμένος. Μια πεποίθηση μπορεί να επηρεάζεται από την παρουσία του αλκοόλ, ακόμη και εάν η συγκεκριμένη πεποίθηση δεν είναι αξιόπιστα συσχετισμένη με αυτό, αλλά, σε αυτή την περίπτωση ο πράκτορας θα αναφερόταν σε μια διαφορετική πεποίθηση.

Οι διάφορες καταστάσεις του εγκεφάλου υφίστανται και αποκτούν τις διάφορες αιτιώδεις συνέπειές τους, τόσο μέσα από τους τοπικούς και συντακτικούς νόμους όσο και μέσω των γεγονότων και των συνθηκών που εμπλέκονται από το περιβάλλον. Γενικότερα, αν και τα αναπαραστασιακά οχήματα εντοπίζονται μέσα στο κεφάλι του πράκτορα, τόσο τα ίδια όσο και οι αιτιώδεις δυνάμεις τους, αποτελούν ιδιότητες του συνολικού συστήματος πράκτορα-περιβάλλον και εξαρτώνται από αυτό. Επομένως, το εσωτερικό του πράκτορα παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των νοημάτων του.

1.4 Διαμορφώνοντας το Εξωτερικό του Πράκτορα

Στο προηγούμενο μέρος συζητήθηκαν οι βασικές προσεγγίσεις σχετικά με τη διαμόρφωση του εσωτερικού ενός πράκτορα και με τον τρόπο που ένας παρατηρητής μπορεί να αναγνωρίσει τις πεποιθήσεις και τις επιθυμίες του προκειμένου να κατανοήσει τη συμπεριφορά του. Προκειμένου όμως να γίνει αυτό, φαίνεται ότι θα πρέπει κανείς να λύσει και το συμμετρικό πρόβλημα αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνεται το εξωτερικό ενός πράκτορα, δηλαδή, τον τρόπο με τον οποίο επιλέγει συγκεκριμένες καταστάσεις πραγμάτων στις οποίες αναφέρεται, καθώς επίσης τη σχέση που έχει η συγκεκριμένη επιλογή του με το νόημα το οποίο διαμορφώνει αναφορικά με τις καταστάσεις αυτές.

Αυτό το μέρος του προβλήματος συνήθως αγνοείται διότι οι φιλόσοφοι που ανησυχούν για το πώς θα συσχετιστούν τα διάφορα 'πράγματα' στο εσωτερικό του πράκτορα με αυτά στο εξωτερικό του, δηλαδή, οι ρεαλιστές, είναι αυτοί που υποθέτουν ότι υπάρχει μια συγκεκριμένη λίστα αντικειμένων στον κόσμο, για την υπόσταση και ιδιότητα των οποίων η επιστήμη τελικά πλήρως θα αποφανθεί. Στην περίπτωση που το περιεχόμενο των σκέψεων των διαφόρων πρακτόρων δεν είναι στη λίστα αυτή, τότε οι πράκτορες κάνουν λάθος ή δεν σκέφτονται σχετικά με κάτι πραγματικό. Επομένως, κατά τους ρεαλιστές, η διερεύνηση του τι είδους πράγματα μπορεί να σκέφτεται ένας πράκτορας είναι θέμα των φυσικών επιστημών και όχι των φιλοσόφων ή των ψυχολόγων. Από την άλλη πλευρά, ο Wittgenstein (1953) αναγνωρίζει το πρόβλημα, αλλά θεωρεί ότι δεν υπάρχει λύση από τη στιγμή που ο μόνος τρόπος να καταλάβει κανείς τι σκέφτεται ένα λιοντάρι, είναι να γίνει λιοντάρι.

1.4.1 Αίσθηση και Αναφορά

Στο υποθετικό πείραμα της 'δίδυμης γης' (the twin-earth experiment - Putnam, 1975) γίνεται η υπόθεση ότι ένας πράκτορας μεταφέρεται στον ύπνο του από τη γη στη δίδυμη γη, η οποία είναι ακριβώς όπως και η γνωστή γη, μόνο που το νερό παράγεται από το XYZ και όχι από το H_2O . Παρόλα αυτά, το νερό έχει την ίδια όψη και γεύση και όσον αφορά στον συγκεκριμένο πράκτορα που δεν έχει καμία γνώση χημείας, δεν υπάρχει καμία ουσιαστική διαφορά. Ο Putnam εισήγαγε το παράδειγμα αυτό για να δείξει ότι υπάρχουν πολλά περισσότερα στα περιεχόμενα των πεποιθήσεων ενός πράκτορα από ότι ο ρόλος που παίζουν στο εσωτερικό του. Όντως, οι ιδιότητες του αντικειμένου (ή της κατάστασης πραγμάτων) που ο πράκτορας αποκαλεί 'νερό' έχουν αλλάξει, ενώ οι σκέψεις του για αυτό παραμένουν αναλλοίωτες. Το μέρος των σκέψεων του πράκτορα σχετικά με το νερό που παραμένουν ίδιες, τόσο στη γη όσο και στη δίδυμη γη, ονομάζεται στενό περιεχόμενο (*narrow content*), ενώ το μέρος που έχει αλλάξει ονομάζεται ευρύ περιεχόμενο (*wide content*).

Σε ένα άλλο παράδειγμα, ο Frege τονίζει τη διαφορά των όρων 'πρωινό άστρο' και 'απογευματινό άστρο' (Frege, 1982). Αυτοί οι δύο όροι σήμαιναν διαφορετικά πράγματα στους αρχαίους, αλλά αργότερα οι αστρονόμοι κατάλαβαν ότι και οι δύο αναφέρονταν στο ίδιο πράγμα, δηλαδή στο άστρο που ονομάζεται Αφροδίτη. Έτσι, στο παράδειγμα του Putnam υπάρχουν δύο διαφορετικές αναφορές (XYZ και H_2O) τις οποίες ο πράκτορας κατανοεί χρησιμοποιώντας μία αίσθηση (νερό). Από την άλλη μεριά, στο παράδειγμα του Frege, υπάρχει μία μοναδική αναφορά (Αφροδίτη), η οποία γίνεται κατανοητή χρησιμοποιώντας δύο όρους με διαφορετική αίσθηση. Έτσι, οι Frege και Putnam προσπαθούν να φτάσουν στο ίδιο συμπέρασμα σχετικά με τα μέρη του νοήματος που παίζουν ρόλο στο εσωτερικό του πράκτορα (αίσθηση και στενό περιεχόμενο) και σχετικά με τα μέρη τα οποία δεν παίζουν ρόλο (αναφορά και ευρύ περιεχόμενο).

Το πρόβλημα που υποδεικνύεται από τα παραδείγματα των Frege και Putnam είναι ότι ο πράκτορας δεν κατάλαβε τη διαφορά μεταξύ νερού και διδύμου νερού και οι αρχαίοι δεν είδαν τη σύνδεση μεταξύ Πρωινού και Απογευματινού Άστρου. Φαίνεται ότι κανείς είναι σε θέση να διαχωρίσει μεταξύ αίσθησης και αναφοράς (μεταξύ στενού και ευρύ περιεχομένου), όταν έχει περισσότερες γνώσεις από αυτές που έχουν οι πράκτορες των παραδειγμάτων. Υποθετικά, θα

μπορούσαν να υπάρχουν αυτή τη στιγμή κάποια ανώτερα όντα (από τα γήινα γνωστικά συστήματα) και να έκαναν τα ίδια θεωρητικά πειράματα με πράκτορες τα γήινα γνωστικά συστήματα.

Το συμπέρασμα είναι ότι ο ισχυρισμός ενός πράκτορα για την αναφορά του νερού στο H_2O είναι απλώς βεβαρημένος με την αντίστοιχη αίσθηση του εκάστοτε πράκτορα για τον κόσμο. *Αν λοιπόν υποτίθεται ότι οι αναφορές είναι ανεξάρτητες από τους πράκτορες που τις χρησιμοποιούν, το ερώτημα που προκύπτει αφορά στον τρόπο με τον οποίο μπορούν οι τελευταίοι να αναφέρονται σε αυτές.* Πολλοί ρεαλιστές φιλόσοφοι δεν αναγνωρίζουν το πρόβλημα και αυτό ισοδυναμεί με το να το θεωρούν ασήμαντο. Η απάντησή τους είναι ότι ένας πράκτορας μιλάει σχετικά με την αναφορά σαν απλά να τη σχολιάζει και πως η κατάσταση των πραγμάτων για την οποία μιλάει είναι ανεξάρτητη από τον τρόπο με την οποία σχολιάζεται. Ωστόσο, το πρόβλημα αρχίζει να εμφανίζεται μόλις κανείς προσπαθήσει να επιλέξει έναν τρόπο περιγραφής του κόσμου σε σχέση με κάποιον άλλο.

Ο Frege δεν έδωσε λύση στο πρόβλημα, αλλά η στρατηγική που υιοθέτησε για να το παρακάμψει έγινε από τις πιο ουσιαστικές στην αναλυτική φιλοσοφία. Ο Frege ξεκινάει από την παραδοχή του Kant σχετικά με το τι 'πραγματικά' είναι ο κόσμος, ο οποίος θεωρείται διαιρεμένος σε ανεξάρτητα αντικείμενα με πολλές και συγκεκριμένες ιδιότητες. Ο Frege καταλήγει ότι για να είναι μια γλώσσα επιστημονικά αποδεκτή, η δομή της θα πρέπει να αντανakλά την ουσιαστική δομή του κόσμου (Dummett, 1991). Αυτό σημαίνει ότι οι επιστημονικά αποδεκτές προτάσεις πρέπει να εκφράζονται σε μορφή κατηγορήματος-υποκειμένου $P(x)$, όπου το x αναφέρεται σε ένα αντικείμενο που ορίζεται ανεξάρτητα από τη συγκεκριμένη πρόταση και P είναι μια ιδιότητα που αποδίδεται στο αντικείμενο αυτό.

Στο ίδιο μήκος κύματος είναι και ο Russell (1905) όταν ισχυρίζεται ότι ένα υποκείμενο δεν πρέπει να προβαίνει σε κρίσεις σχετικά με ένα αντικείμενο, εκτός εάν γνωρίζει σε ποιο αντικείμενο αναφέρεται η κρίση του. Η ίδια παραδοχή γίνεται και στον *περιορισμό γενικότητας (generality constraint)* του Evan (1982) και στο *κριτήριο της συστηματικότητας (criterion of systematicity)* των Fodor & Pylyshyn (1988), καθώς και στη συνθήκη για προτασιακή δομή (*propositional* της Millikan (1984). Η υπόθεση είναι ίδια σε κάθε περίπτωση: ένα υποκείμενο δεν μπορεί να αποδώσει μια ιδιότητα P ενός αντικειμένου x , εκτός εάν είναι σε θέση να αποδώσει ισοδύναμα κάθε άλλη ιδιότητα Q ή R του x και επίσης να μπορεί να αποδώσει την ιδιότητα P εάν αυτή ανήκει σε άλλα αντικείμενα y και z . Η ίδια παραδοχή γίνεται από το πλαίσιο του υπολογιστικού κογνιτιβισμού (δείτε §2.2 και §2.2.3), στο οποίο υποστηρίζεται ότι οι λειτουργικές καταστάσεις ενός συστήματος, οι οποίες φέρουν κάποια πληροφορία, μπορούν να θεωρηθούν ως αναπαραστάσεις μόνο εάν αποτελούν μέρος ενός πολύ γενικότερου συστήματος συμβόλων. Γενικότερα, ο περιορισμός γενικότητας είναι μια εσφαλμένη παραδοχή, η οποία έχει σημαδέψει πολλές θεωρίες της γνωστικής επιστήμης (δείτε Κεφ. 2 και ειδικότερα, §2.2 και §2.6).

1.4.2 Από την Οπτική Τρίτου Προσώπου στην Οπτική Πρώτου Προσώπου

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα ο Frege προσπερνάει χωρίς να λύσει το πρόβλημα της αναφοράς. Εισάγει την έννοια της αίσθησης ως ένα τρόπο αναπαράστασης μιας αναφοράς στο μυαλό ενός πράκτορα, αλλά αργότερα ο Wittgenstein και πολύ αργότερα ο Putnam, ορίζουν την έννοια της αίσθησης ανεξάρτητα από κάθε έννοια της αναφοράς. Σύμφωνα με αυτούς, η αίσθηση μιας έκφρασης συνίσταται στο ρόλο που έχει μέσα σε μια πολύπλοκη κοινωνική πρακτική που διαμορφώνει τη χρήση της γλώσσας. Επομένως, η αλήθεια και συνεπώς το νόημα των πραγμάτων, δεν βρίσκεται στην αντιστοιχία μεταξύ των ίδιων των πραγμάτων και των πραγμάτων όπως αναπαρίστανται στο εσωτερικό του πράκτορα (ή στις εκφράσεις της γλώσσας), αλλά στη δυνατότητα ενός πράκτορα να χρησιμοποιεί τη γλώσσα με επιτυχία.

Για παράδειγμα, υποτίθεται ότι ο πράκτορας του πειράματος με το νερό μπαίνει σε ένα μπαρ και ζητάει 'ένα ποτήρι νερό', αλλά μόλις το δοκιμάζει παραπονιέται ότι το ποτήρι δεν περιέχει μόνο νερό, αλλά επίσης, ίχνη από μεταλλικά άλατα, φυσαλίδες από μονοξείδιο του άνθρακα και μία

φέτα λεμόνι. Παρόλα αυτά, στο πλαίσιο δράσης του συγκεκριμένου πράκτορα (στο μπαρ), η συνήθης πρακτική ορίζει την κατάσταση πραγμάτων 'ένα ποτήρι νερό' με αυτό τον τρόπο. Προφανώς, ο τρόπος αυτός διαφέρει όταν το πλαίσιο δράσης είναι ένα χημικό εργαστήριο. Επομένως, το ερώτημα που προκύπτει είναι εάν πραγματικά χρειάζεται η έννοια της αναφοράς.

Ο Wittgenstein και οι υποστηρικτές του θεωρούν ότι ο μόνος λόγος για τη χρήση της έννοιας της αναφοράς είναι ότι χρειάζεται ένας τρόπος εξήγησης του λόγου κατά τον οποίο κάποια αναπαραστασιακά λεξιλόγια θεωρούνται πιο επιτυχημένα από κάποια άλλα, για συγκεκριμένου σκοπούς. Για παράδειγμα, αν κανείς δεν έχει την πεποίθηση ότι το νερό 'πραγματικά' αποτελείται από H_2O , τότε, δεν μπορεί να δώσει μια εξήγηση σχετικά με τον λόγο για τον οποίο παράγεται υδρογόνο και οξυγόνο εάν περάσει ηλεκτρικό ρεύμα μέσα από το νερό. Επομένως, εάν κανείς θέλει να χρησιμοποιήσει την έννοια της πεποίθησης για να εξηγήσει μια συμπεριφορά, τότε οι πεποιθήσεις θα πρέπει να έρχονται στο προσκήνιο από τον μηχανισμό του μυαλού που υποστηρίζει αυτή τη συμπεριφορά. Παρόμοια, αν κανείς θέλει να χρησιμοποιήσει την έννοια της αναφοράς προκειμένου να εξηγήσει την επιτυχία της συμπεριφοράς στην οποία έπαιξαν ρόλο οι αντίστοιχες πεποιθήσεις, τότε η αναφορά των εν λόγω πεποιθήσεων θα πρέπει να έρχεται στο προσκήνιο στον κόσμο εξωτερικά του συστήματος. Το ερώτημα που προκύπτει είναι εάν υπάρχει κάποιος μη-κυκλικός τρόπος για την περιγραφή και εξήγηση των αναφορών των σκέψεων ενός γνωστικού πράκτορα.

Με μια πρώτη ματιά, κανείς καταλήγει στο ότι υπάρχει ένας τρόπος, αλλά όχι ιδιαίτερα αποτελεσματικός, για να αποφευχθεί η κυκλική περιγραφή. Ο τρόπος αυτός είναι η *υιοθέτηση μιας οπτικής τρίτου προσώπου*. Η λογική αυτής της οπτικής είναι, ότι για έναν παρατηρητή είναι πρακτικά αδύνατη η απευθείας παρατήρηση του κόσμου των αναφορών έξω από το μυαλό του, αλλά μπορεί να παρατηρήσει τον κόσμο που περιβάλλει τα άλλα γνωστικά συστήματα. Αλλά και πάλι, το πρόβλημα επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο ο παρατηρητής θα διάλεγε τις αναφορές των σκέψεων των συστημάτων που παρατηρεί. Θα έπρεπε να χρησιμοποιήσει ένα λεξιλόγιο, ένα σύνολο εννοιών, προκειμένου να διαλέξει τα αντικείμενα των σκέψεών τους και υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να παγιδευόταν στη χρήση των δικών του εννοιών.

Ο άλλος δρόμος για την αποφυγή της κυκλικής περιγραφής είναι λιγότερο φανερός, αρκετά πιο πολύπλοκος, αλλά πολύ πιο αποτελεσματικός, εφόσον *υιοθετεί μια οπτική πρώτου προσώπου μέσα από παρατηρήσεις δεύτερης τάξης* (δείτε §3.3). με άλλα λόγια, μπαίνει μέσα στο σύστημα και προσπαθεί να εξηγήσει τις σκέψεις του μέσα από μια γενικότερη προσπάθεια παραγωγής τους. Η συγκεκριμένη οπτική θα παρουσιαστεί στο Κεφ. 3 και θα αποτελέσει τον πυρήνα του πλαισίου που θα προταθεί στο Κεφ. 5 σχετικά με τη διερεύνηση της δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος στα γνωστικά συστήματα (δείτε επίσης §3.1).

1.5 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκαν οι βασικές φιλοσοφικές προσεγγίσεις στην εξήγηση της έννοιας του νοήματος. Η αναζήτηση της εξήγησης του νοήματος στην γλωσσολογική του διάσταση συνάντησε αρκετά και δύσκολα προβλήματα, τα οποία οδήγησαν την αναζήτηση στην εξήγηση της εκ προθέσεως συμπεριφοράς ενός πράκτορα και κατ' επέκταση, της γνωστικής διεργασίας που την υποστηρίζει. Η αναζήτηση αυτή αξιώνει την αποδοχή της θεώρησης δομικών οντοτήτων στο εσωτερικό του πράκτορα (αναπαραστάσεις), οι οποίες βρίσκονται σε μια ορθή αντιστοίχιση με κάποια αντικείμενα (καταστάσεις πραγμάτων) του περιβάλλοντος (εξωτερικά του πράκτορα), προκειμένου να υπάρξει μια επιτυχημένη εκ προθέσεως συμπεριφορά του πράκτορα προς το αντικείμενο του περιβάλλοντός του. Το περιεχόμενο των αναπαραστάσεων του πράκτορα αποτελεί το νόημά του.

Στην περιγραφόμενη σχέση αντιστοίχισης, το νόημα που διαμορφώνει ο πράκτορας αναφορικά με την εξωτερική κατάσταση πραγμάτων εξαρτάται, τόσο από το εσωτερικό του (δομή και οργάνωση) όσο και από το εξωτερικό του (ιδιότητες και ποικιλία περιβάλλοντος). Επομένως, ο πράκτορας δεν δρα μονόδρομα προς το περιβάλλον, αλλά αλληλεπιδρά με αυτό. Ως εκ τούτου,

το νόημα οδηγεί την εκ προθέσεως αλληλεπίδραση του ένσκοπου πράκτορα με το περιβάλλον του, με τέτοιο τρόπο που προφανώς συνδέεται άμεσα, τόσο με την δημιουργία και παραγωγή όσο και με την εξέλιξη και μετατροπή, του νοήματος, αλλά και του ιδίου του πράκτορα, αντιστοίχως και ταυτοχρόνως.

Συνεπώς, μια εξήγηση της εκ προθέσεως συμπεριφοράς ενός πράκτορα δεν είναι αρκετή, αλλά απαιτείται η διερεύνηση του μηχανισμού που την υποστηρίζει. Επιπλέον, εφόσον το εξωτερικό του πράκτορα παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των νοημάτων του και επομένως, της συμπεριφοράς του, ο παραπάνω μηχανισμός πρέπει να συμπληρωθεί με την αναγνώριση των αντικειμένων του κόσμου του πράκτορα. Όπως παρουσιάστηκε, τα αντικείμενα αυτά μπορεί να είναι διαφορετικά για κάθε πράκτορα, και επομένως, δεν αρκεί οποιοδήποτε κοινό και στατικό λεξιλόγιο για να τα περιγράψει.

Πριν όμως φτάσει η ανάλυση της παρούσας διατριβής στην παρουσίαση μιας οπτικής που ξεπερνάει αυτές τις δυσκολίες, θα προηγηθεί η παρουσίαση και ανάλυση των σημαντικότερων γνωστικών πλαισίων, τα οποία, αν και κληρονομούν τις βασικές φιλοσοφικές προσεγγίσεις της νόησης, όπως αυτές παρουσιάστηκαν στο τρέχον κεφάλαιο, είναι πολύ πιο συγκεκριμένα από αυτές και επομένως, υποστηρίζουν το επίπεδο της ανάλυσης και της λειτουργικότητας που απαιτείται προκειμένου να αποτελέσουν από μόνα τους πλαίσια εξήγησης της δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος ενός γνωστικού συστήματος. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματά τους θα αναλυθούν, έτσι ώστε να δοθούν σαφείς εξηγήσεις όσον αφορά την απόρριψή τους ως γενικότερα πλαίσια που μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις που διατυπώθηκαν στην ενότητα της συγκεκριμενοποίησης του προβλήματος, στην εισαγωγή της παρούσας διατριβής.

Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η παρουσίαση και ανάλυση των γνωστικών πλαισίων του Κεφ. 2, αλλά και αυτών του Κεφ. 3, θα αναδείξουν μια πολύ μεγαλύτερη εικόνα (από αυτή που έχει δημιουργηθεί στο τρέχον κεφάλαιο) της πολυπλοκότητας του προβλήματος της δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος στα γνωστικά συστήματα.

2 – Νόημα και Πληροφορία στα Πλαίσια της Γνωστικής Επιστήμης

2.1 Η Σχέση Νοήματος και Πληροφορίας

Στην αρχή της §1.2 έγινε μια μικρή αναφορά στη σχέση πληροφορίας και νοήματος. Γενικότερα, αναφέρθηκε ότι η φύση και το περιεχόμενο του νοήματος ενός γνωστικού συστήματος σχετίζεται, με κάποιο τρόπο, με την πληροφορία με την οποία έρχεται σε επαφή το σύστημα. Η βιβλιογραφία της γνωστικής επιστήμης περιέχει αρκετούς πιθανούς ορισμούς του όρου 'πληροφορία'. Κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα παρακάτω:

- i.* η πληροφορία είναι ένα μέτρο της καινοτομίας/πρωτοτυπίας ενός μηνύματος. Αυτός είναι ένας ορισμός που κατά κύριο λόγο υποστηρίζεται από την κλασική θεωρία της πληροφορίας (δείτε §2.1.1), αλλά χρησιμοποιείται επίσης για τη θεμελίωση σημαντικών προσεγγίσεων της πληροφορίας, όπως η θεωρία του Dretske (1981) (δείτε επίσης §2.4.5.1),
- ii.* η πληροφορία είναι μια αιτιώδη/δομική σχέση μεταξύ μικρό- και μακρό-καταστάσεων. Ο συγκεκριμένος ορισμός έχει χρησιμοποιηθεί από τους Küppers (1990) και Eigen (1992) για να περιγράψουν τη δομική σχέση μεταξύ DNA και κυττάρου (δείτε επίσης, Arnellos & colleagues, submitted),
- iii.* η πληροφορία είναι το περιεχόμενο της αναπαράστασης (Sterelny 1990),
- iv.* η πληροφορία είναι ένα γεγονός ή ένα σύνολο γεγονότων αναφορικά με τον κόσμο. Αυτός είναι γενικότερα ο πιο ευνόητος ορισμός της πληροφορίας. Υπό αυτό το πρίσμα, η πληροφορία διαφέρει από την 'πραγματική' αναπαράσταση διότι βρίσκεται σε ένα αντικείμενο ή σε ένα γεγονός το οποίο εμφανίζεται σε ένα σύστημα και όχι απαραίτητως στο μυαλό του. Έτσι, μια πληροφορία εμπεριέχει πληροφορία ανεξαρτήτως εάν υπάρχει κάποιος αναγνώστης,
- v.* η πληροφορία είναι μια κανονική/φυσική αιτιώδης σχέση μεταξύ του πως είναι ο κόσμος και του τι συμβαίνει στο μυαλό ενός συστήματος με αισθητηριακές ικανότητες (Dretske 1981),
- vi.* η πληροφορία είναι μια σχέση αληθείας μεταξύ αντικειμένου και αναπαράστασης, και η σχέση αληθείας ορίζεται βάσει της έννοιας της υψηλά αμοιβαίας πληροφορίας του Shannon (Sayre 1986).

Ένας από τους λιγότερο διαφωτιστικούς ορισμούς της πληροφορίας έρχεται από τον Cummins ο οποίος προσπαθώντας να ορίσει ένα σύστημα επεξεργασίας πληροφορίας λέει ότι:

«Ένας επεξεργαστής πληροφοριών είναι ένας απλός διαχειριστής συμβόλων. Τα σύμβολα διαχωρίζονται από άλλα πράγματα λόγω της δυνατότητάς τους για συστηματική σημασιολογική ερμηνεία. Επομένως, η μετατροπή αποτελεί μετακίνηση από το ένα νόημα στο άλλο, και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η διαχείριση συμβόλων είναι επεξεργασία πληροφορίας.» (Cummins 1983, σελ. 34).

Σε αυτή την περίπτωση, είτε ο Cummins έχει διατυπώσει το αυτονόητο, δηλαδή ότι η επεξεργασία πληροφορίας είναι η μετακίνηση από το ένα νόημα στο άλλο (εφόσον τα σύμβολα έχουν εξ' ορισμού νόημα – σημασιολογικό περιεχόμενο), είτε προσπαθεί να ορίσει τη σημαντικότητα μέσω της σύνταξης. Αυτό όμως που μένει να απαντηθεί είναι ο τρόπος με τον οποίο τα σύμβολα αποκτούν σημαντική ερμηνεία μέσα σε ένα σύστημα που τα φέρει. Για παράδειγμα, ένας προγραμματιστής μπορεί να αποδώσει μια συστηματική σημασιολογική ερμηνεία σε έναν ανιχνευτή ιών που έχει προγραμματίσει. Η ερώτηση είναι εάν αυτό

συνεπάγεται ότι οι διάφορες καταστάσεις του ανιχνευτή έχουν σημαντικό περιεχόμενο. Εάν ναι, τότε, ίσως να εμπεριέχεται σημαντικό περιεχόμενο ακόμη και στο διάγραμμα ροής του ανιχνευτή, στο οποίο μπορεί επίσης να δοθεί μια σημαντική ερμηνεία. Όπως θα εξηγηθεί αναλυτικά στην §2.2 το νόημα (σημαντικό περιεχόμενο) δεν είναι ενδογενές της σύνταξης και επομένως, η προσέγγιση του Cummins και οι υπόλοιπες παρόμοιες προσεγγίσεις, δεν μπορούν να εξηγήσουν τη φύση του νοήματος και τη σχέση του με την πληροφορία.

Ο πιο κοινός αλλά έμμεσος ορισμός της πληροφορίας φαίνεται να δίνεται στην περίπτωση (*in*). Τα διάφορα κομμάτια της πληροφορίας αποτελούν ‘πραγματικά’ γεγονότα του κόσμου. Μερικές φορές, αυτά τα γεγονότα παρουσιάζονται ως κύματα, όπως για παράδειγμα, ηχητικά κύματα. Τα κύματα αυτά δεν είναι πληροφορία, αλλά απλώς θεωρούνται ως φυσικά φαινόμενα, τα οποία μεταφέρουν πληροφορία. Η πληροφορία είναι αυτό που μπορεί να ‘αποκρυπτογραφηθεί’ από το κύμα, αναφορικά με τον κόσμο από τον οποίο πηγάζει. Ως εκ τούτου, δεν χρειάζεται να υπάρχουν συστήματα ικανά για την αποκρυπτογράφηση, ερμηνεία και αναπαράσταση της πληροφορίας, η οποία έτσι και αλλιώς, μεταφέρεται από το συγκεκριμένο φυσικό φαινόμενο.

Υπό αυτή την οπτική, το γνωστό φιλοσοφικό σλόγκαν παραφράζεται ως εξής: *εάν πέσει ένα δέντρο σε ένα δάσος και δεν είναι κανείς εκεί για να το ακούσει, τα ηχητικά κύματα που προκλήθηκαν μεταφέρουν πληροφορία*. Βάσει της συγκεκριμένης προσέγγισης, η πληροφορία σχετίζεται άμεσα με τις αιτιώδεις αλληλεπιδράσεις μεταξύ γεγονότων, ενώ το νόημα εξαρτάται πλήρως από την ύπαρξη αντικειμένων. Με άλλα λόγια, η πληροφορία φαίνεται να αποτελεί ένα καλύτερο μέσο, έναντι του νοήματος, για μία εντελώς αντικειμενική περιγραφή της πραγματικότητας. Ωστόσο, αυτός ο έμμεσος ορισμός της πληροφορίας έχει αρκετά προβλήματα, εφόσον, αρχικά, δεν απαντάει στην ερώτηση ‘τι είναι πληροφορία’. Θεωρώντας την πληροφορία ως μια κατάσταση πραγμάτων που υφίσταται από μόνη της, κανείς καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οτιδήποτε (οποιαδήποτε φυσική οντότητα ή διεργασία) μπορεί να μεταφέρει πληροφορία.

Ωστόσο, αρκετοί ερευνητές έχουν αντικρούσει τη συγκεκριμένη άποψη (Searle, 1980; 1992 – δείτε επίσης §2.2.4.1) και θεωρούν ότι η πληροφορία δεν μπορεί να οριστεί αντικειμενικά, επομένως, δεν μπορεί να αποτελέσει ένα θεμελιώδες στοιχείο της πραγματικότητας. Το παρακάτω παράδειγμα θα ξεκαθαρίσει περισσότερο τη συγκεκριμένη θέση. Ένας οπτικός δίσκος θεωρείται ότι εμπεριέχει ή δύναται να εμπεριέχει μια συγκεκριμένη ποσότητα πληροφορίας (π.χ. 4 GBytes), σχετικά με τις φυσικές/κατασκευαστικές του ιδιότητες. Ας υποθεθεί ότι ένα γνωστικό σύστημα αντιπαθεί τους υπολογιστές και γενικότερα την ψηφιακή τεχνολογία και λόγω αυτής της αντιπάθειας χρησιμοποιεί τον οπτικό δίσκο για να γράψει πολύ μικρά μηνύματα, όπως για παράδειγμα, ‘θα σε δω στο φαγητό’ ή ‘έρχομαι σε λίγο’. Το ερώτημα είναι ποια θα ήταν η χωρητικότητα των οπτικών δίσκων στην περίπτωση που όλοι οι χρήστες των υπολογιστών ήταν σαν τον συγκεκριμένο πράκτορα. Είναι προφανές ότι η πληροφορία των οπτικών δίσκων θα ήταν μερικά bytes (όσα χρειάζονται για να εγγραφούν τέτοιου είδους μικρά μηνύματα).

Επομένως, η χωρητικότητα πληροφορίας δεν είναι μια αυτόνομη ιδιότητα ενός αντικειμένου (όπως ίσως είναι η μάζα ή το ηλεκτρικό φορτίο), αλλά είναι κάτι που εξαρτάται από μια πολύ μεγάλη και πολύπλοκη αιτιώδη αλυσίδα. Συνεπώς, ένα μοναδικό αντικείμενο δεν είναι αρκετό για να υποστηρίξει και να αποδείξει το πολύπλοκο πρόβλημα της πληροφορίας. Παρόλα αυτά, η προσπάθεια του Shannon κινήθηκε προς την κατεύθυνση απόδειξης της πληροφορίας ως μια φυσική ιδιότητα μιας οντότητας, η οποία μπορεί να μετρηθεί υποκειμενικά. Συγκεκριμένα, η *Θεωρία της Πληροφορίας του Shannon*, παρέχει ένα τρόπο για την ποσοτικοποίηση ενός πληροφοριακού περιεχομένου ενός σήματος σε σχέση με την σύνταξή του. Ωστόσο, όπως αναλυτικά θα αναφερθεί στην επόμενη ενότητα, δεν παρέχει κανένα τρόπο για την ποσοτικοποίηση του σημαντικού ή/και του πραγματικού περιεχομένου του σήματος.

2.1.1 Η Θεωρία Πληροφορίας του Shannon

Οι Shannon (1948) και Shannon & Weaver (1949) διατύπωσαν τη μαθηματική θεωρία που αναφέρεται μόνο στη συντακτική πτυχή της πληροφορίας, το μέτρο της οποίας αποκάλεσαν ως εντροπία. Η εντροπία του Shannon (Shannon, 1948) είναι μια έννοια συναφής με αυτή της

εντροπίας στη θερμοδυναμική, αλλά δεν θα πρέπει να ταυτίζεται πλήρως με αυτή. Ειδικότερα, στη μαθηματική θεωρία της επικοινωνίας των Shannon & Weaver (1949), η εντροπία ορίζεται ως έλλειψη γνώσης. Έτσι, αν ένα μήνυμα περιέχει μεγάλη ποσότητα καινοτομίας, δηλαδή αυτό που μεταφέρει ένα μήνυμα δεν είναι ήδη γνωστό, τότε, το μήνυμα αυτό έχει μεγάλη εντροπία. Αυτό σημαίνει ότι η ποσότητα της πληροφορίας είναι εξαρτημένη από τον παρατηρητή, υπό την έννοια ότι εξαρτάται από αυτό που ήδη 'γνωρίζει' ο αποδέκτης του μηνύματος. Επομένως, δεν υπάρχει αντικειμενικό μέτρο της πληροφορίας του Shannon για ένα μήνυμα, η εντροπία του οποίου δίνεται από τη σχέση:

$$H = -K \sum_{i=1}^N P_i \log_2 P_i$$

όπου, K είναι μια θετική σταθερά που αναπαριστά τη μονάδα μέτρησης (συνήθως η συγκεκριμένη ποσότητα μετριέται σε 'bits per symbol', P_i είναι η πιθανότητα ενός γεγονότος i και n είναι ο αριθμός των πιθανών γεγονότων (Shannon 1949, σελ. 50). Η συνάρτηση μεγιστοποιείται όταν οι τιμές των P_i είναι ίσες και μηδενίζεται όταν οποιαδήποτε από τα P_i έχει τιμή 1. Επομένως, όσο πιο απίθανο το μήνυμα, (δηλαδή όσο πιο χαμηλή η πιθανότητά του), τόσο μεγαλύτερο το πληροφοριακό του περιεχόμενο. Ωστόσο, το τι συνιστά ένα 'μήνυμα' δεν ορίζεται ξεκάθαρα και επομένως, η έννοια της πληροφορίας παραμένει αρκετά ασαφής. Επίσης, αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι ο συγκεκριμένος ορισμός δεν κάνει καμία αναφορά στη σημαντική και πραγματική διάσταση του νοήματος. Στην πραγματικότητα, μηνύματα χωρίς κανένα νόημα μπορεί να έχουν πολύ υψηλό πληροφοριακό περιεχόμενο, ή όπως το έθεσε ο Weaver:

«δύο μηνύματα, ένα υπερφορτωμένο με νόημα και το άλλο με ανοησίες, μπορούν να είναι ισοδύναμα σε σχέση με την πληροφορία που μεταφέρουν.» (Weaver 1949, σελ. 12).

Επομένως, η θεωρία της πληροφορίας του Shannon λαμβάνει υπόψη μόνο την ποσότητα της πληροφορίας σε ένα μήνυμα, όπως αυτή καθορίζεται βάσει της πιθανότητάς της, και δεν έχει καμία σχέση με την έννοια της πληροφορίας, όπως αυτή χρησιμοποιείται στην καθημερινότητα των πρακτόρων, δηλαδή ως δεδομένα αναφορικά με τον κόσμο. Ως εκ τούτου, ο όρος 'περιεχόμενο πληροφορίας' δεν θα πρέπει να συγχέεται με τη σημαντική (σημασιολογική) ή/και την πραγματική διάσταση (δείτε §2.1.2) μιας λέξης, μιας πρότασης και γενικότερα, μιας δράσης ενός πράκτορα.

2.1.2 Συντακτική, Σημαντική και Πραγματική Διάσταση της Πληροφορίας

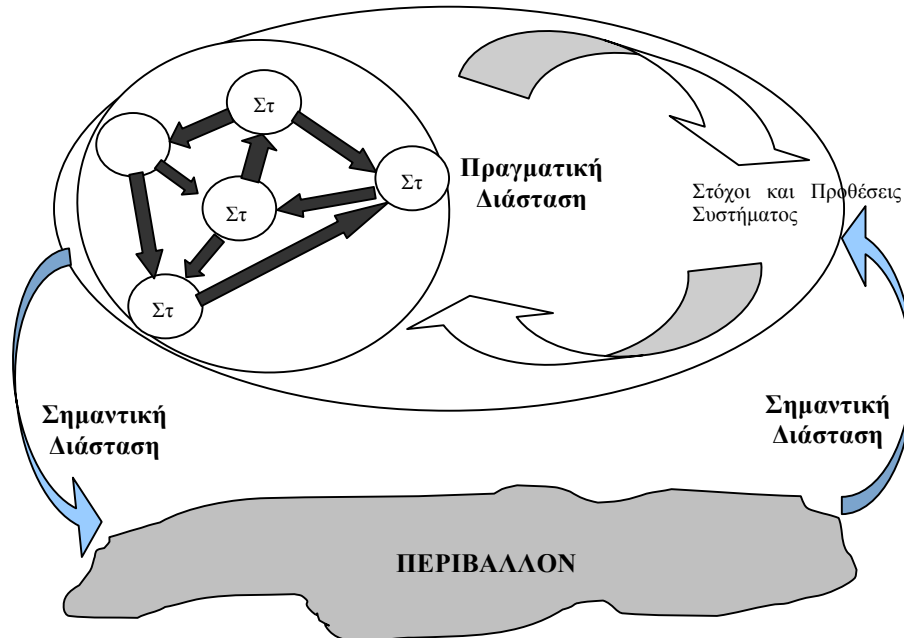
Στη Θεωρία της Πληροφορίας του Shannon δεν υπάρχει ακριβής και ξεκάθαρη σύνδεση μεταξύ του νοήματος και της πληροφορίας. Ίσως οι Shannon και Weaver να έχουν δεχθεί υπερβολική κριτική σχετικά με το ότι δεν έχουν λάβει υπόψη την πτυχή του νοήματος στη θεώρησή τους, εφόσον επικεντρώθηκαν στη διεργασία της επικοινωνίας. Προφανώς, το πρόβλημα ξεκινάει από το γεγονός ότι αρκετοί ερευνητές αντιμετώπισαν, εντελώς λανθασμένα, το συγκεκριμένο μοντέλο ως ένα οντολογικό μοντέλο. Όπως αναφέρει ο Küppers (1990), ο ορισμός της πληροφορίας του Shannon φαίνεται αρκετά παράδοξος, εφόσον γενικότερα, η πληροφορία θεωρείται ως γνώση, ενώ η θεωρία της πληροφορίας την ορίζει ως εντροπία, δηλαδή ως έλλειψη γνώσης.

Το παράδοξο επιλύεται όταν κανείς αποφασίσει να αντιμετωπίσει την πληροφορία του Shannon ως *εν δυνάμει πληροφορία*, η οποία μετρά την ποσότητα που μπορεί να μαθευτεί από ένα μήνυμα, χωρίς να γίνει καμία κρίση σχετικά με το νόημά του. Αυτό εμμέσως συνεπάγεται ότι οι Shannon και Weaver υπονοούσαν την ύπαρξη ενός παρατηρητή, ο οποίος βάσει της γνώσης του, συσχέτιζε το νόημα με την συντακτική κατάσταση του σήματος στην αλυσίδα της επικοινωνίας του από την πηγή στον αποδέκτη. Αν και η σκληρός μαθηματικός ορισμός της πληροφορίας του Shannon δεν εμπεριέχει τους αποδέκτες ενός μηνύματος, η έννοια του 'μηνύματος' είναι αρκετά επιφορτισμένη με μια αναφορά σε νοήματα υποκείμενα. Με άλλα λόγια, η πληροφορία του

Shannon απαιτεί τουλάχιστον την πιθανότητα ύπαρξης των εν δυνάμει γνωστικών συστημάτων, η ακόμη πιο συγκεκριμένα, των εν δυνάμει αποκωδικοποιητών, εφόσον το μήνυμα δεν χρειάζεται να μεταφέρει καμία σημαντική πληροφορία, παρά μόνο *συντακτική*, προκειμένου να γίνει γνωστό και να κατανοηθεί από τους αποδέκτες του.

Επομένως, χωρίς την ύπαρξη νοημόνων και ενσυνείδητων συστημάτων, θα ήταν προτιμότερο κανείς να μην αναφέρεται στην επικοινωνία (η οποία απαιτεί πληροφορία, η οποία απαιτεί νόημα και πρόθεση, όπως αναλυτικά θα παρουσιαστεί στο Κεφ. 6), αλλά για *αλληλεπίδραση* (δείτε Κεφ. 5). Για παράδειγμα, αναφορικά με ένα κιβώτιο ταχυτήτων, δεν θα ήταν ορθό να ισχυριστεί κανείς ότι η ταχύτητα επικοινωνεί την κατάστασή της στη μηχανή του οχήματος, αλλά θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί, ότι με κάποιο τρόπο αλληλεπιδρούν. Η επικοινωνία ορίζεται μόνο όταν υπάρχουν (άμεσα ή έμμεσα) γνωστικά συστήματα και στα δύο άκρα της διεργασίας, διότι η επικοινωνία απαιτεί πληροφορία, η οποία με τη σειρά της απαιτεί την ύπαρξη νοήματος (Arnellos & colleagues, submitted; 2005, δείτε επίσης §4.3.4). Οι Shannon και Weaver είχαν ως στόχο την διευκρίνιση των φυσικών ιδιοτήτων που ήταν απαραίτητες για την βελτίωση της εδραίωσης μιας αιτιώδους αλυσίδας μεταξύ δύο υποκειμένων. Επομένως, ακόμη και στο πλαίσιο της πληροφορίας του Shannon, ο *μόνος τρόπος να ξεχωρίσει κανείς, μεταξύ ενός φυσικού γεγονότος που μεταφέρει πληροφορία και ενός φυσικού γεγονότος που δεν μεταφέρει απολύτως τίποτα, είναι η επίγνωση της ύπαρξης ή μη ενός γνωστικού συστήματος, το οποίο αποδίδει κάποιο νόημα στο συγκεκριμένο γεγονός.*

Ως εκ τούτου, η πληροφορία και το νόημα δεν μπορούν να διαχωριστούν, και αυτό συνεπάγεται τη θεώρηση δύο επιπλέον διαστάσεων του περιεχομένου της δράσης ενός γνωστικού συστήματος: του *σημαντικού* και του *πραγματικού*. Μια αναλυτική περιγραφή της σημαντικής και της πραγματικής διάστασης δεν χρειάζεται να γίνει στην παρούσα εργασία. Αρκεί να σημειωθεί ότι η *σημαντική* (σημασιολογική - *semantics*) *διάσταση της δράσης ενός συστήματος αφορά τη σύνδεσή της με τον κόσμο εξωτερικά του συστήματος (περιβάλλον)*, ενώ η *πραγματική* (*pragmatic*) *διάστασή της αφορά στην επιρροή της στο σύστημα που τη χρησιμοποιεί, δηλαδή στο κατά πόσο προάγει ή εμποδίζει τους σκοπούς και τις προθέσεις του.*



Σχήμα 2. Συντακτική, σημαντική και πραγματική διάσταση. Η *συντακτική διάσταση* (*syntactics*) περιλαμβάνει τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος (δράση του συστήματος). Η *σημαντική διάσταση* (*semantics*) περιλαμβάνει τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του συστήματος και των καταστάσεων των πραγμάτων του περιβάλλοντος στα οποία αναφέρονται (σχέση δράσης αναφορικά με το περιβάλλον). Η *πραγματική διάσταση* (*pragmatics*) περιλαμβάνει τις σχέσεις

μεταξύ των στοιχείων του συστήματος και των στόχων του (σχέσεις δράσης του συστήματος αναφορικά με το περιβάλλον βάσει των στόχων του συστήματος).

Οι δύο αυτές διαστάσεις της δράσης ενός γνωστικού συστήματος και επομένως της πληροφορίας την οποία μεταφέρει, κάνουν τη δυνατότητα αντικειμενικού ορισμού της, ουσιαστικά και πρακτικά ανεξάρτητη από τη σχέση της με το νόημα. Αναλυτικότερα, το νόημα που σχετίζεται με μια συγκεκριμένη πληροφορία, εξαρτάται από τη χρήση της πληροφορίας αυτής. Η εν λόγω χρήση απαιτεί την ύπαρξη ενός γνωστικού συστήματος, το οποίο θα υποστηρίξει και τις τρεις διαστάσεις της πληροφορίας, προκειμένου να μπορέσει να εξάγει ένα νόημα συμβατό/σχετικό με αυτή.

Η προσέγγιση του Shannon υιοθετεί μια οπτική τρίτου προσώπου στο θέμα της πληροφορίας και του νοήματος το οποίο μπορεί να εξαχθεί από αυτή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να βλέπει την πληροφορία ως μια οντότητα που μεταφέρεται από το περιβάλλον προς το σύστημα ή/και από το σύστημα προς το περιβάλλον. Για τον Shannon, οι σημαντική διάσταση της πληροφορίας δεν εντοπίζεται στην οντολογική ποσότητα που μεταφέρεται, αλλά επιβάλλεται από τον παραγωγό και λαμβάνεται, ατόφια και με ένα σχετικά μικρό εύρος μεταβολής της σημαντικότητας από τον αποδέκτη. Συνήθως, μια τέτοιου είδους επικοινωνία έχει μια καλά-ορισμένη και προσδιορισμένη πραγματική διάσταση.

Επομένως, ένα πλαίσιο εξήγησης της δημιουργίας και της ανάδυσης του νοήματος θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη όλες τις διαστάσεις της πληροφορίας, καθώς και τον τρόπο λειτουργικής τους υποστήριξης. Με άλλα λόγια, θα πρέπει όλες οι διαστάσεις της πληροφορίας να μπορούν να παραχθούν και να εξηγηθούν αποκλειστικά και μόνο μέσω των διεργασιών του υπό μελέτη συστήματος και όχι μέσω της παρέμβασης εξωτερικών γνωστικών συστημάτων που προσδιορίζουν τις σημαντικές και πραγματικές πτυχές του συστήματος που αποφασίζει να δράσει. Στα γνωστικά πλαίσια που πρόκειται να περιγραφούν στη συνέχεια, συνήθως ισχύει το δεύτερο, ή γίνεται προσπάθεια να εξηγηθεί και να δικαιολογηθεί η επίτευξη του πρώτου, χωρίς όμως τα ανάλογα αποτελέσματα. Αυτό έχει σοβαρές επιπτώσεις τόσο στη γενικότερη θεώρηση του νοήματος όσο και στη λειτουργικότητα που υπονοούν τα αντίστοιχα μοντέλα.

2.2 Κογνιτιβισμός και το Υπολογιστικό Πλαίσιο (Computationalism) – Αναπαραστάσεις, Νόημα και Πληροφορία στη Θεώρηση του Γνωστικού Πράκτορα ως Επεξεργαστή Πληροφοριών

2.2.1 Η Φύση των Αναπαραστάσεων

Οι ποικίλες και πολλές φορές αταίριαστες προσπάθειες των ερευνητών της γνωστικής επιστήμης να κατανοήσουν τη γνωστική διεργασία μπορούν τόσο γενικά όσο και συγκεκριμένα να αποτυπωθούν στην ερώτηση: πώς το μυαλό/εγκέφαλος του πράκτορα αναπαριστά τον κόσμο? Αν και η έννοια της πληροφορίας όπως προαναφέρθηκε στη §2.1 παραμένει ασαφής, δεν μπορεί να πει κανείς το ίδιο για την πολύ μεγάλη προσπάθεια που έχει γίνει από τους γνωστικούς επιστήμονες για να αποσαφηνιστεί η έννοια της αναπαράστασης. Η γνωστική επιστήμη έχει κληρονομήσει τα αποτελέσματα της φιλοσοφικής σκέψης 2000 ετών σχετικά με την έννοια της αναπαράστασης και στη σύντομη ιστορία της (αν και δεν είναι τόσο σύντομη εάν κανείς θελήσει να δει τους γνωστικούς φιλοσόφους ως ερευνητές της γνωστικής επιστήμης) έχει προσφέρει αρκετά θεωρητικά πλαίσια και μοντέλα *αναπαραστασιακών συστημάτων (representational systems)*.

Στο γενικότερο πλαίσιο της γνωστικής θεώρησης του *κογνιτιβισμού (cognitivism)* και ιδιαίτερα του *υπολογιστικού πλαισίου (computationalism)*, υπάρχει ακόμη και υπολογισμός για το πώς γίνονται οι διάφορες μεταβάσεις μεταξύ των αναπαραστάσεων. Όπως θα παρουσιαστεί

παρακάτω, τα προβλήματα της συγκεκριμένης θεώρησης είναι αρκετά και πολύ σημαντικά, αλλά το σημαντικότερο πρόβλημα που έχει να αντιμετωπίσει το πλαίσιο του cognitivism/computationalism είναι ο ρόλος της πληροφορίας στις αναπαραστάσεις και κατ' επέκταση, όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω, στους υπολογισμούς στους οποίους οι εν λόγω αναπαραστάσεις εμπλέκονται. Σε αυτό το πλαίσιο, τα διάφορα νοητικά γεγονότα λαμβάνονται ως αναπαραστάσεις, μόνο λόγω του ότι θεωρούνται ότι μεταφέρουν πληροφορία. Επίσης, οι υπολογισμοί θεωρούνται ως πειστικά μοντέλα των νοητικών διεργασιών, αποκλειστικά και μόνο λόγω της δυνατότητας επεξεργασίας της πληροφορίας. Γενικότερα, η πληθώρα των μοντέλων της γνωστικής επιστήμης κάνουν την παραδοχή ότι οι νοητικές δομές που προϋποθέτουν είναι όντως αναπαραστάσεις. Όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω, τέτοιες παραδοχές δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, δηλαδή στον τρόπο με τον οποίο η πληροφορία μετατρέπεται τα εγκεφαλικά γεγονότα σε αναπαραστάσεις και υπολογισμούς.

Μια αναπαράσταση θεωρείται συνήθως ως μία κωδικοποίηση μιας κατάστασης πραγμάτων έτσι ώστε να υπάρχει μία αντιστοιχία μεταξύ του κώδικα και του αντικειμένου που κωδικοποιείται, ενώ παράλληλα να είναι δυνατή η αντίστοιχη αποκρυπτογράφηση με ξεκάθαρο τρόπο. Η πιο γνωστή και κοινή μέθοδος σχηματισμού μιας αναπαράστασης είναι η δημιουργία της εικόνας ενός αντικειμένου, όπου κανείς προσπαθεί να διατηρήσει, όσο γίνεται, όλα τα στοιχεία της εικόνας στις ίδιες συσχετίσεις με αυτές των ιδιοτήτων του αντικειμένου. Όλα τα στοιχεία του αντικειμένου δεν είναι απολύτως ουσιαστικά, για αυτό το λόγο, η σχετικότητα των στοιχείων της εικόνας κρίνεται από τον κατασκευαστή της αναπαράστασης, ο οποίος σχεδόν πάντοτε προβαίνει σε μείωση των διαστάσεων του χαρακτηριστικού χώρου του αντικειμένου. Σχεδόν καμία αναπαράσταση δεν είναι πλήρης ή τέλεια, έτσι, πάντα δημιουργείται μια τεχνητή «διαστρέβλωση» των σχέσεων των ιδιοτήτων του αντικειμένου που κωδικοποιείται. Αυτό το είδος των αναπαραστάσεων δεν μπορεί να παρέχει τα εργαλεία και γενικότερα τις απαντήσεις που χρειάζεται να παρέχει ένα πλαίσιο υποστήριξης και εξήγησης της δημιουργίας και της εξέλιξης του νοήματος αλλά και του ίδιου του γνωστικού συστήματος από το οποίο φέρεται. Ωστόσο, η επιστήμη της γνωστικής ψυχολογίας ασχολείται με την μελέτη των αναπαραστάσεων, όπως αυτές ορίστηκαν προηγουμένως, είτε ακολουθείται η θεώρηση της πρωτότυπης θεωρίας της μνήμης (Rosch 1977), είτε αυτή της υποδειγματικής θεωρίας της μνήμης (Nosofsky 1986).

Αρκετοί ερευνητές εξέφρασαν τις αντιρρήσεις τους σχετικά με αυτού του είδους και ειδικότερα με αυτόν τον ορισμό της αναπαράστασης, πρωτίστως διότι δεν παρείχε τα κατάλληλα εργαλεία για να εξηγήσει κανείς, ή να ξεκινήσει να εξηγήσει τους μηχανισμούς παραγωγής των αντίστοιχων αναπαραστάσεων. Οι περισσότερες αντιρρήσεις όμως προέρχονται από την ανάγκη των ερευνητών να τεκμηριώσουν μια 'στενότερη' οπτική της έννοιας της αναπαράστασης λόγω των πιο συγκεκριμένων στόχων και προβλημάτων που έχουν να επιλύσουν στη γνωστική επιστήμη. Έτσι ο Fodor υποστηρίζει ότι:

«η πλήρης Αναπαραστασιακή Θεωρία του Νου (Representational Theory of Mind) προσπαθεί να εξηγήσει πως μπορεί να υπάρξουν εγκεφαλικές καταστάσεις με τις σημασιολογικές (σημαντικές) και αιτιώδεις ιδιότητες που υποτίθεται (βάσει της κοινής λογικής) ότι έχουν οι προτασιακές συμπεριφορές (στάσεις) (propositional attitudes). Ουσιαστικά, η RTM προτείνει μια θεώρηση για το τι μπορεί να είναι οι προτασιακές συμπεριφορές.» (Fodor, 1993, σελ. 273).

Ο Fodor ταυτίζει τις αναπαραστάσεις με τις προτασιακές συμπεριφορές. Ο ρόλος των τελευταίων υπονοείται στον παραπάνω εντελώς αφηρημένο και δύσχρηστο ορισμό των αναπαραστάσεων. Όταν ερευνητές σαν τον Newell (1980) και τον Stich (1982) απορρίπτουν την RTM, δεν απορρίπτουν την ιδέα ότι το μυαλό είναι μια αναπαραστασιακή μηχανή (μηχανή αναπαραστάσεων). Αυτό που απορρίπτουν είναι η ιδέα ότι οι αναπαραστάσεις που χρησιμοποιεί το μυαλό ενός πράκτορα είναι του είδους των προτασιακών συμπεριφορών, όπως ισχυρίζεται η folk ψυχολογία. Η Συντακτική Θεωρία του Νου από τον Stich (1982) υποστηρίζει ότι το μυαλό μεταχειρίζεται/επεξεργάζεται σύμβολα τα οποία αναπαριστούν αντικείμενα στον εξωτερικό κόσμο, αλλά τα σύμβολα αυτά δεν έχουν τις σημασιολογικές και αιτιώδεις ιδιότητες των προτασιακών συμπεριφορών.

2.2.2 Η Ταύτιση της Πληροφορίας με την Έννοια της Αναπαράστασης στο Υπολογιστικό Πλαίσιο

Αδιάφορα από την συγκεκριμένη μορφή των αναπαραστάσεων και των αντίστοιχων θεωριών, οι γνωστικοί επιστήμονες έχουν εμμέσως ορίσει την *αναπαράσταση-του-κόσμου* ως συνώνυμη της *πληροφορίας-για-τον-κόσμο*. Θεωρούν ότι αυτό που είναι σημαντικό για να οριστεί μια οντότητα ως αναπαράσταση δεν είναι η συντακτική της μορφή, αλλά η σημαντική της σχέση με την αναπαριστάμενη κατάσταση πραγμάτων. Επίσης, οι αναπαραστάσεις δεν είναι αναγκαίο να είναι απλές, αλλά μπορούν να εμπεριέχουν πολύπλοκους μαθηματικούς μετασχηματισμούς του αναπαριστάμενου κατάστασης πραγμάτων, αρκεί ο εγκέφαλος του πράκτορα να είναι σε θέση να φέρει εις πέρας τους αναγκαίους υπολογισμούς. Η θεώρηση αυτή σε συνδυασμό με μια σειρά περιορισμών σχετικά με την αξιοπιστία, αποθηκευσιμότητα και προσβασιμότητα των αναπαραστάσεων έχει ως αποτέλεσμα μια πιο συγκεκριμένη εικόνα σχετικά με το τι μπορεί να είναι το μυαλό/εγκέφαλος ενός πράκτορα.

Συγκεκριμένα, οδηγούν σε ένα μοντέλο του μυαλού όπως το μοντέλο ενός υπολογιστή. Ασχέτως με το επίπεδο περιπλοκότητας του υπολογιστή, εάν η πληροφορία υποβαθμιστεί κάτω από ένα συγκεκριμένο σημείο, οι αντιστοιχίσεις στην αρχική κατάσταση πραγμάτων θα χαθούν. Από τη στιγμή που οι μνήμες των ανθρώπινων πρακτόρων είναι αρκετά αξιόπιστες ώστε να τους βοηθούν στο να τα καταφέρνουν στις καθημερινές τους δραστηριότητες, αλλά και σε όλη τους το εξελικτικό παρελθόν, η εκάστοτε μνήμη θα πρέπει να αποθηκευτεί με τρόπο παρόμοιο με αυτόν ενός πολύ αξιόπιστου υπολογιστή. Συγκεκριμένες μνήμες έχουν συγκεκριμένους αποθηκευτικούς χώρους. Η ανάκληση μιας μνήμης θα πρέπει να είναι επίσης ανάλογη με αυτή του υπολογιστή, δηλαδή μέσω πρόσβασης στην κατάλληλη τοποθεσία ή διεύθυνση. Με άλλα λόγια, οι υποστηρικτές του υπολογιστικού πλαισίου θεωρούν την ανάκληση της μνήμης ως ανάκτηση.

Η αναλογία δεν σταματάει εδώ. Ακόμη και η εξέλιξη του μυαλού/εγκεφάλου συγκρίνεται με τη σχεδίαση και την κατασκευή ενός υπολογιστή. Η εξήγηση των υποτιθέμενων εσωτερικών δομών γίνεται μέσω των εννοιών του εσωτερικού κώδικα και του μεταγλωττιστή. Όπως ο μηχανικός πληροφορικής δημιουργεί τις αντιστοιχίες μεταξύ κώδικα μηχανής και πρωταρχικών/βασικών δράσεων του υπολογιστή, οι οποίες εν συνεχεία αποκτούν τη 'φύση' της κληρονομημένης συμπεριφοράς, έτσι και η εξέλιξη κτίζει εσωτερικούς κώδικες που υλοποιούν τις συμπεριφορές των πρακτόρων.

Η επιρροή της συνταγής του επεξεργαστή πληροφοριών είναι μεγαλύτερη από τη σύσταση απλών μεταφορών και αναλογιών. Εάν το μυαλό λειτουργεί συγκεντρώνοντας πληροφορίες σχετικά με τον κόσμο, δεν μπορεί κανείς να θεωρήσει ότι οι πληροφορίες είναι πάντα ορθές. Θα πρέπει ένας τέτοιος γνωστικός πράκτορας να είναι να θέση να ελέγξει την πληροφορία που συγκεντρώνει μετατρέποντάς την σε συμπεριφορά δράσης. Στο παρόν πλαίσιο αυτές οι μετατροπές μπορούν να εξηγηθούν μέσω υπολογισμών στην αποθηκευμένη πληροφορία. Σε αυτό το σημείο το υπολογιστικό πλαίσιο διαφέρει από την *folk* ψυχολογία στο ότι προσφέρει μια εξήγηση για το πώς νοητικές καταστάσεις μετατρέπονται σε συμπεριφορές ή σε άλλες νοητικές καταστάσεις.

Έτσι, για τον κλάδο της ισχυρής Τεχνητής Νοημοσύνης (από εδώ και στο εξής TN) ή διαφορετικά (strong AI), το μυαλό ενός πράκτορα δεν μοιάζει με έναν υπολογιστή αλλά είναι ένας υπολογιστής, όχι όμως ψηφιακός, αλλά αναλογικός. Επιπροσθέτως, όλοι οι υποστηρικτές του υπολογιστικού πλαισίου της νόησης (δείτε §2.2.3) δέχονται τη θέση του Church (1936a; 1936b) ως αληθή³. Ο συνδυασμός των δύο αυτών παραδοχών υπονοεί ότι οτιδήποτε μπορεί να κάνει το μυαλό ενός πράκτορα, ένα ισοδύναμο μίας μηχανής Turing μπορεί να το επιτύχει.

³ Η θέση του Church αξιώνει τη δυνατότητα εκτέλεσης οποιουδήποτε δυνατού υπολογισμού από έναν υπολογιστή, δεδομένου ότι ο κατάλληλος χρόνος και ο κατάλληλος αποθηκευτικός χώρος είναι αντιστοίχως διαθέσιμοι. Η θέση του Church δεν μπορεί να αποδειχθεί με μαθηματικό τρόπο.

Συνεπώς, οι υπολογιστές μπορούν να προγραμματιστούν ως μυαλά/εγκέφαλοι. Η ισχυρή TN, δηλαδή ο ισχυρισμός ότι μερικοί υπολογιστές όχι μόνο μπορούν να μιμηθούν ένα μυαλό, αλλά είναι στην πραγματικότητα μυαλά, είναι άμεσος απόγονος της οπτικής του επεξεργαστή πληροφοριών, ενώ η ασθενής TN υποστηρίζει ότι τα μυαλά μπορούν απλώς να 'μοντελοποιηθούν'. Για αυτό τον λόγο η ισχυρή TN συχνά καλείται και ως αλγοριθμικό μοντέλο σκέψης (Dennett, 1987).

2.2.3 Το Συνολικότερο Πλαίσιο της Υπολογιστικής Προσέγγισης στη Γνωστική Διεργασία

2.2.3.1 Η Υπόθεση του Φυσικού Συστήματος Συμβόλων

Το πλαίσιο του computationalism βασίζεται στην υπόθεση ότι το μυαλό ή ένα σύστημα ικανό να προβεί σε 'έξυπνες' πράξεις είναι ένα *φυσικό σύστημα συμβόλων* (*physical symbol system - PSS*) (Newell, 1980). Ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από σύμβολα τα οποία συνδέονται (μέσω υπόδειξης) με αντικείμενα ή καταστάσεις πραγμάτων στο περιβάλλον. Τα σύμβολα αυτά μετατρέπονται σε άλλα σύμβολα μέσω πλήρως προκαθορισμένων και άμεσα κανονιστικών διεργασιών καταλήγοντας στη σύνθεση νέων συμβολικών δομών. Ένα σύμβολο ορίζεται ευθέως σε σχέση με το σύστημα συμβόλων στο οποίο λειτουργεί, οπότε, οτιδήποτε μπορεί να παίξει το ρόλο ενός συμβόλου και οτιδήποτε μπορεί να συνδεθεί (υποδεικνύοντας) κάτι άλλο. Επίσης, τα σύμβολα μέσα σε ένα σύστημα συμβόλων διαχειρίζονται μόνο βάσει του σχήματός τους (ή της μορφής τους), με αποτέλεσμα να σχετίζονται με καινούργιους φυσικούς τρόπους. Αυτό κάνει την επεξεργασία τους καθαρά συντακτική (Harnad, 1990). Ως εκ τούτου, σε ένα φυσικό σύστημα συμβόλων, τα σύμβολα αποκτούν νόημα μόνο ως προς τις συντακτικές τους σχέσεις με άλλα σύμβολα του ίδιου συστήματος.

2.2.3.2 Αναπαραστάσεις σε Ένα Αλγοριθμικό Πλαίσιο της Νόησης

Στην υπολογιστική προσέγγιση της γνωστικής διεργασίας τα σύμβολα θεωρούνται ως εσωτερικές καταστάσεις του συστήματος οι οποίες υποδεικνύουν τις 'πραγματικές' καταστάσεις του περιβάλλοντος. Αυτή η υπόδειξη βασίζεται σε μια άμεση απεικόνιση, κατά την οποία η τελική αντιστοίχιση είναι η συνολική αναπαράσταση του συστήματος για το περιβάλλον. Επομένως, η γνωστική διεργασία θεωρείται η μετατροπή των αναπαραστάσεων, οι οποίες με τη σειρά τους αναφέρονται εξ' ολοκλήρου και υποδεικνύουν συγκεκριμένες καταστάσεις πραγμάτων στο περιβάλλον του γνωστικού πράκτορα.

Ο Newell (1980) υποστηρίζει ότι αυτή η μετατροπή είναι υπολογίσιμη από μία μηχανή Turing, που σημαίνει ότι η μετατροπή των αναπαραστάσεων μπορεί να περιγραφεί από μια υπολογίσιμη διαδικασία, η οποία με τη σειρά της μπορεί να προσομοιωθεί από μια μηχανή Turing. Με άλλα λόγια, κάθε μετατροπή των αναπαραστάσεων σε ένα γνωστικό σύστημα μπορεί να προσομοιωθεί από έναν πολύ καλά ορισμένο αλγόριθμο, ή ακόμη πιο απλά, από ένα εξωτερικά δοσμένο σύνολο κανόνων το οποίο θα υπολογίσει τον αντίστοιχο μετασχηματισμό (Kampis, 2001). Η αλγοριθμική φύση των αναπαραστάσεων συνεπάγεται την εκ των προτέρων επιθυμητή (συνεπώς προαποφασισμένη) ύπαρξη σχέσης μεταξύ εισόδου και εξόδου του γνωστικού συστήματος, το οποίο με τη σειρά του καθορίζει την υπολογιστική διαδικασία επίτευξης της σχέσης αυτής (Cormen, Leiserson & Rivest, 2001).

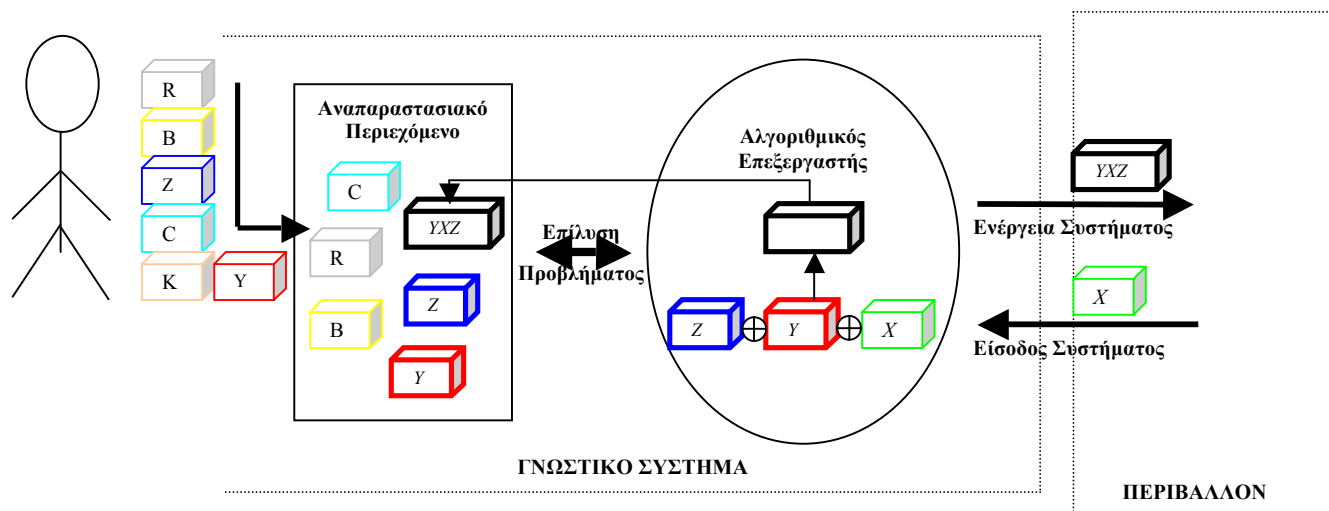
Στην πραγματικότητα, στο υπολογιστικό πλαίσιο υποστηρίζεται η άποψη ότι ένα γνωστικό σύστημα αποτελείται από ξεχωριστές και ανεξάρτητες λειτουργικές μονάδες, οι οποίες συνεργάζονται προκειμένου να αποκτήσουν και να μετατρέψουν συγκεκριμένες αναπαραστάσεις και να αντιδράσουν στο περιβάλλον μέσω αυτών. Η συνεργασία επιτυγχάνεται μέσω συμβόλων που χρησιμοποιεί το γνωστικό σύστημα. Δεδομένου ότι κάθε σύμβολο μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να υποδείξει οτιδήποτε, η φύση των αναπαραστάσεων μπορεί να είναι τόσο αφηρημένη και ασαφής, όπου κανείς μπορεί να αγνοήσει τις μονάδες και τους τρόπους

απόκτησης και αντίδρασης και να επικεντρωθεί στους διάφορους μετασχηματισμούς ως τις μόνες διεργασίες της νόησης.

Αυτό θεωρείται ως η ουσία της φύσης του υπολογιστικού πλαισίου και συνεπάγεται την απενσωματωμένη (*disembodied*) φύση της γνωστικής διεργασίας, όπου δίνει χαρακτηριστική έμφαση στον καθαρό διαχωρισμό μεταξύ των επιπέδων των συμβόλων/υπολογισμών και αυτού της υλοποίησης (Fodor & Pylyshyn 1988). Το τελευταίο πρέπει να είναι απολύτως αναμενόμενο σε ένα καθαρά φυσικό σύστημα συμβόλων.⁴

Επιπροσθέτως, σύμφωνα με τον (Harnad, 1990), ένα σύστημα συμβόλων επιδέχεται διαχωρισμό στο επίπεδο των επιμέρους συμβόλων του, τα οποία με τη σειρά τους επιδέχονται σημασιολογικής ερμηνείας. Το τελευταίο δεν αρκεί, αλλά θα πρέπει ολόκληρο το σύστημα να επιδέχεται σημασιολογικής ερμηνείας, και επομένως, όπως ισχυρίζεται ο Harnad, το συντακτικό έχει τη δυνατότητα να γίνεται συστηματικός αποδέκτης νοήματος (σχετικά με κάποιο αντικείμενο ή κατάσταση πραγμάτων). Τα γεγονότα αυτό κάνει απαραίτητη την ύπαρξη ενός διερμηνέα, εξωτερικά του συστήματος, ο οποίος θα καθορίζει την επιθυμητή σχέση μεταξύ εισόδου και εξόδου, καθώς και θα εδραιώνει την αντιστοιχία μεταξύ εισόδου και εξόδου με τα αντίστοιχα σύμβολα (αναπαραστάσεις).

Συνεπώς, υπό μία καθαρά υπολογιστική οπτική, το γνωστικό σύστημα είναι εξωτερικά προγραμματισμένο. Το μόνο που χρειάζεται προκειμένου ένα τέτοιο γνωστικό σύστημα να λύσει ένα πρόβλημα είναι η εξωτερική παροχή μιας μηχανιστικά ορισμένης υπολογιστικής διαδικασίας (Kampis, 2001). Συνεπώς, τόσο ο Harnad και ο Kampis όσο και άλλοι ερευνητές συμφωνούν, ότι αυτού του είδους η γνωστική διεργασία είναι σαν κανείς να προσπαθεί να προσομοιώσει, μέσω κανόνων, την ερμηνεία μιας συγκεκριμένης διεργασίας, ενώ η ερμηνεία έχει ήδη πραγματοποιηθεί από ένα ήδη υπάρχον γνωστικό σύστημα. Σε ένα τέτοιου είδους γνωστικό σύστημα, όλες οι εισοδοί και εξοδοί δεν έχουν καμία ουσιαστική (υπό την έννοια της σημαντικής/πραγματικής διάστασης) σύνδεση με το περιβάλλον, και ακόμη περισσότερο, οι σχετικές αναπαραστάσεις δεν έχουν καμία σύνδεση ή/και συσχέτιση με τη δομή και τη λειτουργικότητα του συστήματος.



Σχήμα 3. Απεικόνιση της λειτουργικότητας ενός υπολογιστικού/κογνιτιβιστικού μοντέλου. Το σύστημα αποκτά μια αναπαράσταση από το περιβάλλον, την συνδυάζει με άλλες αναπαραστάσεις της μνήμης, μέσα από προκαθορισμένες διαδικασίες (κύκλος με σταυρό) και φτιάχνει μια καινούργια αναπαράσταση δράσης αναφορικά με το περιβάλλον.

⁴ Όπως θα αναφερθεί στην §4.2 δεν υπάρχει πλήρως απενσωματωμένο σύστημα, αλλά όλα τα συστήματα επιδεικνύουν μια μορφή ενσωμάτωσης. Ο χαρακτηρισμός της υπολογιστικής προσέγγισης ως απενσωματωμένη είναι αποτέλεσμα της ριζοσπαστικής υποστήριξης της ανεξαρτησίας από την πλατφόρμα υλοποίησης (platform-independency).

2.2.4 Ενστάσεις στον Κογνιτιστικό/Υπολογιστικό Πλαίσιο και οι Βασικές Προσπάθειες Απάντησης

2.2.4.1 Το Σημασιολογικό Περιεχόμενο δεν Είναι Ενδογενές του Συντακτικού

Η επί της ουσίας απενσωματωμένη φύση του κογνιτισμού/υπολογισμού έχει εγείρει πολλές ερωτήσεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο συντακτικές δομές χωρίς κανένα νόημα αποκτούν νόημα στη συνέχεια. Ο Searle (1980), στο περίφημο *Επιχείρημα του Κινεζικού Δωματίου* (*Chinese Room Argument*, από εδώ και στο εξής θα αναφέρεται ως ΕΚΔ) υποθέτει έναν πράκτορα κλειδωμένο σε ένα δωμάτιο να επεξεργάζεται εντελώς άγνωστα σε αυτόν Κινεζικά σύμβολα, βάσει γνωστών τυπικών κανόνων. Ο πράκτορας επιστρέφει την τελική συντακτική δομή κάθε επεξεργασίας κάτω από την πόρτα. Ο Searle υποστηρίζει ότι κάθε παρατηρητής που βρίσκεται εκτός του δωματίου και γνωρίζει την Κινέζικη γλώσσα θα έφτανε στο συμπέρασμα ότι ο πράκτορας του δωματίου καταλαβαίνει την Κινέζικη γλώσσα, ενώ είναι προφανές ότι δεν μπορεί να αποδώσει κανένα νόημα σε κανένα από τα Κινέζικα σύμβολα. Ο Searle συνεχίζει αντιστοιχίζοντας τον πράκτορα του δωματίου με έναν υπολογιστή που ακολουθεί πλήρως τυπικές οδηγίες οι οποίες έχουν γραφτεί από έναν προγραμματιστή και λογικά συμπεραίνει ότι ο υπολογιστής δεν θα μπορούσε να έχει κανέναν νόημα των συμβόλων που επεξεργάζεται.

Πιο συγκεκριμένα, ο Searle προσπαθεί να επιχειρηματολογήσει υπέρ της απιθανότητας αναγωγής του νοήματος ή των σημασιολογικών στοιχείων μιας αναπαράστασης, ή ακόμη ορθότερα, του αναπαραστασιακού περιεχομένου στο συντακτικό. Υποστηρίζει ότι τα υπολογιστικά συστήματα είναι τυποκρατικά συστήματα που λειτουργούν βάσει καθαρά συντακτικών σχέσεων οι οποίες δεν μπορούν να καταλήξουν σε παραγωγή νοήματος. Με άλλα λόγια, η ερμηνεία ενός τέτοιου συστήματος από έναν παρατηρητή ως ένα σύστημα που επιδεικνύει νοηματικές δομές, δεν συνεπάγεται απαραίτητα ότι οι δομές αυτές είναι ενδογενείς του συστήματος. Ο Fodor (1975) στην *υπόθεση της γλώσσας της σκέψης* (*language of thought hypothesis*) βασίζεται ακριβώς σε αυτή την θέση, δηλαδή ότι το νόημα μπορεί να αναχθεί στο συντακτικό. Πιο συγκεκριμένα, η Aydede (2004) αναφέρει ότι:

«Αυτή η γλώσσα συνίσταται από ένα σύστημα αναπαραστάσεων το οποίο πραγματοποιείται στον εγκέφαλο των σκεπτόμενων συστημάτων και έχει μια συνδυαστική σύνταξη (και μια σημαντική διάσταση), έτσι ώστε οι διάφορες λειτουργίες επί των αναπαραστάσεων να είναι αιτιωδώς ευαίσθητες (δηλαδή να επηρεάζονται) μόνο από τις συντακτικές ιδιότητες των αναπαραστάσεων. Σύμφωνα με την 'υπόθεση της γλώσσας της σκέψης', η σκέψη είναι το τεκμήριο μιας αναπαράστασης που έχει μια συντακτική (συστατική/καταστατική) δομή με τα κατάλληλα σημασιολογικά περιεχόμενα.»

Στη συνέχεια αναφέρει ότι:

«...η υπόθεση ότι ο εγκέφαλος είναι ένα είδος υπολογιστή στον οποίο διακινούνται αναπαραστάσεις λόγω των συντακτικών τους ιδιοτήτων, είναι η βασική ιδέα της 'υπόθεσης της γλώσσας της σκέψης' (και η παραδοσιακή οπτική της Τεχνητής Νοημοσύνης σχετικά με τη νόηση). Οι υπολογιστές είναι περιβάλλοντα, στα οποία τα διάφορα σύμβολα μεταχειρίζονται μέσω των τυπικών τους ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών, αλλά ταυτόχρονα, διατηρούνται οι σημαντικές τους ιδιότητες. Αυτή είναι η πηγή της σημαντικής συνοχής που παρουσιάζουν οι συμβολικές διεργασίες.»

Αν και αυτό που ξεκαθαρίζεται από τις παραπάνω αναφορές της Aydede είναι ότι στο υπολογιστικό πλαίσιο της νόησης το νόημα 'φροντίζεται' από το συντακτικό, το πρόβλημα που παραμένει είναι το από πού προέρχονται οι σημασιολογικές ιδιότητες των συμβόλων. Ο Harnad (1990) κινούμενος στην ίδια τροχιά με τον Searle και θέλοντας να βρει μια λύση για το ΕΚΔ, εισήγαγε το *πρόβλημα αγκίστρωσης των συμβόλων* (*symbol grounding problem*) (δείτε §2.5.1), ή διαφορετικά, το πρόβλημα που πηγάζει από το ερώτημα αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο,

το νόημα ενός συμβόλου μέσα σε ένα σύστημα συμβόλων δύναται να αγκιστρωθεί/θεμελιωθεί σε κάτι διαφορετικό από απλά ασήμαντα (χωρίς νόημα) σύμβολα.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο Searle, μέσω του ΕΚΔ κυριολεκτικά 'επιτίθεται' στη δυνατότητα ενός γνωστικού συστήματος, πλήρους υπολογιστικής φύσεως, να παράγει αναπαραστασιακό περιεχόμενο στο εσωτερικό του. Η επίθεση του Searle δεν είναι πλήρης καθώς αφήνει χώρο για δικαιολόγηση του υπολογιστικού πλαισίου μέσα από τη λύση του εξωτερικού σημασιολογικού περιεχομένου (external semantics), ένα πρόβλημα που επισημαίνεται από τον Harnad στις λεγόμενες 'απαντήσεις του ρομπότ' (robot replies), όχι όμως με απόλυτη επιτυχία (Harnad 1991; 1995).

Παράλληλα κινείται και ο Chalmers (1992), ο οποίος ισχυρίζεται ότι όσο οι στοιχειώδεις συντακτικές οντότητες ενός συστήματος συμπίπτουν με τις στοιχειώδεις σημασιολογικές οντότητες (αναπαραστάσεις) του ίδιου, το σύστημα δεν είναι ικανό για την ενδογενή παραγωγή νοήματος. Αυτό πρέπει να είναι παραπάνω από αρκετό ως απάντηση στη θεωρία του Raparort (1995) αναφορικά με τη *συντακτική σημασιολογία* (*syntactic semantics*), όπου οι σημασιολογικές ιδιότητες σχεδόν απαλείφονται. Σε αυτή την περίπτωση το νόημα μετατρέπεται σε συντακτικό, λαμβάνοντας το πρώτο ως τη σχέση μεταξύ *δεικτών* (*markers*), οι οποίοι στη συνέχεια λαμβάνονται ως εσωτερικές αναπαραστάσεις του συστήματος.

Για τον Raparort οι δείκτες σχηματίζουν ένα είδος σημαντικού δικτύου που μπορεί να κατανοηθεί μόνο σε σχέση με τον εαυτό του και τις εσωτερικές του σχέσεις, δηλαδή, μόνο συντακτικά. Εδώ κανείς μπορεί να πει ότι ο Raparort ισχυρίζεται ότι οι πολύπλοκες δομές αναπαραστάσης που αποτελούνται από πολλές ατομικές αναπαραστάσεις είναι ικανές για εσωτερική διαχείριση νοήματος. Αυτό εύκολα απορρίπτεται λόγω του ότι, όπως ειπώθηκε προηγουμένως, οι στοιχειώδεις οντότητες της πολύπλοκης αναπαραστασιακής δομής δεν μπορούν να αναπαραστήσουν απολύτως τίποτα βάσει της δομής τους. Από την άλλη μεριά, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι ο Raparort κρατάει μια σολιψιστική στάση, λόγω της οποίας ερμηνεύει το σύστημα ως γνωστικό. Στο (Raparort, 1998) τονίζει ότι θα μπορούσε κανείς να πει ότι το σύστημα από μόνο του 'καταλαβαίνει' τι συμβαίνει.

Γενικότερα, η όλη προσπάθεια του Raparort βασίζεται στην ιδέα ότι μια ποικίλη εσωτερική δομή είναι επαρκής για μια συντακτική αυτό-κατανόηση, κατά την οποία όλες οι σημασιολογικές ιδιότητες εκτοπίζονται από ένα δίκτυο δεικτών το οποίο αντανακλάται στον εαυτό του⁵. Όλο το σημασιολογικό περιεχόμενο εξαρτάται από την αιτιώδη δομή του δικτύου των δεικτών, η οποία ταυτίζεται με το συντακτικό της. Η ιδέα αυτή ανάγει το ρόλο του νοήματος σε εντελώς αιτιώδη ή καθαρά λειτουργικό, που στη συνέχεια ανάγεται, μέσω του πλαισίου της υπόθεσης της γλώσσας σκέψης σε έναν καθαρά υπολογιστικό ρόλο. Όπως σημειώνει η Aydede (2004), αυτή η κίνηση είναι εφάμιλλη της θεωρίας των *λειτουργικών σημασιολογικών δομών* (*functional semantics*) του Block (1987), η οποία έδειχνε να είναι σε σωστό δρόμο. Το βασικό πρόβλημα αυτών των προσεγγίσεων είναι ότι θεωρούν τη γνωστική διεργασία ως έναν καθαρό υπολογισμό, έτσι δεν μπορούν να ξεπεράσουν το πρόβλημα που έθεσε η ουσία του ΕΚΔ, που είναι ο ισχυρισμός ότι η γνωστική διεργασία δεν μπορεί να είναι *μόνο* υπολογισμός.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν, από διαφορετικές ερευνητικές περιοχές, αρκετές προσπάθειες προσδιορισμού των αντιστοιχίσεων μεταξύ της συντακτικής και της σημαντικής διάστασης, ειδικότερα στην ευρύτερη περιοχή της γλωσσολογίας και της κατανόησης της γλώσσας, καθώς και να υπολογιστεί το ποσοστό της σημαντικής πληροφορίας (νόημα) που μπορεί να μεταφερθεί από ένα συντακτικό στοιχείο (γραπτού ή λεκτικού τύπου). Όπως ήταν αναμενόμενο από όσα εξηγήθηκαν στην §1.1, αλλά και στην §2.1, οι συγκεκριμένες προσπάθειες και οι αντίστοιχες θεωρήσεις, ανεξαρτήτως εάν υποθέτουν ότι ένα συντακτικό στοιχείο είναι σημαντικό από μόνο του ανεξαρτήτως του παρατηρητή ή ότι το νόημα μπορεί να υπάρξει μόνο

⁵ Ο Raparort χρησιμοποιεί τον όρο 'αυτό-αναφορά'. Ωστόσο, σε καμία περίπτωση δεν υπονοεί τη θεμελιώδη ιδιότητα της αυτό-αναφοράς των αυτό-οργανωμένων συστημάτων, έτσι όπως αυτή αναφέρεται στην §3.3.1.

στο μυαλό του παρατηρητή, παρουσιάζουν πολλά προβλήματα που κάνουν την εφαρμογή τους μη ρεαλιστική και μη πρακτική για καταστάσεις που αφορούν τον πραγματικό κόσμο, όπως στο χαρακτηριστικό παράδειγμα της ψηφιακής υπογραφής (δείτε §4.3.4). Από τις πρώτες χαρακτηριστικές προσπάθειες είναι αυτή των Bar-Hillel & Carnap (1964) που προσπάθησαν να ορίσουν και να μετρήσουν τη σημαντική πληροφορία βάσει της δουλειάς του Shannon (δείτε §2.1.1 και §2.1.2), αλλά όπως εξηγεί ο Mingers (1997) η συγκεκριμένη θεώρηση δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε πραγματικά προβλήματα αλλά μόνο σε στενά και καλά-ορισμένα (*well-defined*) φορμαλιστικά συστήματα, καθώς δεν λαμβάνει υπόψη καθόλου τη διάσταση της πρόθεσης του πράκτορα ή το νόημα που επιθυμεί να επικοινωνήσει.

Ο Floridi (2004) επίσης απορρίπτει την θεώρηση των Bar-Hillel & Carnap και σημειώνοντας το παράδοξο των επιπτώσεων της προτείνει μια εναλλακτική θεωρία που ονομάζει ως «η θεωρία της ισχυρά σημαντικής πληροφορίας». Η θεωρία του Floridi δεν βασίζεται στις κατανομές πιθανοτήτων, αλλά χρησιμοποιεί μια λογική τιμών αληθείας και την έννοια της σημαντικής ανακολουθίας μιας πρότασης σχετικά με μια συγκεκριμένη κατάσταση. Αν και η προσέγγιση του Floridi υποστηρίζει την μελέτη της σημαντικής πληροφορίας λαμβάνοντας (σε μικρό βαθμό) τη σχετικότητα του πλαισίου δράσης του πράκτορα, παραμένει ακόμη μια εντελώς αδόκιμη προσέγγιση για τη λύση των πολύπλοκων σημασιολογικών προβλημάτων του πραγματικού κόσμου.

Μια άλλη προσπάθεια, προερχόμενη από την περιοχή της γλωσσολογίας είναι η *optimality theory syntax*, όπου μια διατεταγμένη ακολουθία περιορισμών (διαφορετικών για κάθε φορά) χρησιμοποιείται προκειμένου να αποφασιστεί ποιες είναι από τις υποψήφιες προτάσεις είναι οι καλύτερες για την έκφραση ενός συγκεκριμένου περιεχομένου (σημαντικής πληροφορίας). Ο Zeevat (2002) μεταξύ άλλων, σημειώνει ότι με αυτό τον τρόπο, η ερμηνεία του σημασιολογικού περιεχομένου είναι δυνατή μόνο με την προϋπόθεση ότι κάποιες γενικές σημαντικές και πραγματικές αρχές θα θεωρούνται δεδομένες, χωρίς επίσης να διευκρινίζει ποιες θα πρέπει να είναι οι εν λόγω αρχές.

Άλλη μια προσπάθεια που έρχεται από το χώρο της TN είναι αυτή της συντακτικής σημασιολογίας του Raparort, ο οποίος, όπως ήδη αναφέρθηκε, θεωρεί ότι το σημαντικό περιεχόμενο μπορεί να αναχθεί στη σύνταξη, ή με άλλα λόγια, ότι η σύνταξη είναι αρκετή για το νόημα. Επίσης, υποστηρίζει ότι η συντακτική σημασιολογία κατά κάποιο τρόπο μπορεί να αναχθεί σε αυτό που ο Raparort ονομάζει *σημασιολογικό περιεχόμενο εννοιολογικού ρόλου* (*conceptual role semantics*) (Raparort, 2002). Δυστυχώς, αλλά και όπως ήταν αναμενόμενο, αυτή η προσέγγιση φέρνει μαζί της πολλά προβλήματα στο θεωρητικό αλλά και στο πρακτικό επίπεδο (Searle, 1990; 1992), ενώ οι Greenberg & Harman (2006) αναλύουν τα προβλήματα που η θεωρία του σημασιολογικού περιεχομένου εννοιολογικού ρόλου οφείλει να αντιμετωπίσει προκειμένου να εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο καθορίζεται το νόημα μιας λεκτικής έκφρασης. Τέλος, οι Lepore & Johnson (2002) υποστηρίζουν ότι η σημερινή κατάσταση (υπό την έννοια της οπτικής της εξέτασης του προβλήματος) των θεωριών της σύνταξης δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να υποστηρίξει μια ισχυρή σύνδεση μεταξύ του συντακτικού της ανθρώπινης γλώσσας και των σημασιολογικών περιεχομένων που παράγει.

2.2.4.2 Η Γνωστική Διεργασία δεν Είναι Περιγραφή Αιτιωδών Σχέσεων

Ο Chalmers (1992; 1996) είχε καταλάβει πολύ νωρίτερα από τον Raparort ότι η υπολογιστική ‘κατανόηση’ δεν είναι ουσιαστική κατανόηση. Έτσι, προσπάθησε να αποφύγει την ταύτιση του υπολογισμού με την μετατροπή συμβόλων προτείνοντας τη θεώρηση του υπολογισμού ως μια αφηρημένη περιγραφή των αιτιωδών διεργασιών μέσα σε ένα φυσικό σύστημα. Συγκεκριμένα ισχυρίστηκε ότι:

«ένα φυσικό σύστημα πραγματοποιεί έναν υπολογισμό όταν η αιτιώδη δομή του συστήματος αντανακλά την τυπική δομή του υπολογισμού.» (Chalmers 1996, σελ. 317-318).

Ειδικότερα, θα πρέπει να υπάρχει μια απεικόνιση ένα-προς-ένα από την είσοδο/έξοδο του φυσικού συστήματος στην είσοδο/έξοδο του υπολογισμού, καθώς και άλλη μία ένα-προς-ένα απεικόνιση από τις εσωτερικές καταστάσεις του φυσικού συστήματος στις τυπικές καταστάσεις του υπολογισμού που προσδιορίζει την μετάβαση της εισόδου στην έξοδο. Η αντιστοίχιση αυτή δεν μπορεί να είναι τυχαία.

Βάσει του ορισμού του Chalmers σχετικά με το τι είναι ένα υπολογιστικό σύστημα, κάθε φυσικό σύστημα πραγματοποιεί ένα είδος υπολογισμού. Αυτό σημαίνει ότι οι πέτρες το χώμα, ακόμη και το πεπτικό σύστημα των ζώων είναι υπολογιστικά συστήματα. Προκειμένου να διαχωριστεί η γνωστική διεργασία από την διεργασία της πέψης ή της ακινησίας μιας πέτρας, ο Chalmers εισάγει την έννοια της *αφηρημένης αιτιώδους τοπολογίας* (*abstract causal topology*).

Μία κατάσταση πραγμάτων έχει αφηρημένη αιτιώδη τοπολογία, όταν κανείς μπορεί να αφαιρέσει τις αιτιώδεις διεργασίες από την υλική τους έκφανση (χωροχρονική εμφάνιση) με τέτοιο τρόπο, ώστε οτιδήποτε με την ίδια συσχέτιση μεταξύ εισόδου/εξόδου με τις διεργασίες αυτές να μπορεί να τις αντικαταστήσει στο εν λόγω σύστημα. Για παράδειγμα, η πέψη μπορεί να μοντελοποιηθεί σαν υπολογισμός, αλλά κανείς δεν μπορεί να αντικαταστήσει τα μέρη του πεπτικού συστήματος με άλλα μέρη (για παράδειγμα από σιλικόνη) υπολογιστικά ισοδύναμα έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα καινούργιο πεπτικό σύστημα. Συνεπώς, η πέψη δεν έχει μια αφηρημένη αιτιώδη τοπολογία. Ένας θερμοστάτης όμως έχει μια τέτοια τοπολογία, και επομένως, κατά τον Chalmers, είναι ενσυνείδητος (σύστημα με συνείδηση). Η διαφορά μεταξύ γνωστικών συστημάτων όπως οι θερμοστάτες και το πεπτικό σύστημα είναι ότι το πρώτο είναι ουσιαστικά υπολογιστικό. Με άλλα λόγια, ένα σύστημα είναι γνωστικό εάν εκτελεί το σωστό (κατά τον Chalmers) είδος υπολογισμού.

Η θεώρηση του Chalmers είναι μάλλον η χειρότερη από όλες τις υπόλοιπες θεωρήσεις μέσα στο γενικότερο υπολογιστικό/κογνιτιστικό πλαίσιο. Το βασικότερο πρόβλημα είναι ότι όλα τα φυσικά συστήματα δεν μπορεί να εκτελούν υπολογισμούς διότι στο ατομικό επίπεδο επιδεικνύουν τυχαία κίνηση Brown, η οποία δεν μπορεί να αντιστοιχηθεί (τουλάχιστον προς το παρόν) σε μια υπολογίσιμη συνάρτηση. Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα είναι ότι ο Chalmers δεν αποδεικνύει ότι το σύστημα μυαλό/εγκέφαλος έχει αφηρημένη αιτιώδη τοπολογία⁶. Επίσης, η θεώρηση του Chalmers δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε συστήματα που έχουν την ικανότητα να αλλάζουν τη λειτουργία τους σε περίπτωση καταστροφής ή μάθησης (Kaas, 2000). Ακόμη και να περιοριστεί στην έννοια της 'φυσιολογικής' λειτουργίας (normal function) ενός φυσικού συστήματος ως μια εξελιγμένη ή σχεδιασμένη λειτουργία (προκειμένου να μην συμπεριλάβει φυσικές διεργασίες που κατά τύχη αντιστοιχούνται σε υπολογισμούς), δεν θα καταφέρει να ξεπεράσει το πρόβλημα που θέτει η Millikan (1984; 1993) αποδεικνύοντας ότι η θεωρία των φυσιολογικών λειτουργιών δεν εφαρμόζεται σε συστήματα που δεν εξελίχθηκαν ή δεν σχεδιάστηκαν. Περαιτέρω αντιρρήσεις στο υπολογιστικό μοντέλο της νόησης του Chalmers έρχονται από τους vanGelder (1995) και vanGelder & Port (1995).

2.2.5 Η Αποτυχία του Κογνιτιστικού/Υπολογιστικού Πλαισίου να Εξηγήσει τη Φύση των Αναπαραστάσεων

Σύμφωνα με το υπολογιστικό πλαίσιο τα γνωστικά συστήματα εμπλέκονται σε διεργασίες επεξεργασίας πληροφορίας μέσω υπολογισμών. Τα αφηρημένα σύμβολα που σχηματίζουν την είσοδο και την έξοδο των υπολογισμών δεν είναι απλοί συντακτικοί δείκτες, αλλά, για τους υποστηρικτές του υπολογιστικού πλαισίου είναι ουσιαστικά σύμβολα που αντιπροσωπεύουν αντικείμενα και καταστάσεις του εξωτερικού κόσμου. Η σκέψη είναι μετατροπή συμβολικής εισόδου σε συμβολική έξοδο και αυτό στο εν λόγω πλαίσιο θεωρείται ως παραγωγή σημαντικής πληροφορίας. Έτσι, το πρόβλημα της εξήγησης της σημαντικής πληροφορίας μετατρέπεται στο

⁶ Αυτό το ενδεχόμενο απορρίπτεται μέσα από τη θεωρία της αυτοποίησης και γενικότερα της οπτικής του *πράττω ίσον γνωρίζω* (δείτε §3.2)

πρόβλημα της εξήγησης του τρόπου, με τον οποίο αφηρημένα στοιχεία γίνονται ‘αγκιστρωμένα’ σύμβολα. Όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, το πρόβλημα εντοπίζεται στο ότι όπως η σημαντική πληροφορία δεν μπορεί να κατανοηθεί μέσω της συντακτικής της μορφής, έτσι και η αναπαραστασιακή ικανότητα του μυαλού δεν μπορεί να εξηγηθεί σε σχέση με τυπικούς κανόνες που εφαρμόζονται σε αφηρημένα στοιχεία.

Αν και τίποτα δεν έχει ακόμη (στην παρούσα εργασία) ειπωθεί σχετικά με τις ιδιότητες των αναπαραστάσεων προς αυτή την κατεύθυνση, εάν οι αναπαραστάσεις είναι αυτές που καθορίζουν τη συμπεριφορά ενός γνωστικού πράκτορα, τότε είναι απολύτως φυσιολογικό να περιμένει κανείς να είναι ευμετάβλητες και ικανές για προσαρμογή σε ένα δυναμικό περιβάλλον.

Όπως έχει ήδη σημειωθεί, αλλά θα εξηγηθεί πολύ περισσότερο και στα Κεφ. 3 και Κεφ. 5, το περιβάλλον ενός γνωστικού συστήματος παίζει πρωταρχικό ρόλο στη διαμόρφωση των αναπαραστάσεών του. Αντιθέτως, το περιβάλλον ενός υπολογιστικού συστήματος είναι απλά ο χώρος εισόδου του. Τα υπολογιστικά συστήματα δεν μπορούν να κατανοήσουν την Κινέζικη γλώσσα, την τέχνη της οδήγησης ή του μαγειρέματος, διότι δεν έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται συνεχώς σε ένα διαρκώς και δυναμικά μεταβαλλόμενο κόσμο. Η απόφαση για το ποια σύμβολα αντιπροσωπεύουν κάποιο συγκεκριμένο φαγητό είναι εντελώς αυθαίρετη και το ίδιο ισχύει σχετικά με τις σχέσεις που συνδέουν σύμβολα με αντικείμενα, από τη στιγμή που η αιτιώδης σύνδεση δεν είναι απαραίτητη για ένα σύστημα συμβόλων.

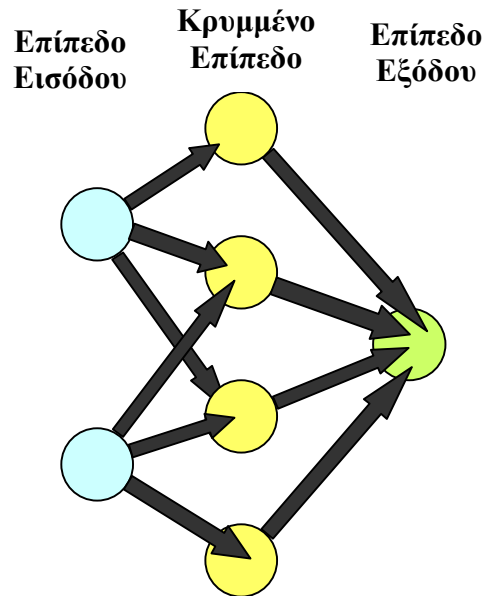
Η απάντηση των ερευνητών, η οποία προτάθηκε ως εναλλακτικό πλαίσιο, ήταν το πλαίσιο του κωννεξιονισμού (συνεκτικό πλαίσιο). Αν και η υλοποίησή του είναι καθαρά υπολογιστική, το πλαίσιο αυτό θεωρείται αντίθετο με τις αρχές του υπολογιστικού πλαισίου, λόγω της μη σειριακής του φύσης και της απουσίας επεξεργασίας συμβόλων. Στο επόμενο μέρος θα παρουσιαστούν τα βασικά σημεία του πλαισίου του κωννεξιονισμού, δείχνοντας ότι δεν ξεφεύγει σχεδόν καθόλου από τα προβλήματα που παρουσιάζει το υπολογιστικό πλαίσιο, ενώ δεν μπορεί να εξηγήσει καμία από τις ιδιότητες που παρουσιάζουν οι φυσιολογικοί εγκέφαλοι των γνωστικών συστημάτων.

2.3 Κωννεξιονισμός – Αναπαραστάσεις, Νόημα και Πληροφορία στη Θεώρηση του Γνωστικού Πράκτορα ως Συνεκτικό Δίκτυο Νευρώνων

2.3.1 Τι είναι ο Κωννεξιονισμός (Connectionism)

Τα συνεκτικά δίκτυα είναι συλλογές απλώς μονάδων επεξεργασίας που λειτουργούν παράλληλα προκειμένου να μετατρέψουν εισόδους σε αντίστοιχες εξόδους. Γενικά, η μετατροπή επιτυγχάνεται φιλτράροντας τις εισόδους μέσα από συνδέσεις που χαρακτηρίζονται από ένα μετρήσιμο βάρος σπουδαιότητας και εφαρμόζοντας μια *συνάρτηση μεταφοράς (transfer function)* επί του αθροίσματος των αλγεβρικών γινομένων μεταξύ των βαρών και των εκάστοτε εισόδων. Οι απλές μονάδες επεξεργασίας αναφέρονται ως ‘νευρώνες’ και είναι συνήθως οργανωμένοι σε επίπεδα. Συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων μπορεί να πραγματοποιούνται τόσο ανάμεσα στο ίδιο επίπεδο όσο και μεταξύ νευρώνων διαφορετικού επιπέδου. Επίσης, μπορεί οι συνδέσεις να έχουν ρόλο *ανασταλτικό (inhibitory)* ή *διεγερτικό (excitatory)*, και οι τιμές των βαρών τους να είναι ακέραιες ή πραγματικές. Η συνάρτηση μεταφοράς που εφαρμόζεται στο άθροισμα των ‘επιβαρυνμένων’ εισόδων μπορεί να είναι γραμμική ή μη-γραμμική, αν και συνήθως προτιμάται το δεύτερο. Το συνολικό δίκτυο μπορεί να αποτελείται από ένα δίκτυο ή να είναι πολλαπλών δικτύων, αλλά συνήθως προτιμάται το δεύτερο. Τα επίπεδα μεταξύ των επιπέδων εισόδου και εξόδου ονομάζονται *κρυμμένα (hidden layers)* και η δραστηριότητά τους επικεντρώνεται στην ανάλυση της απόδοσης του δικτύου. Στα κρυμμένα δίκτυα διαμορφώνονται οι οποιεσδήποτε αναπαραστάσεις των σχέσεων εισόδου/εξόδου.

Όλα τα δίκτυα, ανεξαρτήτως της ύπαρξης πολλών επιπέδων, δεν θεωρούνται ως συνεκτικά/κοννεξιονιστικά. Ένας βασικός περιορισμός και χαρακτηριστικό των συνεκτικών δικτύων είναι ότι όλοι οι υπολογισμοί είναι τοπικοί. Αυτό σημαίνει ότι κάθε νευρώνας ‘γνωρίζει’ μόνο για τις δικές του εισόδους και εξόδους. Δεν υπάρχει συνολική πληροφορία σχετικά με έναν νευρώνα υπό μορφή του κανόνα: εάν 4 άλλοι νευρώνες έχουν είσοδο 3, να δώσει και αυτός την ίδια είσοδο. Αυτός ο περιορισμός αποκλείει πολλά μοντέλα εξάπλωσης και διάδοσης της ενεργοποίησης από το πλαίσιο του κοννεξιονισμού. Παράλληλα, αποτελεί ένα βασικό χαρακτηριστικό στην εξήγηση της νόησης μέσα από το κοννεξιονιστικό πλαίσιο, διότι στηρίζει έναν από τους βασικούς ισχυρισμούς των υποστηρικτών του, δηλαδή ότι αποκλείεται κάθε προσπάθεια αντιγραφής της ανθρώπινης σκέψης, καθώς και της υποθετικής ύπαρξης ενός ανθρωπάριου (homuncular – δείτε §3.3.5.1), εφόσον κτίζει την νοημοσύνη του συστήματος από εντελώς ‘ανόητα’ στοιχεία.



Σχήμα 4. Ένα νευρωνικό δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης τριών επιπέδων.

2.3.2 Βασικές Διαφορές από το Υπολογιστικό Πλαίσιο

Κατά τους Churchland & Sejnowski (1989) οι βασικές διαφορές του συνεκτικού πλαισίου από το υπολογιστικό και γενικότερα, τις υπόλοιπες ‘συμβολικές θεωρήσεις της νόησης’ είναι οι παρακάτω:

- i.* Ο εγκέφαλος των έλλογων πρακτόρων είναι *παράλληλος* και όχι σειριακός επεξεργαστής.
- ii.* Η *ταχύτητα* των υπολογιστικών μοντέλων δεν μπορεί να εξισωθεί με αυτή των εγκεφαλικών διεργασιών (τα συμβολικά μοντέλα είναι πολύ αργά), ιδιότητα στην οποία ανταποκρίνεται σαφώς καλύτερα ένα συνεκτικό μοντέλο.
- iii.* Στην περίπτωση των συνεκτικών μοντέλων η *ανάκτηση της μνήμης γίνεται μέσω του περιεχομένου* και όχι βάσει μιας διεύθυνσης. Αυτό είναι απόρροια της φύσης των αναπαραστάσεων που είναι *πλήρως κατανεμημένες και αποθηκευμένες υπό μορφή βαρών* ανάμεσα στους νευρώνες του δικτύου. Έτσι, η ανάκτηση γίνεται με την ενεργοποίηση στο δίκτυο μιας εισόδου, η οποία με κάποιο τρόπο σχετίζεται με το αντικείμενο της μνήμης.
- iv.* Οι περισσότεροι οπαδοί του κοννεξιονισμού και ειδικότερα οι Churchland και Sejnowski, απορρίπτουν την διχοτόμηση υλικού/λογισμικού και την αντιστοίχιση της με το μυαλό/εγκέφαλος για την γνωστική διεργασία. Υποστηρίζουν ότι η συμπεριφορά ενός

νευρώνα δεν εξαρτάται από το ‘λογισμικό’ με το οποίο θα προγραμματιστεί, αλλά είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη φυσική του δομή.

- v. Επίσης, τα συμβολικά μοντέλα έχουν καταφέρει να μοντελοποιήσουν μόνο ένα μικρό μέρος της νοητικής ζωής των γνωστικών πρακτόρων, συγκεκριμένα, αυτό που ονομάζεται ως *γνωστικές λειτουργίες υψηλού επιπέδου (higher level cognitive functioning)*. Στην προσπάθειά τους αυτή, οι αντίστοιχοι ερευνητές έχουν αναπτύξει θεωρίες χωρίς καμία εφαρμογή στη γνωστική διεργασία των ζωντανών οργανισμών πέρα από αυτούς των ανθρώπων. Ως εκ τούτου, έχει δημιουργηθεί ένα μεγάλο χάσμα στη μοντελοποίηση μεταξύ των γνωστικών διεργασιών των ανθρώπων και άλλων ζωντανών οργανισμών⁷, το οποίο δεν έχει καμία επιστημονική στήριξη εξεταζόμενο από μία εξελικτική οπτική⁸, μιας και η ανάπτυξη του συνειδητού μέσω της εξέλιξης, θα πρέπει αναμφισβήτητα να θεωρηθεί, ως μια συνέχεια.
- vi. Τέλος, η σκληρά δομημένη και φορμαλιστική λογική δεν ταιριάζει στην ανθρώπινη σκέψη, ενώ οι κοινωτιστές ισχυρίζονται ότι χαρακτηριστικές ιδιότητες, όπως αυτή της διαίσθησης, μοντελοποιούνται πολύ καλύτερα με μοντέλα πιθανοτήτων ή ικανοποίησης περιορισμών, τα οποία πραγματοποιούνται μέσω συνεκτικών δικτύων.⁹

2.3.3 Το Λογικό Αδιέξοδο των Υποσυμβολικών Αναπαραστάσεων

Άσχετα από τις παραπάνω διαφορές, ο Smolenksy καταφέρνει και δίνει μια λιγότερο σκληρή περιγραφή των ουσιαστικών διαφορών μεταξύ των δύο πλαισίων. Έτσι, υποστηρίζει ότι η βασική διαφορά μεταξύ των δύο θεωρήσεων είναι το είδος της αναπαράστασης και συνεπώς του αναπαραστασιακού περιεχομένου που χρησιμοποιούν (Smolenksy, 1988). Η ουσιαστική διαφορά βρίσκεται στην αδυναμία των συμβολικών πλαισίων να μοντελοποιήσουν διαισθητικές διεργασίες, δηλαδή, διεργασίες που δεν έχουν τη μορφή καλά ορισμένης διαδικασίας.

Ο Smolenksy ισχυρίζεται ότι αυτό συμβαίνει διότι η ‘δαισθητική’ πληροφορία δεν αποθηκεύεται υπό μορφή συμβόλων που μεταφέρουν σημασιολογικό περιεχόμενο, ενώ τα συμβολικά συστήματα απαιτούν την αντιστοίχιση των αναπαραστάσεων σε συμβολικά στοιχεία προκειμένου να μπορέσουν να λειτουργήσουν. Από την άλλη μεριά, οι αναπαραστάσεις σε ένα συνεκτικό σύστημα κατανέμονται επί του διανύσματος των βαρών του συστήματος, επάνω στο οποίο μπορούν να αποθηκευτούν περισσότερες από μία αναπαραστάσεις.

Συνεπώς, μεμονωμένοι νευρώνες δεν μπορούν να ταυτιστούν με μεμονωμένες έννοιες και ιδέες. Για αυτό το λόγο η δραστηριότητά τους εντοπίζεται κάτω από την οποιαδήποτε έννοια υπηρετούν (*subconceptual*) και ονομάζεται *υποσυμβολική (subsymbolic)*. Το άλλο χαρακτηριστικό πηγάζει από την ομοιότητα των συνεκτικών συστημάτων με των βιολογικών συστημάτων. Οι οπαδοί του συνεκτικού πλαισίου πιστεύουν ότι μπορούν να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες στους νευροβιολόγους σχετικά με τις γενικές αρχές συμπεριφοράς των υποσυμβολικών συστημάτων. Πρέπει να σημειωθεί, ότι όσο μακριά και αν είναι η αρχιτεκτονική ενός συνεκτικού συστήματος από την νευρωνική αρχιτεκτονική ενός ζωντανού οργανισμού, παραμένει η πιο κοντινή σχετικά με το υπολογιστικό πλαίσιο.

Ενώ ο Smolenksy αναγνωρίζει την κατανεμημένη φύση των αναπαραστάσεων ως τη βασική διαφορά μεταξύ συνεκτικών και συμβολικών συστημάτων, άλλοι ερευνητές όπως οι Churchland

⁷ Αντίστοιχο χάσμα παρατηρείται ακόμη και ανάμεσα σε διαφορετικές γνωστικές διεργασίες του ανθρώπου. Για παράδειγμα, ένα υπολογιστικό σύστημα μπορεί να παίξει σκάκι αλλά δεν μπορεί να περιηγηθεί μέσα σε ένα χώρο με σκοπό να ανάψει το φως.

⁸ Θεωρήσεις αλματώδους εξέλιξης απορρίπτονται εξ’ αρχής.

⁹ Καμία διαίσθηση δεν μπορεί να μοντελοποιηθεί με αυτό τον τρόπο λόγω του απαγωγικού της χαρακτήρα (δείτε Κεφ. 6 και συγκεκριμένα, §6.6.1).

& Sejnowski (1989) έχουν αναφερθεί στη φύση του υπολογισμού ενός συνεκτικού δικτύου ως αναλογική, ιδιότητα που θεωρούν ότι φέρνει τα συνεκτικά δίκτυα πιο κοντά στην πραγματικότητα. Κατά καιρούς έχει χρησιμοποιηθεί και ο όρος *μη-συμβολικός υπολογισμός* (*non-symbolic computation*) προκειμένου να διαχωριστεί το είδος των υπολογισμών που εκτελεί το κάθε σύστημα. Παρόλα αυτά όμως, όταν οι κοννεξιονιστές προσπαθούν να υποστηρίξουν αυτή τη θέση, καταφεύγουν στην σημασιολογική έννοια του συμβόλου, καθώς το ορίζουν ως ένα στοιχείο το οποίο μπορεί αυθαίρετα να υποδείξει μια κατάσταση πραγμάτων, ενώ τα αναλογικά σήματα δεν έχουν τέτοια ιδιότητα (Harnad 1990), (Touretzky & Pomerleau 1994).

Το πρόβλημα με τον ισχυρισμό του αναλογικού υπολογισμού είναι ότι κανένα σύστημα δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι προβαίνει σε αναλογικούς υπολογισμούς χρησιμοποιώντας ψηφιακή πλατφόρμα. Γενικότερα, το επιχείρημα του αναλογικού υπολογισμού έχει εδώ και καιρό δώσει τη θέση του σε αυτό του διαχωρισμού συμβολικού/μη-συμβολικού υπολογισμού. Επομένως, οι δύο βασικοί διαχωρισμοί είναι αυτή του συμβόλου/υποσυμβόλου και του συμβόλου/μη-συμβόλου, μόνο που στην κάθε μια η έννοια του συμβόλου χρησιμοποιείται διαφορετικά. Στην πρώτη περίπτωση τα σύμβολα δεν θεωρούνται απλώς συντακτικά στοιχεία, αλλά ενσωματώνουν αναπαραστάσεις και επομένως μεταφέρουν σημασιολογικές ιδιότητες. Στη δεύτερη περίπτωση το είδος του υπολογισμού στον οποίο προβαίνει το συνεκτικό σύστημα θεωρείται διαφορετικός από τον υπολογισμό του συμβολικού συστήματος. Στην πρώτη περίπτωση το συνεκτικό σύστημα διαφέρει ουσιαστικά από το συμβολικό λόγω της κατανομημένης δομής των αναπαραστάσεων και επομένως την μη αποδοχή ανάλυσης εννοιολογικού επιπέδου των μεμονωμένων μονάδων επεξεργασίας. Το ερώτημα που πηγάζει από αυτή την ανάλυση είναι το τι κερδίζει η συνεκτική λογική στην περίπτωση που οι αναπαραστάσεις προέρχονται από υποσυμβολικές διεργασίες, παρά από απ' ευθείας αντιστοιχίσεις σε και προς σύμβολα? Οι Smolenksy (1988) και Churchland (1995) απαντάνε λέγοντας ότι κάπως έτσι συμβαίνουν τα πράγματα στον βιολογικό κόσμο, αλλά αυτό ούτε αληθές είναι και βέβαια σχεδόν εντελώς ανακριβές (δείτε Κεφ. 3 και Κεφ. 4).

2.3.4 Συνεκτικά Συστήματα και Εσωτερικά Αποδιδόμενο Σημασιολογικό Περιεχόμενο

Ο Chalmers (1992) υποστηρίζει ότι τα συνεκτικά συστήματα έχουν *εσωτερική σημασιολογία* (*internalist semantics*) (δείτε §1.3) η οποία δεν συναντάται στα παραδοσιακά συμβολικά συστήματα. Εδώ υπενθυμίζεται, ότι κατά τους εσωτεριστές, το νόημα καθορίζεται από εσωτερικές ιδιότητες των νοητικών γεγονότων και όχι από τον εξωτερικό κόσμο. Ο Chalmers πιστεύει ότι αυτή η ιδιότητα κάνει τα συνεκτικά συστήματα άτρωτα από το ΕΚΔ. Δικαιολογεί τον ισχυρισμό του λέγοντας ότι η δομή των αναπαραστάσεων του συνεκτικού συστήματος είναι το πρότυπο της δραστηριότητας των κόμβων του δικτύου και ότι κάθε κόμβος παίζει έναν αιτιώδη ρόλο στην παραγωγή μιας αναπαράστασης. Το επίπεδο του συντακτικού (το *subconceptual*) δεν μεταφέρει σημασιολογικά χαρακτηριστικά, τα οποία αναδύονται στο συνολικό επίπεδο του δικτύου. Σε αυτό το επίπεδο οι αναπαραστάσεις έχουν μια ενδογενή μορφή που συνίσταται στο *subconceptual* επίπεδο και είναι υπεύθυνη για τον καθορισμό των νοημάτων. Έτσι, το συνεκτικό σύστημα ξεπερνάει το πρόβλημα του ΕΚΔ, στο οποίο αντιθέτως, κολλάει το συμβολικό σύστημα λόγω του ότι τα συμβολικά του στοιχεία (οχήματα) δεν έχουν ενδογενές νόημα.

Ο Chalmers υπονοεί ότι η παραγωγή του σημασιολογικού περιεχομένου των αναπαραστάσεων δεν μπορεί να γίνεται από κανένα σημασιολογικό περιεχόμενο στο *subconceptual* επίπεδο, αλλά είναι η αιτιώδης δραστηριότητα του τελευταίου που κάνει όλη τη δουλειά. Το λάθος είναι προφανές από τη στιγμή που η συγκεκριμένη περίπτωση ανάγεται στην περίπτωση του δικτύου των δεικτών του Rapaport, των οποίων τα μειονεκτήματα αναλύθηκαν στην §2.2.4.1. Εκτός αυτού όμως, ο Chalmers κάνει δύο βασικά λάθη τα οποία μαρτυρούν τη κατά τα άλλα συμβολική φύση των συνεκτικών δικτύων.

Το πρώτο είναι ότι οι δομές ενεργοποίησης ενός εκπαιδευμένου συνεκτικού δικτύου μπορούν να τροποποιηθούν χωρίς να αλλάξει η αντίστοιχη αναπαράσταση (εκτός της περίπτωσης όπου

κανείς υποθέσει την ύπαρξη αντιστοίχισης ένα-προς-ένα μεταξύ προτύπου ενεργοποίησης και αναπαράστασης). Το δεύτερο είναι ότι η σχέση μεταξύ των αναπαραστάσεων και του *subconceptual* επιπέδου είναι μια συντακτική σχέση αντίστοιχη αυτής της έξοδου και της συνάρτησης που παράγει την έξοδο. Η έξοδος του δικτύου στερείται σημασιολογικού περιεχομένου ακριβώς όπως και ένα συμβολικό όχημα ενός συμβολικού συστήματος.

Ως εκ τούτου, αν και η έξοδος ενός συνεκτικού συστήματος δεν είναι αυθαίρετη εφόσον καθορίζεται από τη φύση του δικτύου, η σημασιολογική της ερμηνεία είναι, εάν κανείς λάβει υπόψη την εσωτερική οπτική. Αυτό λοιπόν που θεωρείται ότι προσδίδει το σημασιολογικό περιεχόμενο σε ένα συνεκτικό δίκτυο δεν είναι απλώς η σύσταση του δικτύου, αλλά και το σημασιολογικό περιεχόμενο της εισόδου. Στην περίπτωση ενός δικτύου που εκπαιδεύεται σε εικόνες αυτοκινήτων και όπου η έξοδος του νευρώνα x εγείρετε περισσότερο από τους υπόλοιπους στις φωτογραφίες φορτηγών, τότε η έξοδος του νευρώνα x μπορεί να θεωρηθεί ως αναπαράσταση του φορτηγού. Αν κανείς αφήσει απέξω την εξωτερική ερμηνεία της σημασιολογίας της εισόδου, τότε δεν υπάρχει κανένας λόγος να θεωρηθεί η δραστηριότητα του δικτύου ως σημασιολογική ερμηνεία. Αντιθέτως, το δίκτυο απλά υπολογίζει μια συνάρτηση επί της εισόδου. Συνεπώς, τα συνεκτικά συστήματα δεν έχουν καμία ιδιαίτερη εσωτερική σημασιολογική δυνατότητα, η οποία δεν συναντάται στα συμβολικά συστήματα. Αυτό που παρουσιάζουν, μερικές φορές, είναι μια πιο ποικίλη συντακτική δομή. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως (δείτε §2.2.4.1) αυτό δεν βοηθάει καθόλου στη λύση του προβλήματος που επισημαίνει το ΕΚΔ.

2.3.5 Συνεκτικά Συστήματα και Εξωγενώς Αποδιδόμενο Σημασιολογικό Περιεχόμενο

Η *subconceptual* διάσταση του κωννεξιονιστικού πλαισίου μπορεί να του προσδώσει μια εξωτερικά αποδιδόμενη σημασιολογική ερμηνεία. Συγκεκριμένα, ένας εξωτερικός παρατηρητής μπορεί να αναγνωρίσει διάφορες αντιστοιχίες μεταξύ των νευρωνικών δραστηριοτήτων και των χαρακτηριστικών της εισόδου του δικτύου. Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, τα πρότυπα δραστηριότητας των κωννεξιονιστικών δικτύων δεν φέρουν σημασιολογικό περιεχόμενο λόγω των εσωτερικών σημασιολογικών χαρακτηριστικών τους. Επομένως, εάν ένα συνεκτικό δίκτυο παρουσιάζει σημασιολογικό περιεχόμενο, αυτό θα συμβαίνει λόγω των εξωτερικών συνδέσεων του με το περιβάλλον. Όπως όμως θα εξηγηθεί παρακάτω, αυτό δεν ισχύει για τα εν λόγω συστήματα.

Οι εικασίες για την ύπαρξη της συγκεκριμένης ιδιότητας προέρχονται από την ικανότητα των συνεκτικών συστημάτων να εντοπίζουν αυτομάτως διάφορα χαρακτηριστικά και να παράγουν γενικεύσεις από τα αντίστοιχα σύνολα δεδομένων. Ειδικότερα, τα συνεκτικά συστήματα, διαμορφώνουν αναπαραστάσεις ανακαλύπτοντας, στην είσοδο από τον εξωτερικό κόσμο, ενεργές σχέσεις μεταξύ ιδιοτήτων της εισόδου. Ο εξωτερικός επόπτης του δικτύου παρέχει τη σωστή τιμή για την έξοδό του κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής του, αλλά δεν παρέχει καμία βοήθεια στο σύστημα σχετικά με το ποιες ιδιότητες θα πρέπει να ανακαλύψει στην είσοδό του, ούτε τον τρόπο με τον οποίο να εξάγει γενικεύσεις μέσα από αυτές.

Ωστόσο, η ικανότητα των συνεκτικών δικτύων να διαμορφώνουν αυτομάτως διάφορες αναπαραστάσεις δεδομένων και να γενικεύουν δημιουργώντας καινοτόμες εκφάνσεις, δεν συνεπάγεται απολύτως τίποτα σχετικά με την σημαντικότητα των αντίστοιχων αναπαραστάσεων. Ένα συνεκτικό δίκτυο, θα πράξει αναλόγως, ανεξαρτήτως εάν η είσοδος του φέρει σημασιολογικά περιεχόμενα ή όχι. Σε αυτή την περίπτωση, οι αναπαραστάσεις που διαμορφώνονται δεν εμπλουτίζονται ξαφνικά με σημασιολογικό περιεχόμενο, αλλά αντιθέτως, αποτελούν γενικεύσεις αναφορικά με ανούσια σήματα. Όπως παραδέχονται οι Touretzky & Pomerleau (1994) ένα συνεκτικό σύστημα δεν μπορεί να κάνει πολλά πράγματα με τις αναπαραστάσεις που διαμορφώνει, εφόσον απλά, αντιστοιχεί την είσοδο στην έξοδο.

2.3.6 Υπέρθωση της Πληροφορίας - Superposition of Information

Όταν οι οπαδοί του συνεκτικού πλαισίου αναφέρονται στην σπουδαιότητα της κατανεμημένης φύσης των αναπαραστάσεων στον φυσιολογικό εγκέφαλο, δεν επικεντρώνονται στο ότι οι αναπαραστάσεις εκτείνονται σε ένα πολύ μεγάλο αριθμό νευρώνων και νευρωνικών συνδέσεων, αλλά στο γεγονός ότι τα συγκεκριμένα σύνολα νευρώνων και οι συνδέσεις τους εξυπηρετούν πολλές αναπαραστάσεις. Για τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (TNN) αυτό σημαίνει ότι το ίδιο σύνολο βαθμονομημένων με βάρη συνδέσεων μπορεί να παράγει μεγάλη ποικιλία αναπαραστάσεων. Αυτό ονομάζεται *υπέρθωση της πληροφορίας (superposition of information)*, όπου μοναδικά και ξεχωριστά σύνολα πληροφορίας, κατά ένα τρόπο, 'καταρρέουν' στην ίδια δομή.

Είναι προφανές ότι η συγκεκριμένη ιδιότητα των συνεκτικών δικτύων κάνει την ανάλυσή τους πολύ δύσκολη λόγω αδυναμίας αντιστοίχισης των δραστηριοτήτων ομάδας νευρώνων με διακριτές ενέργειες. Επιπροσθέτως, η ιδιότητα αυτή δίνει τη δυνατότητα στα συνεκτικά δίκτυα να ενσωματώνουν τις συσχετίσεις των αναπαραστάσεων μέσα στο αναπαραστασιακό τους πλαίσιο χωρίς την ανάγκη συγκεκριμένων αξιωμάτων ορισμού των αντίστοιχων συσχετίσεων. Η ιδιότητα της υπέρθεσης της πληροφορίας διαχωρίζει τα συνεκτικά δίκτυα από τα παραδοσιακά συμβολικά συστήματα και όπως αναλύεται παρακάτω (δείτε §2.5.2.4), φωτίζει τον δρόμο για μια λύση στο δύσκολο και ιδιαιτέρως σημαντικό πρόβλημα πλαισίου.

2.3.7 Τα προβλήματα του Υπολογιστικού Πλαισίου Παραμένουν

Το συνεκτικό πλαίσιο της γνωστικής διεργασίας παρουσιάζεται συχνά ως μια ριζική διαφοροποίηση από το υπολογιστικό πλαίσιο. Το βασικό επιχείρημα είναι ότι ενσωματώνει σημαντικές ιδιότητες των βιολογικών νευρωνικών συστημάτων οι οποίες αγνοούνται από το υπολογιστικό πλαίσιο ως αδιάφορες σχετικά με την επεξεργασία πληροφορίας από το γνωστικό σύστημα. Οι ιδιότητες αυτές περιλαμβάνουν την κατανεμημένη φύση των βιολογικών νευρωνικών δικτύων, την ικανότητά τους να υπερθέτουν την πληροφορία, την subconceptual φύση της συνεκτικής επεξεργασίας, την ικανότητα του να γενικεύουν μέσα από δεδομένα εκπαίδευσης, τη μη-γραμμική φύση των μονάδων επεξεργασίας του δικτύου. Αν και πολλές από αυτές χρησιμοποιούνται από τους οπαδούς του συνεκτικού πλαισίου ως απόδειξη του ότι αποφεύγονται τα προβλήματα του συμβολισμού, αυτό δεν ευσταθή.

Στην πραγματικότητα τα συνεκτικά δίκτυα είναι ελάχιστα πιο κοντά στη φυσιολογία των γνωστικών συστημάτων από ότι τα παραδοσιακά συμβολικά συστήματα. Αυτή η μικρή διαφορά στην ομοιότητά τους σχετικά με τα βιολογικά συστήματα, σε καμία περίπτωση δεν τα κατατάσσει ως αξιόπιστες αναπαραγωγές των μυστικών της φύσης στην όλη πορεία ανάπτυξης γνωστικών συστημάτων. Το βασικότερο πρόβλημα σε αυτή την κατεύθυνση είναι η αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ ομοιότητας και απόδοσης. Συγκεκριμένα, τα δίκτυα *αντίστροφης διάδοσης (backpropagation)* είναι τα πιο συνήθη, αλλά και τα λιγότερο όμοια σχετικά με τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα. Μια παραλλαγή των δικτύων αντίστροφης διάδοσης έχει τα καλύτερα αποτελέσματα σε προβλήματα αναγνώρισης ήχου και γραφικού χαρακτήρα, αλλά τα μοιρασμένα βάρη των νευρωνικών συνδέσεων στα οποία βασίζει την αρχιτεκτονική του δεν έχουν βιολογικό ανάλογο. Η απώλεια βιολογικής ομοιότητας δεν επιτρέπει στα TNN να διορθώνουν τον εαυτό τους σε περίπτωση βλάβης, ιδιότητα που χαρακτηρίζει τα βιολογικά δίκτυα.

Το μόνο που μένει από τα επιχειρήματα των κοινεξιονιστών, είναι η κατανεμημένη φύση των αναπαραστάσεων και η υπέρθεση της πληροφορίας. Το πρώτο όμως δεν συνεπάγεται ότι η διάφορες υπο-μονάδες έχουν υπο-συμβολική φύση και επομένως δεν γίνονται υπολογισμοί μέσω συμβόλων. Η λάθος παραδοχή είναι ότι εάν ένας νευρώνας λειτουργεί ως μελλοντικός ανιχνευτής για ένα σύνολο ιδιοτήτων για τα οποία δεν έχει καμία έννοια (καμία 'ιδέα'), τότε η δραστηριότητα του νευρώνα δεν μπορεί να θεωρηθεί συμβολική. Τελικά, η κατανεμημένη φύση των αναπαραστάσεων είναι ένα γεγονός το οποίο δεν συνδέεται καθόλου με τον ισχυρισμό ότι τα γνωστικά συστήματα διαμορφώνουν έννοιες μέσω subconceptual λειτουργιών. Το μόνο που

συνεπάγεται είναι η υπέρθεση της πληροφορίας η οποία επιτρέπει τον περιορισμό της συγκεκριμένης αναπαράστασης των σχέσεων μεταξύ των αναπαραστάσεων.

2.4 Εξελικτικά και Αιτιολογικά Πλαίσια Προσέγγισης της Γνωστικής Διεργασίας

2.4.1 Λειτουργία και Φυσική Επιλογή στο Εξελικτικό Πλαίσιο της Millikan

Η Millikan (1984; 1993) έχει αναπτύξει μια εξαιρετικά πολύπλοκη θεωρία σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο η βιολογική λειτουργικότητα επεξηγεί τη φύση των αναπαραστάσεων. Το μοντέλο της Millikan ανήκει στις τελεολογικές θεωρίες περιεχομένου (Neander, 2004), που στο σύνολό τους εκφράζουν μια πολύ σημαντική προσπάθεια υιοθέτησης μιας *φυσικής/νατουραλιστικής εξήγησης (naturalization)* του αναπαραστασιακού περιεχομένου, χωρίς όμως να αποφεύγονται και εκεί σημαντικά προβλήματα (Bickhard, 2000b, 2001, Collier, 2004b). Η θεωρία της Millikan έχει ως βάση τους μηχανισμούς της εξελικτικής θεωρίας και ειδικότερα αυτούς της φυσικής επιλογής.

Στη θεωρία της Millikan οι βιολογικές κατηγορίες δεν καθορίζονται από τη συμμετοχή σε ένα σύνολο στοιχείων που σχετίζονται μέσω μιας φυσικής δομής ή προδιάθεσης. Αντίθετα, η ιδιότητα μέλους ενός συνόλου καθορίζεται από την κατοχή και επίδειξη της *κατάλληλης λειτουργίας (proper function)*, η οποία ορίζεται ως η λειτουργία που ένα στοιχείο θεωρείται ότι οφείλει ή είναι σχεδιασμένο για να εκτελεί (εκπληρώνει). Η Millikan, βασισμένη στη θεωρία του Δαρβίνου, ερμηνεύει την έννοια 'σχεδιασμένο' μέσα από το πρίσμα της φυσικής επιλογής. Ως εκ τούτου, ένα προβληματικό συκώτι, ή μια προβληματική καρδιά θεωρείται ότι κατέχει την 'κατάλληλη λειτουργία' ακόμη και εάν δεν είναι σε θέση να την εκπληρώσει. Η Millikan συνεχίζει υποστηρίζοντας ότι ένα στοιχείο έχει μια *άμεσα κατάλληλη λειτουργία (direct proper function)* μόνο εάν είναι μέλος μιας *αναπαραγωγικά εδραιωμένης οικογένειας (reproductively established family)*. Μια περιγραφή σχετικά με το τι είναι μια *αναπαραγωγικά εδραιωμένη οικογένεια* δεν είναι αναγκαία επί του παρόντος (δείτε Millikan 1984), αλλά είναι αρκετά σημαντικό να περιγραφεί η έννοια της *άμεσα κατάλληλης λειτουργίας*.

2.4.1.1 Άμεσα Κατάλληλη Λειτουργία

Μια λειτουργία F είναι μια άμεσα κατάλληλη λειτουργία του x , το οποίο x ανήκει σε μια *αναπαραγωγικά εδραιωμένη οικογένεια* R σύμφωνα με τον φυσιολογικό χαρακτήρα C της R , αν και μόνο αν: πρόγονοι του x εκπλήρωναν την F ; η άμεση αιτιώδης σύνδεση, μεταξύ του γεγονότος κατοχής του C και της εκπλήρωσης της F από τους προγόνους του x , εξηγεί τον λόγο για τον οποίο το C συσχετίζεται θετικά με την F . Η εν λόγω συσχέτιση λαμβάνει χώρα σε ένα σύνολο στοιχείων S , το οποίο συμπεριλαμβάνει τους συγκεκριμένους προγόνους, καθώς και άλλα στοιχεία που δεν κατείχαν τον φυσιολογικό χαρακτήρα C ; μια εξήγηση σχετικά με την ύπαρξη του x είναι ότι ο C συσχετίζεται θετικά με την F επί του συνόλου S , η οποία συσχέτιση είτε προκάλεσε την αναπαραγωγή του x ή εξηγεί γιατί η R αναπαράχθηκε πολλαπλασιαστικά. Ο παραπάνω, πολύ σύνθετος ορισμός, περιγράφεται απλούστερα στο παρακάτω παράδειγμα: η *παροχή της δυνατότητας βιδώματος βιδών στους ανθρώπους* είναι μια 'άμεσα κατάλληλη λειτουργία' ενός κατσαβιδιού, λόγω της ύπαρξης προηγούμενων περιπτώσεων κατσαβιδιών να εκπληρώνουν τη λειτουργία αυτή. Οι συγκεκριμένες προηγούμενες περιπτώσεις παρέχουν στα κατσαβίδια το χαρακτηριστικό να είναι *χρήσιμα στο βίδωμα βιδών*, και λόγω αυτού του χαρακτηριστικού αναπαράχθηκαν.

Όπως σημειώνεται παρακάτω (δείτε §4.1.7.3), η θεώρηση της κατάλληλης λειτουργίας ενός γνωστικού συστήματος από τη Millikan είναι αρκετά προβληματική. Τα προβλήματα εντείνονται όταν βάσει αυτής της θεώρησης, η Millikan προσπαθεί να δικαιολογήσει και να υποστηρίξει ένα

πλαίσιο εξέλιξης των αναπαραστάσεων των γνωστικών συστημάτων, το οποίο αναφέρεται στην παρακάτω ενότητα.

2.4.2 Millikan και Ιεραρχικές Αναπαραστάσεις

Η Millikan εισάγει μια ιεραρχική δομή αναπαραστάσεων οι οποίες ξεκινούν από καθαρές εσωτερικές ανακλάσεις του περιβάλλοντος στα απλούστερα γνωστικά συστήματα μέχρι τις πιο εκλεπτυσμένες σκέψεις και έννοιες των ανθρώπων. Με αυτή την ιεραρχική δομή η Millikan προσπαθεί να εξηγήσει πως προκύπτουν οι διάφορες διεργασίες μετατροπής πληροφορίας (information-transformation).

Στο χαμηλότερο επίπεδο συναντά κανείς τις *σιωπηρές/υπονοούμενες υποθέσεις ή εικασίες (tacit suppositions)*. Οι σιωπηρές υποθέσεις είναι οι ιδιότητες ενός οργανισμού που είναι τόσο μοναδικά και αποκλειστικά προσαρμοσμένες σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον που δεν μπορούν να λειτουργήσουν κανονικά έξω από αυτό. Η πλήρης και άμεση προσαρμογή αυτών των ιδιοτήτων ενός οργανισμού του δίνει τη δυνατότητα να μπορεί να συμπεραίνει σχετικά με ιδιότητες του περιβάλλοντός του. Ο πρώτος τύπος σιωπηρής εικασίας είναι η προφανής αντιστοίχιση των ιδιοτήτων ενός οργανισμού με τις ιδιότητες του περιβάλλοντος (εδώ για παράδειγμα η Millikan θεωρεί το *motor homunculus* στον εγκεφαλικό φλοιό των ανθρώπων ως μια αναπαραστάση του ανθρώπινου χεριού, καθώς και άλλων μελών του σώματος). Η δεύτερη περίπτωση σιωπηρής εικασίας εμφανίζεται στην περίπτωση που απαιτείται κάποιος μηχανισμός έμμεσης (implicit) αναπαραστάσης ιδιοτήτων του περιβάλλοντος προκειμένου το σύστημα, ως εξαγωγέας συμπεράσματος, να λειτουργήσει κατάλληλα. Η Millikan ορίζει τον 'εξαγωγέα συμπεράσματος' ως τον μηχανισμό που λειτουργώντας κατάλληλα (μέσω κατάλληλων λειτουργιών) παράγει καινούργιες αληθείς αναπαραστάσεις από παλαιότερες επίσης αληθείς αναπαραστάσεις (Millikan 1993; 1993). Ένα παράδειγμα είναι οι ανιχνευτές ακρών και πλευρών του συστήματος όρασης, οι οποίοι 'προϋποθέτουν' τις ιδιότητες των ακρών και πλευρών στον εξωτερικό κόσμο.

Το επόμενο επίπεδο στην ιεραρχία είναι τα *εκ προθέσεως εικονίδια (intentional icons)*. Ενώ οι σιωπηρές υποθέσεις κτίζονται εξ' αρχής μέσα στον οργανισμό, τα εκ προθέσεως εικονίδια αποκτώνται από αυτόν. Τα εικονίδια αντιστοιχούνται με το περιβάλλον σύμφωνα με έναν κανόνα προβολής, ο οποίος δεν είναι τίποτε άλλο από μια αντιστοίχιση των μεταβολών του περιβάλλοντος σε μεταβολές των εικονιδίων. Επίσης, τα εκ προθέσεως εικονίδια υπάρχουν εκεί που υπάρχουν σχεδιασμένοι μηχανισμοί (είτε κατά την εξελικτική έννοια ή κατά την ανθρώπινη – δηλαδή σχεδιασμένη από ανθρώπους) για να τους προκαλέσουν (όχι απαραίτητα μέσω αιτιωδών τρόπων). Στην περίπτωση επιτυχίας του μηχανισμού, υπάρχει επιτυχής πρόκληση ενός εκ προθέσεως εικονιδίου. Επίσης, ένα εκ προθέσεως εικονίδιο πρέπει να χρησιμοποιείται από τον οργανισμό για την καθοδήγησή του στο περιβάλλον, δηλαδή, πρέπει να υπάρχει ένας 'καταναλωτής' του εικονιδίου. Ένα παράδειγμα εκ προθέσεως εικονιδίου είναι ο χορός των μελισσών και τα μαγνητοσώματα διαφόρων βακτηριδίων.

Τα εκ προθέσεως εικονίδια διαφέρουν από την ιδέα της *φυσικής πληροφορίας (natural information)* του Dretske, στο ότι δεν χρειάζεται να ταιριάζουν πλήρως στο περιβάλλον τους, δηλαδή, να είναι εντελώς αξιόπιστα προκειμένου να ομοιάζουν (να απεικονίζουν) το περιβάλλον. Η Millikan απορρίπτει πλήρως το αιτιώδες, βασισμένο στη *σύγχρονη μεταβολή (covariance)* μοντέλο της γνωστικής διεργασίας. Ένα εκ προθέσεως εικονίδιο μπορεί να αποτύχει στην πληθώρα των περιπτώσεων κατά τις οποίες το αναπαραστασιακό του όχημα θα επιλέξει να καθοδηγήσει τον οργανισμό ενώ έχει κάποια αντιστοίχιση με το περιβάλλον.

Από τα εκ προθέσεως εικονίδια γίνεται η μετάβαση στις *κατάλληλες αναπαραστάσεις (representations proper)*. Η Millikan ορίζει τις κατάλληλες αναπαραστάσεις ως εκείνα τα εκ προθέσεως εικονίδια που έχουν την κατάλληλη λειτουργία να χρησιμεύουν σε έμμεσες (ενδιάμεσες ή μεταβατικές) εξαγωγές συμπεράσματος. Η έμμεση εξαγωγή συμπεράσματος είναι η διεργασία κατά την οποία ένα εκ προθέσεως εικονίδιο συνδυάζονται μεταξύ τους για τον σχηματισμό καινούργιων τμημάτων πληροφορίας. Μια τέτοια περίπτωση είναι αυτή όπου ένας

οργανισμός συνδυάζει νοητικούς χάρτες του περιβάλλοντος και συσχετίζει την πληροφορία σε κάθε χάρτη. Η Millikan δίνει για παράδειγμα τον συνδυασμό ενός χάρτη με την τοποθεσία των θηρευτών με αυτόν της τοποθεσίας της τροφής για τον καθορισμό του πόσο κοντά είναι οι θηρευτές στις πηγές τροφής.

Στο υψηλότερο επίπεδο της ιεραρχίας της Millikan βρίσκονται οι πεποιθήσεις. Αντίθετα από τα εκ προθέσεως εικονίδια και τις αναπαραστάσεις, οι πεποιθήσεις (συνταγμένες ως 'προτάσεις σε μία γλώσσα σκέψης') μπορούν να αναιρεθούν. Παρόλα αυτά, το σημασιολογικό περιεχόμενο που χαρακτηρίζει μια πεποίθηση έχει τις ρίζες του στο χαμηλότερο επίπεδο των 'αναπαραστάσεων'. Σύμφωνα με τη Millikan, οι πεποιθήσεις είναι ένα υποσύνολο των κατάλληλων αναπαραστάσεων οι οποίες είναι ένα υποσύνολο των εκ προθέσεως εικονιδίων. Συνεπώς, το εάν η Millikan έχει δώσει μια επαρκή θεώρηση σχετικά με τη φύση της επεξεργασίας πληροφορίας εξαρτάται από τη θεώρηση που έχει σχετικά με τα εκ προθέσεως εικονίδια, τις κατάλληλες αναπαραστάσεις και κατά κύριο λόγο με τις κατάλληλες λειτουργίες.

Όπως θα σημειωθεί παρακάτω (§2.4.3, §2.4.4, §2.6.4 και §2.6.5) το πλαίσιο της Millikan παρουσιάζει αρκετά προβλήματα στην εξήγηση της φύσης του αναπαραστασιακού περιεχομένου (με βασικότερα αυτά της θεώρησης των αναπαραστάσεων αλλά και των κατάλληλων λειτουργιών ενός γνωστικού συστήματος, δείτε §4.1.7). Παρόλα αυτά, οι ιδέες και η γενικότερη συνεισφορά της Millikan χαρακτηρίζονται από αρκετά σημαντικά στοιχεία, όπως περιληπτικά σημειώνεται στην §2.6.6.

2.4.3 Η Αποτυχία της Millikan να Εξηγήσει την Εμφάνιση του Σημασιολογικού Περιεχομένου

Προηγουμένως, (§2.2.4, §2.3.4 και §2.3.5) έγινε μια κριτική σχετικά με την αδυναμία των κογνιτιβιστικών (υπολογιστικών και κοινεξιοιστικών) προσεγγίσεων να εδραιώσουν μια θεώρηση του σημασιολογικού περιεχομένου. Η θεώρηση της Millikan προτίθετο να δώσει απάντηση στο δύσκολο αυτό ερώτημα εφόσον θεωρεί ότι η συσχέτιση μεταξύ των αναπαραστασιακών οχημάτων και του περιβάλλοντος εδραιώνεται από την εξελικτική ιστορία του αντίστοιχου μηχανισμού. Πέρα όμως από τα προβλήματα σχετικά με την λανθασμένη θεώρηση των δυνατοτήτων της φυσικής επιλογής που θα παρουσιαστούν στην επόμενη ενότητα, και από το βασικό πρόβλημα της θεώρησης της έννοιας της κατάλληλης λειτουργίας που θα αναλυθεί στην §4.1.7, η Millikan δείχνει από πολύ νωρίς ότι δεν είναι σε θέση να εξηγήσει την προέλευση του σημασιολογικού περιεχομένου. Αυτό φαίνεται όταν ισχυρίζεται ότι:

«Αυτό που δίνει την ιδιότητα της αναπαράστασης σε ένα εκ προθέσεως εικονίδιο είναι ότι μια από όλες τις χρήσεις του είναι ο συνδυασμός με άλλα εικονίδια για την παραγωγή εικονιδίων που μεταφέρουν καινούργια πληροφορία, δηλαδή, καινούργιο αναπαραστασιακό περιεχόμενο» (Millikan 1993, σελ. 103).

Είναι προφανές ότι και σε αυτή την περίπτωση η Millikan επικαλείται μια απροσδιόριστη έννοια ενός οχήματος που μεταφέρει πληροφορία. Όπως και οι υποστηρικτές του υπολογιστικού πλαισίου, δεν παρέχει μια ολοκληρωμένη θεώρηση του αναπαραστασιακού περιεχομένου.

2.4.4 Εννοιολογικά Προβλήματα με την Θεώρηση της Millikan για τη Φυσική Επιλογή

Η φυσική επιλογή, εξ' ορισμού, πρέπει κατά κάποιο τρόπο να σφραγίσει την έγκρισή της σε ένα κουπόνι (συμβολικό υποκατάστατο) ικανό για αντιστοίχιση, προκειμένου το συγκεκριμένο υποκατάστατο να θεωρηθεί ως μια αναπαράσταση. Γενικότερα, η φυσική επιλογή εδραιώνει μια οντότητα ως αναπαράσταση, δηλαδή παρέχει την ικανότητα στον παρατηρητή να διαβάσει το ιστορικό του συμβολικού υποκατάστατου και να κατανοήσει τον λόγο για τον οποίο χρησιμοποιούταν και επομένως, συνεχίζει να χρησιμοποιείται. Επιπροσθέτως, παρέχει ένα

αναπαραστασιακό καθεστώς στο εκάστοτε συμβολικό υποκατάστατο. Πιο συγκεκριμένα, η Millikan αναφέρει σχετικά με τον τρόπο δράσης της φυσικής επιλογής:

«η οικονομία υπαγορεύει ότι οι διάφορες συνήθειες και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που δεν εξυπηρετούν κανένα σκοπό, έχουν πολύ μεγάλη πιθανότητα να εξαφανιστούν. Η πιθανότητα αυτή δεν υπάρχει λόγω του ότι τα εν λόγω γνωρίσματα εμπλέκονται στις υπόλοιπες διεργασίες του συστήματος, αλλά διότι το αντίστοιχο τμήμα του γενετικού κώδικα θα μπορούσε να εξυπηρετήσει μια χρήσιμη λειτουργία εάν κωδικοποιούταν με άλλο τρόπο, και επομένως, αργά ή γρήγορα, η Φύση θα έκανε την αντίστοιχη ανακάλυψη.» (Millikan 1984, σελ. 27).

Για την Millikan και γενικότερα, όλους τους υποστηρικτές της φυσικής επιλογής, η φυσική επιλογή δεν είναι μια ακατάστατη διεργασία που συχνά αποτυγχάνει να ξεκαθαρίσει το τοπίο με το οποίο ασχολείται. Αντιθέτως, οδηγείται από μια αρχή της οικονομίας που εγγυάται, ότι αργά ή γρήγορα, οτιδήποτε δεν είναι χρήσιμο θα εξαφανιστεί. Αυτή η εξασφάλιση προσδίδει στη φυσική επιλογή τη ξεχωριστή της δύναμη. Διαφορετικά, η σύνδεση μεταξύ του ‘κουπονιού’ και του περιβάλλοντος, δεν ισχύει, αλλά μετατρέπεται σε έναν ισομορφισμό, ο οποίος δεν είναι αρκετός για την ύπαρξη και εξέλιξη των άμεσα κατάλληλων λειτουργιών. Με άλλα λόγια, όλες οι λειτουργίες που εδραιώνονται μέσω της αναπαραγωγής θεωρούνται χρήσιμες και το αντίστροφο. Ωστόσο, η Millikan κάνει λάθος στον χαρακτηρισμό που αποδίδει στη φυσική επιλογή. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που απορρίπτει την μετριασμένη και περιορισμένη χρήση του γενετικού κώδικα, είναι το ‘άχρηστο-DNA’ (junk DNA), το οποίο δεν εξυπηρετεί κανένα χρήσιμο στόχο, και επίσης, αποτελεί την πλειοψηφία του DNA. Ο Dawkins (1976) έχει δώσει μια εξήγηση για την ύπαρξη του ‘άχρηστο-DNA’ υποστηρίζοντας ότι είναι ένας ‘καλοπερασάκιας’ (freerider) ο οποίος εξυπηρετεί τον σκοπό του, δηλαδή έχει προσαρμοστεί έτσι ώστε να συνυπάρχει και να εξελίσσεται μαζί με το υπόλοιπο και πιο χρήσιμο τμήμα του DNA.

Η άποψη ότι η φυσική επιλογή ξεκαθαρίζει το τοπίο από μόνη της, είναι προφανώς εσφαλμένη. Πρώτα από όλα, κανείς δεν αναμένει την εξαφάνιση του μεγάλου παραρτήματος του DNA. Επίσης, τα υπολειμματικά όργανα δεν είναι κάτι το ασυνήθιστο. Η ιδέα ότι η φυσική επιλογή σφραγίζει τις διάφορες καινοτομίες που παρουσιάζει ένα σύστημα, φανερώνει μια ακόμη μεγαλύτερη παρανόηση. Όπως άλλωστε αναγνωρίζει και η Millikan, η φυσική επιλογή δεν δημιουργεί ποικιλία, αλλά δρα μόνο μέσα σε μια συγκεκριμένη δεξαμενή γονιδίων. Ως γνωστών, η εξέλιξη εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις μεταλλάξεις οι οποίες παρέχουν τροφή στην δεξαμενή, ενώ διάφοροι παράγοντες, όπως η τυχαία απόκλιση και η πλειοτροπία (pleiotropy), συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό. Οι μεταλλάξεις είναι απροκατάληπτες, υπό την έννοια ότι δεν προτιμούν την παραγωγή χρήσιμων χαρακτηριστικών, αλλά αντιθέτως, συχνά παράγουν άχρηστα, ακόμη και επικίνδυνα χαρακτηριστικά. Βέβαια, αν υποθεθεί ότι δίνεται στο σύστημα πρακτικά άπειρος χρόνος για να διερευνήσει όλες τις πιθανές μεταλλάξεις, τότε είναι σχεδόν σίγουρο ότι θα ‘ανακαλύπτονταν’ όλες οι χρήσιμες μεταλλάξεις.

Ωστόσο, η εξέλιξη είναι μια περιορισμένη διερεύνηση του χώρου των γονιδίων. Επιπροσθέτως, δεν έχει την πολυτέλεια να ξανασχεδιάζει και να ξανακατασκευάζει τα πράγματα από την αρχή, αλλά πρέπει να εφαρμόσει, μέσω της μετάλλαξης, επαυξητικές μετατροπές στα ήδη υπάρχοντα γενετικά χαρακτηριστικά. Ως εκ τούτου, η επιλογή ενός συγκεκριμένου δρόμου στον χώρο των γονιδίων, μπορεί να αποκλείσει κάποιες άλλες δυνατότητες. Δηλαδή, η εξέλιξη δεν αποτελεί μια εξαντλητική διερεύνηση των χώρου των γονιδίων και επομένως, δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι θα επιτευχθεί, έστω και εμμέσως, η χρήση ενός συγκεκριμένου τμήματος του γενετικού κώδικα. Επομένως, η σύνδεση μεταξύ εξελικτικής ιστορίας και αναπαραστάσης είναι άσχετη όσον αφορά

στην εξήγηση της φύσης των αναπαραστάσεων, και επιπλέον, η συγκεκριμένη σύνδεση δεν μπορεί να εδραιωθεί με τον τρόπο που υποστηρίζει η Millikan¹⁰.

Ολοκληρώνοντας, οι εξελικτικές θεωρίες της αναπαράστασης απαιτούν την αναπαράσταση να αποτελεί μια οντότητα που έχει αντιγραφεί ή αναπαράχθει στο πέρασμα του χρόνου. Αυτές οι θεωρίες μεταχειρίζονται το περιεχόμενο μιας αναπαράστασης ως μια οποιαδήποτε συνθήκη του περιβάλλοντος, ταυτόχρονα με την οποία μεταβλήθηκαν οι πρόγονοι της αναπαράστασης, γεγονός που εξηγεί τον λόγο που η αναπαράσταση 'επιβίωσε' ή αναπαράχθηκε. Για παράδειγμα, μια συγκεκριμένη κατάσταση του νευρικού συστήματος ενός οργανισμού, θα έχει το περιεχόμενο 'ύπαρξη αρπακτικού εδώ κοντά', εάν η συγκεκριμένη κατάσταση έχει αντιγραφεί από καταστάσεις που έτυχε να είναι ενεργές όταν ένα αρπακτικό ήταν δίπλα στους προγόνους αυτού του οργανισμού. Η εν λόγω σύμπτωση αποτελεί μέρος της επεξήγησης του λόγου κατά τον οποίο, αυτή η κατάσταση έχει αναπαράχθει (προφανώς, επειδή προκάλεσε μια συμπεριφορά που επέτρεψε στον οργανισμό να αποφύγει το αρπακτικό ζώο και να αναπαράχθει, έτσι ώστε, να κληρονομήσει την κατάσταση 'ύπαρξη αρπακτικού εδώ κοντά' στους απογόνους του.

Το πρόβλημα με τέτοιου είδους θεωρήσεις που προσανατολίζονται στο παρελθόν και στην ιστορία του συστήματος, εντοπίζεται στη θεώρηση των προσδοκιών του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, το ερώτημα αφορά στον τρόπο με τον οποίο μια θεώρηση του αναπαραστασιακού περιεχομένου που επικαλείται την εξελικτική ιστορία του συστήματος, θα μπορέσει να εφαρμοστεί για την εξήγηση των προσδοκιών του συστήματος, οι οποίες προσανατολίζονται στο μέλλον (δείτε §5.3.6). Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στην επόμενη ενότητα, τα προβλήματα των εξελικτικών πλαισίων δεν αποφεύγονται ούτε μέσω των πλαισίων αιτιώδους συνμεταβολής (σύγχρονης μεταβολής), η οποία προσπαθεί να αντικαταστήσει τη φυσική επιλογή.

2.4.5 Αιτιολογικά Πλαίσια Προσέγγισης της Γνωστικής Διεργασίας

Τα αιτιολογικά πλαίσια της γνωστικής διεργασίας είναι πιο πρόσφατα από τα προαναφερθέντα και βασίζονται στην ερμηνεία των αναπαραστάσεων χρησιμοποιώντας διαθέσιμους εμπειρικούς περιορισμούς (Dretske 1981; Barwise & Perry 1983; Israel & Perry 1990; Devlin 1991). Υπό αυτή την οπτική, η ερμηνεία μιας αναπαράστασης δίνεται σε σχέση με την πληροφορία που μεταφέρει. Αντίθετα με τις κογνιτιστικές προσεγγίσεις, όπου το πληροφοριακό περιεχόμενο καθορίζεται εντελώς από τη δομή της γλώσσας (ή από άλλα αναπαραστασιακά συστήματα), το αναπαραστασιακό περιεχόμενο είναι το πραγματικό (κατά τεκμήριο) περιεχόμενο της αναπαράστασης.

Ο απώτερος στόχος αυτών των προσεγγίσεων είναι η σύνδεση ουσιαστικών αναπαραστάσεων με τις διακριτές καταστάσεις που αναπαριστούν. Έτσι, στην περίπτωση του *καταστασιακού σημασιολογικού περιεχομένου* (ή σημασιολογικού περιεχομένου κατάστασης) (*situation semantics*), οι Perry & Barwise βασίζουν την επιθυμητή σύνδεση στους *συνηθισμένους περιορισμούς* (*nomie regularities*) (Israel & Perry 1983). Το γενικότερο συμπέρασμα είναι ότι η πληροφορία μεταφέρεται στα γνωστικά συστήματα μέσω αιτιωδών αλυσίδων οι οποίες συνδέουν διάφορες καταστάσεις με ένα νόμιμο τρόπο. Η πληροφορία που υποδεικνύεται από μια κατάσταση σχετίζεται με τις αιτιώδεις αλυσίδες που συνδέουν την ενδεικνύομενη κατάσταση τόσο με τις πεποιθήσεις του γνωστικού συστήματος όσο και με την κατάσταση στην οποία αναφέρεται η συγκεκριμένη πληροφορία. Κατά αυτό τον τρόπο, η πληροφορία που μεταφέρει μια κατάσταση πραγμάτων είναι σχετική με κάποιον περιορισμό.

Ο πλήρης καθορισμός της αναφοράς μιας αναπαράστασης απαιτεί συγκεκριμένα γεγονότα της κάθε κατάστασης. Συνεπώς, το πληροφοριακό περιεχόμενο μιας αναπαράστασης περιορίζεται από την ικανότητα του γνωστικού πράκτορα να επικαλεστεί τους σχετικούς με τα γεγονότα της

¹⁰ Στο Κεφ. 5, αλλά και στο Κεφ. 7 θα δούμε μια πολύ διαφορετική εξήγηση της λειτουργίας του γενετικού κώδικα, όσον αφορά την αντιστοιχία των εννοιών της αναπαράστασης και της πληροφορίας στις λειτουργίες του, μέσα στο γενικότερο πλαίσιο δράσης του κυττάρου.

κατάστασης περιορισμούς. Το πλαίσιο του καταστασιακού σημασιολογικού περιεχομένου απαιτεί την ύπαρξη ‘κάποιου πράγματος έξω στον κόσμο’ το οποίο να μπορεί να μεταβιβαστεί στα έλλογα όντα τα οποία είναι σε θέση να κατανοήσουν την πληροφορία που περιέχει και να την μεταβιβάσουν μεταξύ τους.

Γενικότερα, οι προσέγγιση των Barwise & Perry χρειάζεται μια θεώρηση των συνηθισμένων (τακτικών) περιορισμών, των αιτιωδών αλληλεπιδράσεων και της μετάδοσης της πληροφορίας που οι περιορισμοί και οι αλληλεπιδράσεις περιέχουν. Τα αντίστοιχα πλαίσια δεν θα αναλυθούν περαιτέρω. Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν αναλύονται από τον Collier (1990a; 1999a). Στο παρακάτω τμήμα περιγράφεται η θεωρία του σημασιολογικού περιεχομένου του Dretske, η οποία θεωρείται ο βασικός εκπρόσωπος των αιτιολογικών πλαισίων.

2.4.5.1 Η Θεωρία του Σημασιολογικού Περιεχομένου του Dretske

Ο Dretske (1981; 1997) υποστηρίζει ότι η αναπαράσταση είναι μια εσωτερική κατάσταση ενός γνωστικού συστήματος, η οποία έχει στρατολογηθεί μέσω οργανικής εξάρτησης για να συμμετέχει στην αιτία κάποιας συμπεριφοράς. Συνεχίζει εξηγώντας ότι μια εσωτερική κατάσταση μεταφέρει πληροφορία σχετικά με περιβαλλοντικές καταστάσεις που υποστηρίζουν την επιτυχία της αντίστοιχης συμπεριφοράς. Έτσι, για τον Dretske η εσωτερική κατάσταση C στρατολογείται ως αιτία του M (της συμπεριφοράς), λόγω αυτών που υποδεικνύει αναφορικά με τις F (εξωτερικές συνθήκες), τις συνθήκες από τις οποίες εξαρτάται η επιτυχία της M . Αυτού του είδους η εκμάθηση (εκπαίδευση) του γνωστικού συστήματος είναι ένας τρόπος σχηματισμού (διαμόρφωσης) των αιτιωδών ιδιοτήτων της δομής του συστήματος σύμφωνα με τις ιδιότητες του στοιχείου που παίζει το ρόλο του δείκτη (αυτού που υποδεικνύει). Με άλλα λόγια η C επιλέγεται ως αιτία της M λόγω αυτών που υποδεικνύει αναφορικά με την F . Κατά αυτόν τον τρόπο, η C γίνεται αναπαράσταση της F . (Dretske, 1988, σελ. 101).

Το πλαίσιο του Dretske είναι ένα αιτιολογικό πλαίσιο όπως άλλωστε και της Millikan, με τη διαφορά ότι η σχετική αιτιολογία είναι αυτή της κατάλληλης ιστορίας εκμάθησης (αν και κανείς μπορεί να επικαλεστεί την εξελικτική ιστορία του συστήματος για την ‘επιτυχία’ της M). Η λειτουργία της C είναι να υποδεικνύει την F λόγω της ιστορίας εκμάθησης του συστήματος και αυτό είναι πολύ σημαντικό για την περίπτωση εμφάνισης λάθους αναπαράστασης στο σύστημα (δείτε §2.6.4). Η C μπορεί να επικληθεί σε καταστάσεις που δεν περιλαμβάνουν την F , σε αντίθεση με την αναπαραστασιακή της λειτουργία.

Παρόλα αυτά, η κρίσιμη σχέση στο μοντέλο του Dretske είναι αυτή κατά την οποία η C στρατολογείται ως αιτία της M λόγω αυτών που υποδεικνύει αναφορικά με την F . Αυτό ο λόγος δεν μπορεί να χαρακτηρίζεται από μια αιτιώδη σχέση. Η διαδικασία εκμάθησης δεν έχει πρόσβαση σε αυτό για το οποίο μεταφέρει πληροφορία η C ¹¹. Αυτή είναι μια σχέση μεταξύ της C και του περιβάλλοντος και η διεργασία εκμάθησης εσωτερικά του συστήματος έχει μόνο λειτουργική πρόσβαση στην κατάσταση C , ενώ δεν έχει καμία πρόσβαση ούτε στην ύπαρξη της σχέσης αυτής, αλλά ούτε στο άλλο άκρο της ενδεικτικής σχέσης στην οποία συμμετέχει η C . Επομένως, η C δεν μπορεί να στρατολογείται υπό κανένα αιτιώδη τρόπο λόγω αυτού που υποδεικνύει αναφορικά με την F , αλλά στρατολογείται ως σκοπός της M επειδή υποδεικνύει την επιτυχία της M .

Ο Dretske προσπαθεί να εξηγήσει το πρόβλημα αυτό με επεξηγηματικό τρόπο. Έτσι, υποστηρίζει ότι μια πλήρης εξήγηση του γιατί στρατολογείται η C ως αιτία της M είναι το γεγονός ότι η C μεταφέρει πληροφορία αναφορικά με (υποδεικνύει) την F και το γεγονός ότι η F είναι το σύνολο των συνθηκών από τις οποίες εξαρτάται η επιτυχία της M . Έτσι, η C που υποδεικνύει την F εμπλέκεται σε αυτό το επεξηγηματικό μοντέλο, αλλά όχι σε ένα αιτιώδες μοντέλο του τρόπου με τον οποίο η C επιλέγεται.

¹¹ Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο στο μοντέλο του Dretske το γνωστικό σύστημα δεν είναι σε θέση να αντιληφθεί από μόνο του ότι μια αναπαράστασή του είναι λάθος – δείτε §2.6.5

Ο Dretske ισχυρίζεται ότι η C είναι μια αναπαράσταση της F λόγω του ότι η ενδεικτική σχέση με την F είναι αναγκαίο τμήμα της πλήρους επεξήγησης του γιατί η C έχει στρατολογηθεί ως αιτία της M . Επομένως, ο Dretske δεν προσπαθεί να μοντελοποιήσει την αναπαράσταση, αλλά αντί αυτού, προσπαθεί να μοντελοποιήσει την λογική απόδοση (καταλογισμό) της έννοιας της αναπαράστασης, από έναν παρατηρητή σε έναν οργανισμό. Ωστόσο, αυτό θα μπορούσε να δικαιολογηθεί, μόνο εάν η αναπαράσταση είχε μια αυστηρά κοινωνική και γλωσσολογική οντολογική υπόσταση, όπως για παράδειγμα, το χρήμα ή ο γάμος κτλ. Είναι προφανές ότι κάτι τέτοιο δεν ισχύει, εφόσον, στην αντίθετη περίπτωση δεν θα ήταν δυνατό το σφάλμα της αναπαράστασης, το οποίο οδηγεί τη συμπεριφορά και την μάθηση. Επιπροσθέτως, η αναζήτηση τέτοιων καταλογισμών από τον παρατηρητή, συναντά το πρόβλημα της κυκλικότητας ή της ατέρμονης αναδρομής των καταλογισμών των αναπαραστάσεων, οι οποίοι με τη σειρά τους συνιστούν καταλογισμούς άλλων αναπαραστάσεων κτλ. (Clark, 1997).

Ολοκληρώνοντας, οι αιτιώδεις θεωρίες της αναπαράστασης, θεωρούν ότι η αναπαράσταση αναφέρεται σε οτιδήποτε αποτέλεσε την αιτία ενεργοποίησης και εμφάνισης της αναπαράστασης. Όπως και στην περίπτωση των εξελικτικών μοντέλων, η εν λόγω θεώρηση δεν είναι καθόλου ικανοποιητική για το περιεχόμενο της αναπαράστασης, εφόσον δεν μπορούν να εξηγήσουν τον μελλοντικό προσανατολισμό των αναπαραστάσεων. Ειδικότερα, το περιεχόμενο των προσδοκιών ενός γνωστικού συστήματος οφείλει να είναι προσανατολισμένο σε μελλοντικές καταστάσεις πραγμάτων, οι οποίες δεν θα μπορούσαν να αποτελέσουν την αιτία της προσμονής, εφόσον μπορεί να μην συμβούν καθόλου.

Όπως το εξελικτικό πλαίσιο της Millikan, έτσι και το αιτιολογικό μοντέλο του Dretske, αποτυγχάνει να ορίσει την αναπαράσταση του γνωστικού συστήματος σε σχέση με την τρέχουσα κατάστασή του και επομένως κρίνεται ως επιφαινόμενο. Τα προβλήματα που συνεπάγεται η επιφαινομενικότητα των συγκεκριμένων πλαισίων αναλύονται στην §4.1.7. Ωστόσο, τα γενικότερα αιτιολογικά μοντέλα του Dretske και της Millikan χαρακτηρίζονται από ένα ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο, όπως περιληπτικά σημειώνεται στην §2.6.6.

2.5 Δύο Βασικά Προβλήματα της Αναπαράστασης στα Κογνιτιβιστικά Πλαίσια

2.5.1 Το Πρόβλημα της Αγκίστρωσης/Θεμελίωσης των Συμβόλων (The Symbol-Grounding Problem)

Στις §2.2.3.2 και §2.2.4.1 ειπώθηκε ότι οι η πρακτικά απενσωματωμένη φύση των συμβολικών συστημάτων οδηγεί στη διαμόρφωση αναπαραστάσεων που δεν έχουν καμία σύνδεση ή/και συσχέτιση με τη δομή και τη λειτουργικότητα του συστήματος. Αυτή είναι η ουσία του *προβλήματος αγκίστρωσης/θεμελίωσης συμβόλων*, γνωστό ως *'the symbol-grounding problem'*, (από εδώ και στο εξής ΠΑΣ), το οποίο είναι μια συλλογή προβλημάτων που τίθενται από το ΕΚΔ (Harnad, 1990). Η πρωταρχική δυσκολία που πρέπει να αντιμετωπιστεί είναι ο τρόπος με τον οποίο ασήμαντα σύμβολα αποκτούν νόημα ή αλλιώς, ο τρόπος με τον οποίο η σύνταξη συνεπάγεται σημασιολογικό περιεχόμενο.

Ο Harnad πρότεινε ως λύση του ΠΑΣ ένα υβριδικό συμβολικό/συνεκτικό σύστημα όπου οι συμβολικές αναπαραστάσεις αγκιστρώνονται σε δύο ειδών μη-συμβολικές αναπαραστάσεις: στις εικονικές (iconic) αναπαραστάσεις, οι οποίες είναι αναλογικές μετατροπές αισθητήριων αντιλήψεων και στις κατηγορικές (categorical) αναπαραστάσεις οι οποίες εκμεταλλεύονται κιναισθητικές σταθερές για να την ενεργή μετατροπή αισθητήριων αντιλήψεων σε βασικά σύμβολα (π.χ. 'άλογο' 'ρίγες') από τα οποία μπορούν να κατασκευαστούν πιο σύνθετες συμβολικές αναπαραστάσεις (π.χ. 'ζέβρα' = 'άλογο' + 'ρίγες'). Με άλλα λόγια, οι κατηγορικές αναπαραστάσεις είναι στοιχεία ενός συστηματικά συνδυαστικού συστήματος. Ο Harnad προτείνει τη χρησιμοποίηση συνεκτικών δικτύων για την 'από-κάτω-προς-επάνω' (bottom-up)

μετατροπή των αντικειμένων του πραγματικού κόσμου μέσω μη-συμβολικών αναπαραστάσεων σε ατομικές συμβολικές αναπαραστάσεις (Harnad, 1990; 1993).

2.5.1.1 Τα Προβλήματα της Λύσης του ΠΑΣ από τον Harnad

Ο Harnad ισχυρίζεται ότι οι κατηγορικές αναπαραστάσεις προκύπτουν από τη διατήρηση σε μια εικονική αναπαράσταση μόνο των ιδιοτήτων που παραμένουν αμετάβλητες, έτσι ώστε να επιτρέπεται στον γνωστικό πράκτορα η αναγνώριση και όχι η απλή διάκριση του αντικειμένου. Παραδέχεται όμως ότι δεν έχει βρεθεί ακόμη ο μηχανισμός για την υλοποίηση μιας τέτοιας παραγωγής, πράγμα πολύ δύσκολο εφόσον εμπλέκεται η φυσιολογία του μηχανισμού αντίληψης των γνωστικών συστημάτων. Επίσης, η ονοματοδοσία των κατηγορικών αναπαραστάσεων δεν αρκεί για να θεωρηθούν ως σύμβολα, διότι τα τελευταία διέπονται από συστηματικότητα και δυνατότητα σύνθεσης, πράγμα που λείπει από τις κατηγορικές αναπαραστάσεις.

Άλλη δυσκολία υλοποίησης της λύσης αυτής, την οποία επίσης αναγνωρίζει ο Harnad είναι ότι κρίνεται αναγκαία η εκ των προτέρων παροχή κάποιων λογικών τελεστών προκειμένου να λειτουργήσει το σύστημα συνδυασμών των κατηγορικών αναπαραστάσεων και να διαμορφωθούν οι αντίστοιχοι συμβολισμοί. Το πρόβλημα εντοπίζεται στο τρόπο με τον οποίο θα αποδοθεί το νόημα των λογικών στοιχείων με τα οποία θα επανδρωθεί το σύστημα. Παράλληλα, δεν απαντάει καθόλου στο πως ο συνδυασμός ασήμαντων στοιχείων (τα προϊόντα της κατηγοριοποίησης) θα οδηγήσει σε προτάσεις με σημασιολογικό περιεχόμενο.

Η αλήθεια είναι ότι στο πρόβλημα αγκίστρωσης των λογικών τελεστών, ο Harnad (1995) υποστήριξε ότι μια τέτοια θεωρία βασίζεται σε ρομποτική λειτουργικότητα (robotic functionalism) και όχι σε ένα καθαρά υπολογιστικό σύστημα, δηλαδή, οι κατηγορικές σταθερές πρέπει να αγκιστρωθούν στην πραγματική (ρεαλιστική και όχι εικονική) κιναισθητική αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον και όχι μόνο στην αισθητική (όπως γίνεται στα πλήρως κογνιτιβιστικά συστήματα).

2.5.1.2 Γενικότερα Προβλήματα που Πηγάζουν από το ΠΑΣ

Αυτό που λείπει από τη λύση του Harnad και κάθε λύση δοσμένη μέσα από ένα κογνιτιβιστικό (υπολογιστικό ή/και κοννεξιονιστικό) πλαίσιο σχετικά με το ΠΑΣ δεν είναι τόσο ο τρόπος με τον οποίο διαμορφώνονται οι κατηγορικές αναπαραστάσεις όσο η ανάγκη διαλεύκανσης της σχέσης μεταξύ της πληροφορίας στο φυσικό σήμα και στην εικονική αναπαράσταση που είναι μια αναλογία αυτού. Ο Harnad ισχυρίζεται ότι ο τρόπος με τον οποίο διαχειρίζεται τις εικονικές αναπαραστάσεις αποφεύγει να προσδώσει ανθρωπόμορφη αντιμετώπιση στο πρόβλημα, αλλά τότε, δεν εξηγεί τον λόγο για τον οποίο, σε αυτή την περίπτωση, διαλέγει να τις ονομάσει 'αναπαραστάσεις'.

Εάν είναι απλά μια μετατροπή ενός σήματος από μία μορφή σε μια άλλη, τότε κάθε τέτοια μετατροπή θα πρέπει να είναι μια αναπαράσταση. Αυτό δεν βοηθάει πολύ στη διαλεύκανση του όρου και πόσο μάλλον στον προσδιορισμό του αναπαραστασιακού περιεχομένου. Εδώ φαίνεται ότι ο Harnad προτείνει να δει κανείς τις εν λόγω αναπαραστάσεις ως νοητικές εικόνες. Οι εικόνες όμως αναφέρονται σε αντικείμενα στον εξωτερικό κόσμο και δεν προκαλούνται απλώς από αυτά. Ειδικότερα, στη γνωστική επιστήμη η *αναφορικότητα* (*aboutness*) των αναπαραστάσεων θεωρείται μια συνάρτηση της αντιστοίχισής τους στις ιδιότητες του κόσμου. Έτσι, ο Harnad χρησιμοποιεί τον όρο 'αναλογικές' για να περιγράψει τα εικονίδια, κάθε ένα από τα οποία έχει τη δική του αντιστοίχιση που είναι ανεξάρτητη από αυτή των άλλων.

Το πρόβλημα είναι ότι στο γενικότερο μοντέλο δεν παρέχεται ένας μηχανισμός που να δικαιολογεί τον τρόπο με τον οποίο η αντιστοίχιση προϋπάρχει στην αναπαράσταση. Το βασικό λάθος του Harnad σε αυτό το σημείο, αλλά και όλης της θεώρησης των κογνιτιβιστικών/κοννεξιονιστικών πλαισίων, είναι ότι προκειμένου να απαντηθεί το παραπάνω πρόβλημα, η έννοια της πληροφορίας χρησιμοποιείται ως μια μαγική ποσότητα που ενυπάρχει (αποτελεί αναπόσπαστο μέρος) τόσο στα εξωτερικά σήματα όσο και στις αναπαραστάσεις. Το πέρασμα της πληροφορίας από τα εξωτερικά σήματα στις αναπαραστάσεις εδραιώνει την

αντιστοίχιση. Η θεώρηση αυτή θα ήταν αποδεκτή εάν υπήρχε μια ικανοποιητική ερμηνεία της έννοιας της πληροφορίας και του τρόπου με τον οποίο μπορεί να περνάει από το ένα στοιχείο στο άλλο. Ο ισχυρισμός ότι η αντιστοίχιση είναι εγγενής (έμφυτη) προσδίδει ανθρωπόμορφη αντιμετώπιση στο πρόβλημα.

Συνεπώς, το πρόβλημα που υποδεικνύεται μέσα από την ανάγκη 'ενδογενούς αγκίστρωσης' των συμβόλων σε ένα γνωστικό σύστημα είναι πολύ βαθύ και όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια, αλλά και ειδικότερα στο Κεφ. 8 έχει απασχολήσει πολύ τις επιστήμες που ασχολούνται με τη μελέτη όσο και την τεχνητή ανάπτυξη ή μίμηση της γνωστικής διεργασίας. Όπως όμως θα αναφερθεί στο τέλος του παρόντος κεφαλαίου, η αγκίστρωση/θεμελίωση του αναπαραστασιακού περιεχομένου και τα συνεπαγόμενα προβλήματα (δείτε §2.6), απαιτούν την ριζική αλλαγή στην οπτική της θεώρησης της νόησης και των άμεσα εμπλεκόμενων αναπαραστάσεων ενός γνωστικού συστήματος. Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται το πρόβλημα πλαισίου, το οποίο είναι άμεση απόρροια του ΠΑΣ, αλλά με ακόμη πιο δύσκολες και πολύπλοκες προεκτάσεις.

2.5.2 Το Πρόβλημα Πλαισίου (The Frame Problem)

2.5.2.1 Ποιο είναι το Πρόβλημα Πλαισίου

Το αρχικό πρόβλημα πλαισίου (*frame problem*, από εδώ και στο εξής θα αναφέρεται ως ΠΠ) ήταν πολύ πιο συγκεκριμένο και περιορισμένο από το ΠΠ, όπως αυτό έχει διαμορφωθεί τα τελευταία 20 χρόνια στη γνωστική επιστήμη αλλά και σε άλλες συναφείς περιοχές. Αρχικά, το ΠΠ προέκυψε από το τι συμβαίνει όταν ένα γνωστικό σύστημα προσπαθεί να συμπερασματολογήσει για ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο κόσμο. Αφορά τόσο τα συστήματα πραγματικού χρόνου όσο και αυτά που δεν χρειάζεται να δρουν σύγχρονα. Πιο συγκεκριμένα, το ΠΠ προκύπτει όταν επιχειρείται η αναπαράσταση της αλλαγής σε ένα σύστημα μέσα από μία λογική συσχετισμένη με το χρόνο. Ένα παράδειγμα τέτοιας λογικής είναι ο *υπολογισμός κατάστασης (situation calculus)*, που είναι η επέκταση της λογικής πρώτης τάξης προκειμένου να μπορέσει να εκφράσει χρονικές σχέσεις, όπως το αποτέλεσμα μιας ενέργειας από τη μία χρονική στιγμή στην άλλη. Για να γίνει αυτό θα πρέπει κανείς να είναι σε θέση να καθορίσει τις αλλαγές που θα επιφέρει μια ενέργεια, καθώς επίσης, αυτές που δεν θα επιφέρει. Ο Hayes (1987), ο οποίος εισήγαγε το αρχικό ΠΠ, υποστήριζε ότι θα πρέπει να υπάρχει ένας πιο 'οικονομικός' τρόπος να γίνει ο παραπάνω υπολογισμός, αν και από ότι φαίνεται, ο καθορισμός τους συνόλου των πράξεων είναι ο μονόδρομος. Αυτό είναι το αρχικό ΠΠ.

Από τότε το ΠΠ έχει διευρυνθεί τόσο πολύ που δεν χωράει σε έναν ορισμό. Γενικότερα, σήμερα το ΠΠ χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο προβλημάτων που αφορούν στις σχέσεις ενός αναπαραστασιακού συστήματος με έναν διαρκώς μεταβαλλόμενο κόσμο. Ένα από τα χαρακτηριστικά προβλήματα είναι το *πρόβλημα ελέγχου (control problem)* όπου πρέπει κανείς να βεβαιωθεί ότι το σύστημα κάνει μόνο τις αναγκαίες παραγωγικές εξαγωγές συμπερασμάτων και δεν σπαταλάει άδικα το χρόνο του. Άλλο πρόβλημα είναι το *πρόβλημα ενημέρωσης (update problem)* όπου κανείς πρέπει να βεβαιωθεί ότι οι πεποιθήσεις του συστήματος ταιριάζουν με τον εξωτερικό κόσμο σε κάθε χρονική στιγμή (ή τουλάχιστον σε συγκεκριμένο εύρος χρόνου). Το *πρόβλημα προσόντων (qualification problem)* αφορά στο εάν το σύστημα έχει εσωτερικά αναπαραστήσει όλα όσα χρειάζεται για την εκπλήρωση μιας συγκεκριμένη ενέργειας (Janlert 1987). Κάποια άλλα προβλήματα που απαρτίζουν το σύγχρονο ΠΠ μπορούν να θεωρηθούν ως ξεχωριστά πεδία έρευνας (Hayes 1987), όπως για παράδειγμα το *πρόβλημα του Άμλετ (Hamlet's problem)* όπου το σύστημα πρέπει να αποφανθεί πότε θα σταματήσει να σκέφτεται και θα αρχίσει να ενεργεί.

Γενικότερα, το ΠΠ έχει ωθήσει τους ερευνητές στις προσπάθειες ανάπτυξης ενός αναπαραστασιακού σχήματος που να επιτρέπει την επαρκή αναπαράσταση ενός διαρκώς μεταβαλλόμενου κόσμου. Αυτό είναι το συνολικό ΠΠ και επηρεάζει το σύνολο των επιστημών που ασχολούνται με τη γνωστική διεργασία.

2.5.2.2 *Μορφή και Περιεχόμενο των Αναπαραστάσεων στο Πρόβλημα Πλαισίου*

Τα συνολικό ΠΠ θεωρείται συνήθως ως πρόβλημα σχετικό με τη μορφή και όχι με το περιεχόμενο των αναπαραστάσεων του γνωστικού συστήματος (Janlert 1987). Αυτό όμως δεν δικαιολογείται, εάν κανείς λάβει υπόψη τη θέση του Church. Συμβολικά γνωστικά συστήματα με διαφορετικές μορφές αναπαράστασης μπορεί να είναι υπολογιστικά ισοδύναμα, έτσι ώστε κάθε ένα να έχει την ικανότητα να υπολογίζει την ίδια συνάρτηση. Σε αυτή την περίπτωση, ένας υποστηρικτής του υπολογιστικού πλαισίου που αποδέχεται τους ισχυρισμούς των Janlert και Church, θα πρέπει να εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο, κάτω από το πρίσμα του κογνιτιβισμού, δύο λειτουργικά ισοδύναμα συστήματα μοντελοποιούν διαφορετικά τον κόσμο.

Η διαφορά στη μορφή της αναπαράστασης μπορεί να αποτελέσει διαφορά στην ικανότητα του υπολογισμού (π.χ. στην ταχύτητα), αλλά αυτό δεν λύνει το ΠΠ, το οποίο αναζητά την επάρκεια των μοντέλων. Εκτός εάν κανείς δεχτεί, σε αντίθεση με την υπόθεση του φυσικού συστήματος συμβόλων, ότι η σχέση μεταξύ μορφής και περιεχομένου της αναπαράστασης δεν είναι καθόλου αυθαίρετη, τουλάχιστον όσον αφορά στην πλευρά του συστήματος. Αυτό είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του γενικότερου πλαισίου ανάπτυξης των αναπαραστάσεων και του περιεχομένου τους, το οποίο προτείνεται στο Κεφ. 5.

2.5.2.3 *Το Πρόβλημα Πλαισίου ως Απόρροια του Προβλήματος Αγκίστρωσης Συμβόλων*

Ειδικότερα, το ΠΠ έχει αποτελέσει το σημαντικότερο πρόβλημα της κογνιτιβιστικής τεχνητής νοημοσύνης να προσομοιώσει ρεαλιστικές και προσαρμοστικές γνωστικές ικανότητες. Το κεντρικό πρόβλημα του ΠΠ αφορά στην ικανότητα του γνωστικού συστήματος να αντιμετωπίζει παρόμοιες και συναφείς σχέσεις και να προβαίνει σε γενικεύσεις στις διάφορες πολύπλοκες περιπτώσεις. Με άλλα λόγια, τα γνωστικά συστήματα οφείλουν να έχουν την ικανότητα να επικεντρώνουν στις προσαρμοστικές σημαντικές σχέσεις δράσης, ειδικότερα στις περιπτώσεις που δεν έχουν προδιαγραφεί ή προκαθοριστεί από το σύστημα. Αυτό ενέχει την ικανότητα διαφοροποίησης σχετικών με το πλαίσιο δράσης παραγόντων μέσα από μια δυναμικά απέραντη περιοχή λεπτομερειών, όπου η σχετικότητα των παραγόντων μεταβάλλεται συναρτήσει των αλλαγών του περιβάλλοντος, το σύστημα, τους στόχους του και τις διάφορες ενέργειες που λαμβάνουν χώρα. Επιπροσθέτως, το γνωστικό σύστημα θα πρέπει να μπορεί να προβεί σε γενικεύσεις αναφορικά με καινούργια πλαίσια δράσης (*contexts*), χρησιμοποιώντας υπάρχουσες δυνατότητες όπου οι σχετικοί παράγοντες είναι ίδιοι, και μετατρέποντας τις δυνατότητες αυτές όπου οι σχετικοί παράγοντες διαφέρουν.

Δυστυχώς, τα κογνιτιβιστικά συστήματα έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερος φτωχά αναφορικά με αυτές τις ικανότητες, και γενικότερα, δεν μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά έξω από ένα πολύ στενό, συγκεκριμένο και καλά-ορισμένο προβληματικό χώρο. Είναι προφανές ότι η πηγή του ΠΠ βρίσκεται βαθιά στο γενικότερα κογνιτιβιστικό πλαίσιο και συγκεκριμένα, στους περιορισμούς των συμβολικών και υποσυμβολικών μοντέλων (δείτε §2.2 και §2.3). Συγκεκριμένα, η εντελώς αφηρημένη και φορμαλιστική θεώρηση της νόησης ως επεξεργασία συμβολικών αλγορίθμων, ενέχει τον άμεσο και αποκλειστικό προσδιορισμό του βασικού αναπαραστασιακού χώρου του συστήματος από το αντίστοιχο συμβολικό σύστημα. Οι αντίστοιχοι αλγόριθμοι επίλυσης προβλημάτων λειτουργούν αναζητώντας όλες τις πιθανότητες, μέχρι να βρεθεί ο συνδυασμός που αντιστοιχεί στη λύση.

Με άλλα λόγια, όλες οι πιθανές καταστάσεις πρέπει να αναπαρίστανται από την αρχή της διαδικασίας επίλυσης του προβλήματος. Αυτό αναγκάζει το σύστημα να έχει μια στατική δομή του χώρου αναπαράστασης, η οποία δεν έχει καμία εγγενή τοπολογία (κάθε αναπαράσταση είναι το ίδιο κοντά όσο και μακριά από όλες τις υπόλοιπες), στην οποία θα μπορούσε να αγκιστρωθεί/θεμελιωθεί η ομοιότητα μεταξύ των αναπαριστάμενων καταστάσεων πραγμάτων. Ως εκ τούτου, κάθε σχέση ομοιοτήτων που είναι διαθέσιμη στο σύστημα για την επίλυση

προβλημάτων, θα πρέπει να είναι συγκεκριμένα κωδικοποιημένα ως μια ξεχωριστή αναπαραστασιακή δομή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση του ΠΠ.

2.5.2.4 Η Υπέρθηση της Πληροφορίας στη Σωστή Κατεύθυνση Επίλυσης του ΠΠ

Όπως αναφέρθηκε στην §2.3.2 οι κοννεξιονιστές προτείνουν ότι η κατανεμημένη, σε αντίθεση με την διακριτή φύση των αναπαραστάσεων, παρέχει έναν καλύτερο τρόπο αναπαράστασης του κόσμου. Όντως, η κατανεμημένη φύση των συνεκτικών αναπαραστάσεων βοηθάει στον επίλυση μιας πτυχής του γενικότερου ΠΠ, και συγκεκριμένα στην ανάγκη ύπαρξης εύπλαστων και εύκολα μετατρέψιμων αναπαραστάσεων, έτσι ώστε να μην υπάρχει πλήρης αποτυχία (που συνεπάγεται την γνωστική καταστροφή του συστήματος) όταν το σύστημα επιχειρεί να αντιστοιχήσει την αναπαράσταση με τον κόσμο, ενώ ο τελευταίος διαρκώς μεταβάλλεται. Η υπέρθεση της πληροφορίας στα TNN (δείτε §2.3.6) δείχνει να μπορεί να αντιμετωπίσει το ΠΠ.

Οι κοννεξιονιστές έχουν επισημάνει ότι οι διάφορες αναπαραστάσεις ενός συνεκτικού συστήματος αποκτούν έμμεσες σχέσεις μέσω της υπέρθεσης της πληροφορίας (Smolensky 1988; van Gelder 1991; O'Brien & Orie 1999). Γενικότερα, οι σχέσεις μεταξύ υπερθετούμενων (superposed) αναπαραστάσεων θεωρούνται ότι έχουν ως κοινό σημείο αναφοράς την ομοιότητα, η οποία διακρίνεται στην συμμετοχή στην ίδια κατηγορία ή στην ομοιότητα μεταξύ κατηγοριών. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι, ακόμη και στην περίπτωση εδραίωσης απλής ομοιότητας, η υπέρθεση προσδίδει στο γνωστικό σύστημα μια αξιόλογη μείωση της πολυπλοκότητας, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με την ενεργοποίηση της επέκτασης του νευρωνικού δικτύου. Έτσι, στην περίπτωση που μια αναπαράσταση αποτελέσει έναυσμα ενεργοποίησης κάποιων άλλων νευρωνικών δομών που αναπαριστούν μια συγκεκριμένη σχέση, μια παρόμοια αναπαράσταση μπορεί επίσης να προκαλέσει την ίδια σχέση.

Η υπερθετούμενη πληροφορία, που κατά κάποιο τρόπο, ενσωματώνει παρόμοια πληροφορία, δεν χρειάζεται να προκαλεί αποκλειστικά και μόνο παρόμοιες σχέσεις. Σύμφωνα με τους Skarda & Freeman (1987), στην περίπτωση των χαοτικών συστημάτων, τουλάχιστον ένα μέρος των δομών του εγκεφάλου παρουσιάζει την ικανότητα διαμόρφωσης διακλαδώσεων, κατά τις οποίες παρατηρούνται μεταβολές μεγάλου εύρους στα δυναμικά του συστήματος μέσω πολύ μικρών αλλαγών στις σχετικές παραμέτρους. Έτσι, δυο υπερθετούμενες αναπαραστάσεις μπορούν να προκαλέσουν ριζικά διαφορετικές συμπεριφορές, οι οποίες εξαρτώνται από ελάχιστα διαφορετικές εξόδους που παράγονται κατά τη διαμόρφωσή τους, δηλαδή τη δραστηριότητα του δικτύου δεδομένου του εναύσματος για κάθε αναπαράσταση. Η υπέρθεση της πληροφορίας μπορεί επίσης να συμβάλλει στη άμβλυνση του προβλήματος ενημέρωσης. Συγκεκριμένα, η ενημέρωση σχέσεων του δικτύου που αφορούν σε μια συγκεκριμένη αναπαράσταση, μπορεί να συνεπάγεται την ενημέρωση όλων των σχέσεων όλων των αναπαραστάσεων που είναι υπερθετούμενες με αυτή.

Οι υποστηρικτές της συμβολικής TN ισχυρίζονται ότι το συγκεκριμένο ΠΠ δεν πρόκειται να απασχολήσει ποτέ κανένα σύστημα TN (Hayes 1987). Αυτό είναι δικαιολογημένο όσο αφορά στα διάφορα στατικά γνωστικά συστήματα (π.χ. συστήματα που παίζουν σκάκι), αλλά δεν ισχύει καθόλου για συστήματα που προορίζονται να λειτουργούν σε πραγματικές συνθήκες (ρομποτικά και εξελικτικά συστήματα), ιδιαίτερα, εάν κανείς αναλογιστεί το γενικό ΠΠ.

2.5.2.5 Το ΠΠ δεν έχει Επιλυθεί

Όπως θα έχει ήδη γίνει αντιληπτό, η κογνιτιστική και γενικότερα συμβολική TN αντιμετωπίζει αρκετά προβλήματα, τόσο στο θεωρητικό επίπεδο όσο και στο επίπεδο εφαρμογής, αρκετά από τα οποία σχετίζονται με το ΠΠ. Η οποιαδήποτε πρόοδος σχετικά με την επίλυση του αρχικού ΠΠ επιδεινώνει το γενικότερο ΠΠ. Αυτό οφείλεται στη φύση των συμβολικών προσεγγίσεων, των οποίων το πρόβλημα, τελικά, δεν περιορίζεται στην επιλογή του αλγόριθμου που θα χρησιμοποιηθεί, αλλά στον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνεται η σχέση μεταξύ αναπαράστασης και κόσμου.

Ένας γενικότερος έλεγχος της ικανότητας των συμβολικών γνωστικών συστημάτων να αντιμετωπίσουν τις προαναφερθείσες δυσκολίες, αντανάκλαται στην πρόοδο της περιοχής της γνωστικής ρομποτικής. Η γνωστική ρομποτική δεν έχει καταφέρει ακόμη να παράγει ένα σύστημα που θα μπορεί να εξάγει λογικά συμπεράσματα, να αντιδρά και να σχεδιάζει την πορεία των δράσεών του σε διάφορα δυναμικά περιβάλλοντα. Ειδικότερα, οι προσεγγίσεις στη ρομποτική που βασίζονται στους λεγόμενους 'αξιόπιστους αισθητήρες', έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση/περιορισμό του περιβάλλοντος στο εύρος των περιοχών λειτουργίας τους. Σε αυτή την περίπτωση, το σύστημα δεν χρειάζεται να προσμένει/προσδοκά ή/και να προσαρμόζεται στις διάφορες απρόσμενες καταστάσεις (δείτε §5.1.2 και §5.3.6), εφόσον η κατάσταση του εκάστοτε αισθητήρα συσχετίζεται, εξ' ορισμού, αξιόπιστα με τις αναμενόμενες καταστάσεις του περιβάλλοντος. Συνεπώς, το περιβάλλον θεωρείται στατικό, υπό την έννοια ότι όλες οι σχετικές καταστάσεις του είναι γνωστές και αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες καταστάσεις των αισθητήρων. Ως εκ τούτου, κρίνεται πρακτικά αμφίβολο εάν η συμβολική TN θα καταφέρει να δημιουργήσει προσαρμοστικά γνωστικά συστήματα.

Αν και η υπέρθεση της πληροφορίας φαίνεται να κινείται προς τη σωστή κατεύθυνση, στην παρακάτω ενότητα θα παρουσιαστεί αναλυτικά ο λόγος για τον οποίο το θεμελιώδες ΠΑΣ δεν μπορεί να ξεπεραστεί μέσω των κογνιτιστικών πλαισίων και επομένως, όλα τα πλαίσια της γνωστικής διεργασίας που έχουν παρουσιαστεί μέχρι τώρα, αδυνατούν να εξηγήσουν τη δημιουργία, εξέλιξη και προσαρμογή του αναπαραστασιακού περιεχομένου.

2.6 Μια Συνολική Κριτική Στην Κωδικοποιημένη Φύση του Αναπαραστασιακού Περιεχομένου

Κατά καιρούς έχουν γίνει πολλές κριτικές σχετικά με τα μειονεκτήματα των προαναφερθέντων πλαισίων της γνωστικής διεργασίας χωρίς κανένα από αυτά να επικεντρώνονται στα πραγματικά προβλήματα, ενώ μερικά περιορίζονται σε συγκεκριμένες παραμέτρους της γνωστικής διεργασίας χωρίς να εκφράζουν μια συνολική κριτική άποψη. Αντιθέτως, ο Bickhard (1995; 2000) και οι Bickhard & Terveen (1995) έχουν κάνει ίσως την πιο ολοκληρωμένη κριτική σχετικά με το συνολικό πρόβλημα των προαναφερθέντων πλαισίων, μια κριτική η οποία φανερώνει πραγματικά την αδυναμία όλων των παραπάνω προτάσεων να υποστηρίξουν την παραγωγή, διαχείριση και μεταβολή του αναπαραστασιακού περιεχομένου σε ένα γνωστικό σύστημα.

Εδώ, θα παρουσιαστούν τα σημαντικότερα σημεία της κριτικής, τα οποία φωτίζουν διαφορετικά το πρόβλημα και τονίζουν τα σημεία στα οποία ένα πιο πλήρες πλαίσιο της γνωστικής διεργασίας οφείλει να δίνει απαντήσεις. Πολλά από αυτά τα σημεία/ιδιότητες/παραμέτρους/διαστάσεις θα απασχολήσουν ιδιαίτερα τα Κεφ.3 και Κεφ.4 της παρούσας διατριβής.

2.6.1 Οι Κωδικοποιήσεις δεν Είναι Αναπαραστάσεις

Ο (Bickhard, 1995) ξεκινάει την κριτική του υποστηρίζοντας ότι κάθε κωδικοποίηση είναι μια αντικατάσταση αυτού το οποίο κωδικοποιείται. Χρησιμοποιεί για παράδειγμα τον κώδικα Μορς όπου τα σύμβολα '...' και '---' αντικαθιστούν τους χαρακτήρες 'S' και 'O' αντιστοίχως. Γενικότερα, οι κωδικοποιήσεις αντικαταστατών αλλάζουν τη μορφή και το μέσο των αναπαραστάσεων δίνοντας διαφορετικές δυνατότητες χειρισμού της εκάστοτε κωδικοποίησης βάσει του τύπου του μέσου στο οποίο χρησιμοποιούνται. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι τέτοιου είδους αντικαταστάσεις αναπαριστούν και μεταφέρουν το αναπαραστασιακό περιεχόμενο μόνο και μόνο επειδή το έχουν δανειστεί από αυτά τα οποία αντικαθιστούν.

Με άλλα λόγια, η σχέση αντικατάστασης είναι μια σχέση μεταφοράς αναπαραστασιακού περιεχομένου. Είναι προφανές ότι προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια τέτοια αναπαράσταση και να μπορέσει παράλληλα να οριστεί η αντίστοιχη κωδικοποίηση, χρειάζεται κάποια

προϋπάρχουσα αναπαράσταση για να μεταφέρει το επιθυμητό αναπαραστασιακό περιεχόμενο. Ως εκ τούτου, οι κωδικοποιήσεις ορίζονται σε σχέση με ήδη υπάρχουσες αναπαραστάσεις και συνεπώς, δεν είναι αναπαραστάσεις και δεν μπορούν να μεταφέρουν κανένα αναπαραστασιακό περιεχόμενο εάν δεν υπάρξει αντικατάσταση.

Τέτοιου είδους αντικαταστάσεις μπορούν να επαναλαμβάνονται αναδρομικά για έναν οποιοδήποτε πεπερασμένο αριθμό επιπέδων, αλλά δεν μπορούν να επαναλαμβάνονται συνεχώς, διότι αυτό θα απαιτούσε την συνεχή παλινδρόμηση των πραγματικών σχέσεων κωδικοποίησης προκειμένου η αρχική κωδικοποίηση να μπορούσε να μεταφέρει κάποιο αναπαραστασιακό περιεχόμενο. Συνεπώς, ο ορισμός του κατώτερου επιπέδου κωδικοποίησης κρίνεται απαραίτητος.

Εάν ο παραπάνω συλλογισμός ευσταθεί, το κατώτερο επίπεδο κωδικοποίησης θα πρέπει εκ παραδοχής, να μην ορίζεται σε σχέση με κάποια άλλη αναπαράσταση. Σε αυτή την περίπτωση, δεν θα ήταν το κατώτερο επίπεδο. Αντίθετα, θα πρέπει να είναι 'λογικά' ανεξάρτητο από κάθε άλλη αναπαράσταση. Παράλληλα, θα πρέπει να μεταφέρει κάποιο αναπαραστασιακό περιεχόμενο προκειμένου να ορίζεται ως κωδικοποίηση. Ο Bickhard υποστηρίζει ότι στα κογνιτιβιστικά πλαίσια κάτι τέτοιο δεν μπορεί να συμβεί. Εάν κανείς υποθέσει ότι το σύμβολο 'X' βρίσκεται στο κατώτερο επίπεδο, θα πρέπει να μπορεί να μεταφέρει ένα αναπαραστασιακό περιεχόμενο χωρίς να πρέπει να το δανειστεί από κάποια άλλη αναπαράσταση. Σε αυτή την περίπτωση η μόνη λογική εξήγηση είναι ότι το 'X' αντικαθιστά ή αναπαριστά το 'X'. Η εξήγηση αυτή αφήνει το 'X' χωρίς αναπαραστασιακό περιεχόμενο και επομένως, η προϋπόθεση των κογνιτιβιστικών πλαισίων, θεωρείται από τον Bickhard ως λογικά ανακόλουθη.

2.6.2 Σημασιολογικό Περιεχόμενο του Παρατηρητή

Στα παραδοσιακά συμβολικά και συνεκτικά πλαίσια της γνωστικής διεργασίας τα οποία παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο αυτό, τα αντίστοιχα γνωστικά συστήματα δεν χαρακτηρίζονται από τη σχέση «το 'X' αντικαθιστά το 'Y'», αλλά από τη σχέση «το 'X' αναπαριστά το 'Y'». Σε κάθε περίπτωση, η παραπάνω διαφορά δεν επιφέρει καμία ουσιαστική αλλαγή. Μια κωδικοποίηση σε σχέση με το τι ένα σύμβολο αναπαριστά είναι λογικά ισοδύναμη με μια κωδικοποίηση ορισμένη σε σχέση με αυτό που αντικαθιστά. Οι δύο αυτές περιπτώσεις είναι ένα είδος σύμβασης το οποίο παρέχεται από τον παρατηρητή, τον χρήστη ή τον σχεδιαστή του συστήματος.

Στην περίπτωση των υπολογιστικών συστημάτων, η παραδοχή ότι τα εκάστοτε 'σύμβολα' ενδογενώς του συστήματος δεν έχουν αναπαραστασιακό περιεχόμενο για το ίδιο το σύστημα, ισοδυναμεί με την παραδοχή ότι το σύστημα δεν έχει καθόλου αναπαραστάσεις και επομένως, δεν έχει καμία ενδογενή γνώση. Εάν τα σύμβολα δεν μπορούν να του παρέχουν τη γνώση, τότε δεν υπάρχει άλλη πηγή για να την αποκτήσει. Συνεπώς, η ερώτηση εάν το ίδιο το σύστημα 'γνωρίζει' οτιδήποτε, έρχεται να αντικαταστήσει την ερώτηση εάν το ίδιο το σύστημα 'γνωρίζει' οτιδήποτε σχετικά με τις σχέσεις κωδικοποίησης ή αντικατάστασης ή ακόμη απλούστερα, με την ύπαρξη αυτών των σχέσεων.

Οι δύο απαντήσεις είναι αρνητικές, από τη στιγμή που τόσο η ύπαρξη του περιεχομένου όσο και οι σχέσεις ορισμού των συμβόλων είναι άγνωστες για το σύστημα. Η απαντήσεις μπορεί να είναι διαφορετικές στην περίπτωση ενός ζωντανού γνωστικού συστήματος. Για παράδειγμα, αν κανείς εξετάσει το αισθητηριακό σύστημα των βατράχων κάτω από ένα νευροφυσιολογικό πρίσμα¹², μπορεί να καταλήξει στο ότι συγκεκριμένα πρότυπα δραστηριότητας του εγκεφάλου ή του αμφιβληστροειδούς αναπαριστούν αντίστοιχα χωροχρονικά πρότυπα φωτός (πηγής εξωγενούς του συστήματος), βάσει των οποίων ο βάτραχος κινεί τη γλώσσα του προκειμένου να πιάσει μια μύγα. Σε αυτή την περίπτωση σχεδόν κανένας παρατηρητής δεν θα ρωτήσει εάν ο βάτραχος έχει

¹² Το πείραμα των Maturana & Varela έδειξε άλλα αποτελέσματα (δείτε §4.3.1.1) τα οποία αποτέλεσαν το έναυσμα για τη διαμόρφωση της θεωρίας της αυτοποίησης (δείτε §3.2)

ή όχι αναπαραστάσεις. Σχεδόν όλοι θεωρούν ότι ο βάτραχος έχει αναπαραστάσεις, αλλά όλοι ενδιαφέρονται για το τι είδους αναπαραστάσεων είναι αυτές.

Ο (Bickhard, 1995) ισχυρίζεται ότι αυτό που διαφεύγει σχεδόν από όλους στο παραπάνω παράδειγμα, είναι ότι είναι λάθος να ισχυριστεί κανείς ότι η συγκεκριμένη νευρωνική δραστηριότητα κωδικοποιεί το συγκεκριμένο πρότυπο φωτός. Αυτό αποτελεί αυθαίρετη απόδοση σημασιολογικού περιεχομένου από τον παρατηρητή του φαινομένου. Στην πραγματικότητα, ο βάτραχος δεν γνωρίζει τίποτα σχετικά με τη συγκεκριμένη σχέση κωδικοποίησης, ούτε για το περιεχόμενό της, ούτε για κανένα πρότυπο φωτός. Το υποτιθέμενο αναπαραστασιακό περιεχόμενο δεν υπάρχει, όσο δεν εμπλέκεται ο παρατηρητής.

Η εξωγενής απόδοση σημασιολογικού περιεχομένου από τον παρατηρητή είναι ανάλογη των περιπτώσεων της απόδοσης από ένα χρήστη ή ένα σχεδιαστή, μόνο που οι τελευταίες είναι αρκετά πιο αυθαίρετες. Η απόδοση του περιεχομένου από κάποιον γνωστικό πράκτορα κάνει τις σχετικές αντιστοιχίσεις πιο ευλογοφανείς. Παρόλα αυτά, η ύπαρξη εσωτερικών αντιστοιχίσεων και των αντίστοιχων εξωτερικών τους άκρων (π.χ. πρότυπο φωτός) δεν αποτελούν σε καμία περίπτωση αναπαραστάσεις του υπό μελέτη συστήματος. Οι οποιεσδήποτε σχέσεις μεταξύ της απόκρισης του βατράχου στις διάφορες περιβαλλοντολογικές συνθήκες παρέχουν μια λειτουργική ανάλυση του τρόπου με τον οποίο το σύστημα 'βάτραχος' κατορθώνει να επιβιώσει. Στην καλύτερη των περιπτώσεων παρέχουν 'πληροφοριακές λειτουργικές σχέσεις' του συστήματος με το περιβάλλον, όπου ο όρος 'πληροφοριακές' αντιπροσωπεύει τις αντιστοιχίσεις και τις εκατέρωθεν μεταβολές που εκδηλώνονται μέσα από μια τέτοια αλληλεπίδραση. Η οποιαδήποτε επίκληση αναπαραστάσεων σε μια τέτοια ανάλυση έχει πέσει στην παγίδα των προβληματικών συνεπειών του μοντέλου 'αντιστοίχιση-ως-κωδικοποίηση'.

2.6.3 Μορφοτροπικό, Συνεκτικό και Αναλογικό Σημασιολογικό Περιεχόμενο

Τα προβλήματα της χρήσης του μοντέλου 'αντιστοίχιση-ως-κωδικοποίηση' είναι εμφανή σε διάφορες καταστάσεις. Μια τέτοια κατάσταση είναι αυτή της *μορφοτροπής (transduction)* κατά την οποία θεωρείται ότι ένα αισθητηριακός υποδοχέας εφαρμόζει σε ένα περιβαλλοντικό ερέθισμα, βάσει του οποίου ένας παρατηρητής θεωρεί ότι το σύστημα κατασκευάζει μια κωδικοποίηση του κόσμου. Στον κλασικό επιστημονικό χώρο, το παράδειγμα με τον βάτραχο επεκτείνεται και σε περιπτώσεις που αφορούν και ανώτερα γνωστικά συστήματα. Η μορφοτροπή είναι η μετατροπή μιας μορφής ενέργειας σε μία άλλη και επομένως σε παρόμοιες καταστάσεις είναι πολύ χρήσιμη για να δίνει εξηγήσεις σχετικά με τη λειτουργικότητα του υποκειμένου.

Αλλά το να καταλήγει κανείς στο ότι μια τέτοια μετατροπή αποτελεί γνωστική σχέση δεν είναι καθόλου ασφαλές, διότι τίποτα σε μια τέτοια λειτουργία δεν δίνει ή απαιτεί αναπαραστασιακό περιεχόμενο. Το πρόβλημα πηγάζει από τη προϋπόθεση των προαναφερθέντων γνωστικών πλαισίων, όπου ο μόνος τρόπος για να συλλέξει ένα γνωστικό σύστημα πληροφορία σχετικά με το περιβάλλον του και να κατασκευάσει εσωτερικές καταστάσεις σε αντιστοιχία με εξωτερικές καταστάσεις, είναι να κωδικοποιήσει τις εξωτερικές καταστάσεις. Στην πραγματικότητα, μια τέτοια διεργασία θα καταλήξει στην εσωτερική κατασκευή πληροφοριακών καταστάσεων υπό την έννοια των συγχρονισμένων μεταβολών και τίποτα παραπάνω. Με άλλα λόγια, η μορφοτροπή είναι μια, κατά τα άλλα αποτυχημένη, προσπάθεια επικάλυψης μιας απλής αντιστοίχισης με αιτιώδεις και νομολογικές ιδιότητες.

Παρόμοιο πρόβλημα συναντάται και στις περιπτώσεις των συνεκτικών δικτύων. Η διαφορά έγκειται στο ότι στα συνεκτικά δίκτυα η πραγματική αντιστοίχιση μεταξύ των κατηγοριών εισόδου και των προτύπων ενεργοποίησης των κόμβων δεν είναι συμφωνημένη, όπως στην περίπτωση της απόδοσης σημασιολογικού περιεχομένου από τον χρήστη, ούτε πρέπει να λάβει αιτιώδη φύση όπως στην περίπτωση της μορφοτροπής. Αντίθετα, θεωρείται κατά κάποιο τρόπο 'εκπαιδευμένη' στα βάρη του δικτύου, παραμένει όμως μια απλή αντιστοίχιση χωρίς κανένα ίχνος γνωστικού περιεχομένου.

Άλλη μια εμφάνιση του προβλήματος του μοντέλου ‘αντιστοίχιση-ως-κωδικοποίηση’ γίνεται με τις αναλογικές αναπαραστάσεις του Harnad (δείτε §2.5.1). Η αλλαγή των ψηφιακών με αναλογικές αναπαραστάσεις δεν έχει καμία σχέση με το βασικό ερώτημα, δηλαδή εάν το ίδιο το σύστημα έχει κάποιο αναπαραστασιακό περιεχόμενο για την ύπαρξη ή το καθ’ αυτό περιεχόμενο των αντιστοιχίσεων. Από την άλλη μεριά, στην περίπτωση που το σύστημα γνωρίζει με τι έχει γίνει μια συγκεκριμένη αντιστοίχιση, τότε το σύστημα έχει μια κωδικοποίηση, αλλά θα πρέπει ήδη να γνωρίζει αυτό με το οποίο έχει γίνει η αντιστοίχιση. Για παράδειγμα, ο Bickhard υποστηρίζει ότι το σύστημα θα πρέπει να έχει τον αναπαραστασιακό περιεχόμενο της έννοιας ‘αυτοκίνητο’ προκειμένου να μπορέσει να εδραιώσει οποιαδήποτε περαιτέρω αντιστοίχιση μεταξύ ‘αυτοκινήτου’ και ‘φορτηγού’. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα θα πρέπει να έχει ήδη το σχετικό αναπαραστασιακό περιεχόμενο προκειμένου να έχει μια κωδικοποίηση για αυτό (Bickhard, 1998).

Γενικότερα, η φύση των κωδικοποιήσεων, έτσι όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, δεν τους επιτρέπει να διασχίζουν το σύνορο ενός γνωστικού πράκτορα και να δημιουργούν αγκιστρωμένες αναπαραστάσεις, ούτε κατά τη διαδικασία της αντίληψης, αλλά, ούτε και κατά τη διαδικασία της δράσης. Το βασικό πρόβλημα της γνωστικής επιστήμης είναι ο τρόπος με τον οποίο παράγεται νέο αναπαραστασιακό περιεχόμενο, γεγονός στο οποίο οι κωδικοποιήσεις δεν μπορούν να προσφέρουν τίποτα λόγω της φύσης τους. Συγκεκριμένα, οι κωδικοποιήσεις δεν παρέχουν καμία δυνατότητα σημασιολογικής προσαρμογής.

2.6.4 Η Πιθανότητα του Λάθους για το Αναπαραστασιακό Περιεχόμενο

Ένα άλλο πρόβλημα του μοντέλου ‘αντιστοίχιση-ως-κωδικοποίηση’ είναι το πρόβλημα του λάθους. Εάν η αντιστοίχιση είναι κωδικοποίηση, τότε πως οποιαδήποτε αντιστοίχιση, από τη στιγμή που υπάρχει, μπορεί να είναι λάθος? Για παράδειγμα, εάν το ‘X’ επικαλείται σε αντιστοιχίσεις με αυτοκίνητα και επομένως, αναπαριστά αυτοκίνητα, αλλά επίσης, στην περίπτωση νύχτας ή χαμηλής δυνατότητας όρασης του γνωστικού συστήματος επικαλείται σε αντιστοίχιση με μια άμαξα με άλογα που κινείται με μεγάλη ταχύτητα, τότε κάτω από πιο πρίσμα η επίκληση της άμαξας είναι λάθος? Θα μπορούσε κανείς να πει ότι το ‘X’ αναπαριστά ‘αυτοκίνητα ή άμαξες’ εφόσον, επί του πρακτέου, αυτή φαίνεται να είναι η κλάση της αντιστοιχίας, και σε αυτή την περίπτωση, η επίκληση της αναπαράστασης της άμαξας δεν είναι λάθος. Με άλλα λόγια, στην περίπτωση των κογνιτιβιστικών πλαισίων, εάν η σχετική πληροφοριακή αντιστοίχιση υπάρχει, τότε υπάρχει και η αναπαράσταση και είναι ορθή, ενώ όταν η σχετική πληροφοριακή αντιστοίχιση δεν υπάρχει, τότε δεν υπάρχει η αναπαράσταση και επομένως δεν τίθεται θέμα για το εάν είναι ορθή η λάθος.

Ο Fodor (1998) προσπαθεί να δώσει λύση σε αυτό το πρόβλημα εισάγοντας την έννοια της ασύμμετρης εξάρτησης η οποία όμως δεν λύνει το πρόβλημα (Bickhard, 2001). Η πιθανότητα του λάθους για το αναπαραστασιακό περιεχόμενο αποτελεί όμως πρόβλημα και στο πλαίσιο της Millikan. Αρχικά, θα έλεγε κανείς ότι το πλαίσιο της δεν εμπλέκει την έννοια του *πληροφοριακού σημασιολογικού περιεχομένου (informational semantics)*, οπότε θα έχει έναν τρόπο να αντιμετωπίσει το πρόβλημα του ότι κάποιες αναπαραστάσεις θα πρέπει θεωρητικά να μπορούν να βρίσκονται σε λάθος (το αναπαραστασιακό τους περιεχόμενο να μην είναι αληθές). Υπενθυμίζεται ότι στο πλαίσιο της Millikan το αναπαραστασιακό περιεχόμενο καθορίζεται από την κατάλληλη λειτουργία της αναπαράστασης. Έτσι, εάν το περιεχόμενο για έναν συγκεκριμένο αναπαραστασιακό στόχο δεν είναι ορθό, τότε η αναπαράσταση είναι λάθος (Millikan, 1984, 1993; Cummins, 1996). Για παράδειγμα, εάν το περιεχόμενο ενός αυτοκινήτου αποδιδόταν σε μια άμαξα με άλογα, τότε η αναπαράσταση θα ήταν λάθος. Η εξήγηση αυτή δείχνει απολύτως λογική εάν κανείς δεν λάβει υπόψη το πρόβλημα της *επιφαινομενικότητας (epiphenomenality)* της θεώρησης της λειτουργίας του συστήματος στο συγκεκριμένο πλαίσιο. Όπως θα αναλυθεί στην §4.1.7 η θεώρηση της λειτουργίας ενός οργανισμού σε αυτό το πλαίσιο είναι επιφαινομενική και επομένως, η εξήγηση της αναπαράστασης παραμένει προβληματική.

2.6.5 Η Δυνατότητα Εσωτερικού Εντοπισμού του Λανθασμένου Αναπαραστασιακού Περιεχομένου

Ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα, το οποίο περνά συνήθως απαρατήρητο, αφορά στην ικανότητα του γνωστικού συστήματος να εντοπίσει από μόνο του ότι μια αναπαράσταση είναι λάθος. Είναι προφανές ότι οι ζωντανοί οργανισμοί, (τουλάχιστον οι άνθρωποι) έχουν αυτή την δυνατότητα. Στην περίπτωση όμως των κογνιτιβιστικών και αιτιολογικών/εξελικτικών πλαισίων δεν προσφέρεται η συγκεκριμένη δυνατότητα. Στα κογνιτιβιστικά πλαίσια, οι οργανισμοί δεν έχουν πρόσβαση στις σχέσεις μεταξύ των αντικρουόμενων επικλήσεων προκειμένου να έχουν την ικανότητα να προσδιορίσουν αυτό που υποτίθεται ότι αναπαριστούν οι αναπαραστάσεις τους. Ακόμη και αν είχαν την ανάλογη πρόσβαση, ο εντοπισμός ενός λάθους θα απαιτούσε τη σύγκριση του αντίστοιχου περιεχομένου με το τρέχον στόχο (για παράδειγμα, την αναπαράσταση της 'άμαξας με τα άλογα' με το 'πραγματικό' αυτοκίνητο), προκειμένου να προσδιορίσουν την ασυμβατότητα. Ωστόσο, αυτό το τελευταίο βήμα αποτελεί ξανά το βασικό πρόβλημα της αναπαράστασης.

Παρόμοια, οι οργανισμοί δεν έχουν πρόσβαση στην ιδιαίτερη εξελικτική ιστορία τους, προκειμένου να προσδιορίζουν αυτό που υποτίθεται ότι αναπαριστούν οι αναπαραστάσεις τους. Χαρακτηριστικά, τόσο στο μοντέλο περίπτωση της Millikan, όσο και στο Dretske, το περιεχόμενο συνίσταται με τέτοιο τρόπο που είναι λειτουργικά μη-προσβάσιμο από τον οργανισμό (π.χ. μέσω της εξελικτικής ιστορίας ή της ιστορίας εκμάθησης του συστήματος). Επομένως, δεν μπορεί να υπάρξει καμία σύγκριση του περιεχομένου με την κατάσταση των πραγμάτων που υποτίθεται ότι αναπαρίσταται την εκάστοτε στιγμή, προκειμένου να προσδιοριστεί η τυχόν λανθασμένη αναπαράσταση. Επίσης, μια τέτοια σύγκριση δεν απαιτεί μόνο πρόσβαση στο αναπαραστασιακό περιεχόμενο του συστήματος, αλλά επίσης, απαιτεί επιστημική (επιστημολογική) πρόσβαση σε αυτό που αναπαρίσταται την εκάστοτε στιγμή.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η εν λόγω σύγκριση αποτελεί το βασικό πρόβλημα της αναπαράστασης. Γενικότερα, το προαναφερθέν, είναι ένα από τα θεμελιώδη επιχειρήματα, κατά το οποίο, κάθε προσδιορισμός της αλήθειας των αναπαραστάσεων ενός συστήματος είναι κυκλικός, εφόσον ενέχει τον έλεγχο μιας αναπαράστασης με τον εαυτό της, δηλαδή το σύστημα δεν είναι σε θέση να ελέγξει τις αναπαραστάσεις του διότι για να το κάνει θα πρέπει να τις χρησιμοποιήσει. Επομένως, τόσο στα κογνιτιβιστικά όσο και στα εξελικτικά/αιτιολογικά μοντέλα δεν υπάρχει η δυνατότητα εντοπισμού ενός λανθασμένου αναπαραστασιακού περιεχομένου από το ίδιο το σύστημα. Αυτός όμως είναι ο τρόπος μέσα από τον οποίο το σύστημα μαθαίνει να οδηγεί και να κατευθύνει τη συμπεριφορά του (δείτε §5.3.6) και επομένως, οι εν λόγω προσεγγίσεις δεν μπορούν να μοντελοποιήσουν την δημιουργία, εξέλιξη και προσαρμογή του αναπαραστασιακού περιεχομένου ενός γνωστικού συστήματος σε ικανοποιητικό βαθμό.

2.6.6 Νατουραλισμός - Η Θετική Επιρροή των Εξελικτικών και Αιτιολογικών Μοντέλων

Παρόλα τα προβλήματα των εξελικτικών/αιτιολογικών μοντέλων και την αδυναμία τους να εξηγήσουν τη φύση, την εμφάνιση και την μετατροπή του αναπαραστασιακού περιεχομένου στα γνωστικά συστήματα, η συνεισφορά τους στην όλη θεώρηση της γνωστικής διεργασίας χαρακτηρίζεται από αρκετά σημαντικά στοιχεία. Ίσως η πιο ενδιαφέρουσα συνεισφορά είναι η μελέτη του φαινομένου της γνωστικής διεργασίας κάτω από το πρίσμα του *νατουραλισμού* (*naturalism*) (Feldman, 2006). Αυτή είναι μια ιδιαίτερος σημαντική κίνηση, δεδομένου ότι όσες προσπάθειες έγιναν από τα μη-νατουραλιστικά πλαίσια έχουν αποτύχει. Από την άλλη, ο νατουραλισμός (φυσικοποίηση) του αναπαραστασιακού περιεχομένου αποτελεί μεγάλο πρόβλημα για τον ίδιο τον νατουραλισμό, από τη στιγμή που το περιεχόμενο είναι κεντρικός παράγοντας στην εξήγηση της ιδιότητας της πρόθεσης και η πρόθεση, με τη σειρά της αποτελεί τη μεγαλύτερη πρόκληση για τον νατουραλισμό.

Στο νατουραλιστικό πλαίσιο θεώρησης των πραγμάτων, ο φυσικός κόσμος (ο χώρος, η ύλη, η ενέργεια και ο χρόνος) είναι όλα όσα οντολογικά υπάρχουν και αποτελούν μια ολοκληρωμένη 'πραγματικότητα'. Δεν υπάρχουν τοπικά (και όχι καθολικά) προσδιορισμένες και αποκλειστικά ενεργές ιδιότητες ή διεργασίες, που απαιτούνται για την κατανόηση του φυσικού κόσμου. Ο νατουραλισμός συνιστά τη θεμελιώδη απόρριψη των ad-hoc οντολογιών, των αξιωματικών και αυταπόδεικτων προϋποθέσεων και επεξηγήσεων, καθώς επίσης και των επιπέδων επεξήγησης πέρα από τα οποία δεν μπορεί να τεθεί καμία ερώτηση. Το παρακάτω παράδειγμα του Sober (1982), ξεκαθαρίζει αρκετά την ουσία της νατουραλιστικής προσέγγισης. Υποτίθεται ότι υπάρχει μια μηχανή που επιλέγει σχήματα από σύρμα. Η μηχανή είναι φτιαγμένη από δύο στοιχεία:

- a). το πρώτο λειτουργεί ως εξής: όταν του δοθεί ένα κομμάτι από σύρμα, θα εξάγει το κομμάτι, αν και μόνο αν, το σύρμα σχηματίζει ένα κλειστό σχήμα με ευθείες πλευρές.
- b). το δεύτερο λειτουργεί ως εξής: παίρνει οποιοδήποτε αριθμό ευθειών κομματιών σύρματος και τα εξάγει, αν και μόνο αν, έχουν τρεις γωνίες. Έτσι, θα επιτρέψει την έξοδο σε ένα ανοικτό σχήμα τεσσάρων πλευρών, αλλά όχι σε ένα κλειστό (λόγω του μεγαλύτερου από του επιτρεπόμενου αριθμού γωνιών). Επομένως, μόνο τρίγωνα θα μπορέσουν να περάσουν από μέσα και να εξαχθούν.

Η ερώτηση αφορά στον τρόπο με τον οποίο πρέπει κανείς να περιγράψει τη συμπεριφορά της μηχανής. Θα πρέπει κανείς να συμπεράνει ότι η μηχανή ανιχνεύει *τριμερή/τρίπλευρα* ή ότι ανιχνεύει *τρίγωνα*? Με μια πρώτη ματιά οι δύο περιγραφές δείχνουν ίδιες και ισοδύναμες. Εξάλλου, όλα τα τρίγωνα μπορούν επίσης να χαρακτηριστούν ως τριμερή/τρίπλευρα. Έτσι, αν η μηχανή ανιχνεύει τρίγωνα, τότε, λογικά σκεπτόμενος, μπορεί κανείς να καταλήξει ότι επίσης ανιχνεύει τριμερή/τρίπλευρα. Επιπλέον, οι δύο περιγραφές είναι εξίσου προφητικές. Συγκεκριμένα, αν κανείς δει ένα σχήμα, τότε θα μπορέσει να προβλέψει εάν θα περάσει ή δεν θα περάσει από τη μηχανή, ανεξαρτήτως της περιγραφής στην οποία θα βασίσει την πρόβλεψή του. Ωστόσο, από τη στιγμή που κανείς κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η μηχανή, θα καταλάβει ότι βασικό ρόλο παίζει ο αριθμός των γωνιών στο κλειστό σχήμα και όχι ο αριθμός των πλευρών.

Θα μπορούσε λοιπόν κανείς να πει, ότι αυτό που κάνει η μηχανή, σε αντίθεση με το ποια είναι η συμπεριφορά της, είναι να ανιχνεύει τρίγωνα και όχι τριμερή/τρίπλευρα. Επομένως, μόλις κάποιος καταλάβει τον τρόπο λειτουργίας ενός συστήματος, δηλαδή τους μηχανισμούς που υποστηρίζουν την εκάστοτε συμπεριφορά του, τότε, μπορεί να χρησιμοποιήσει τη συγκεκριμένη πληροφορία προκειμένου να επιλέξει μεταξύ δύο ισοδύναμων, ως προς την προφητική/προβλεπτική τους ικανότητα, περιγραφών. Η συγκεκριμένη προτίμηση είναι αποτέλεσμα της *νατουραλιστικής προϋπόθεσης*.

Αναλυτικότερα, όταν κανείς κατανοεί τον τρόπο λειτουργίας ενός συστήματος, δηλαδή λύνει εντελώς το μυστήριο της συμπεριφοράς του, το κάνει να φαίνεται ως *φυσικό επόμενο (natural)*, ή ακόμη πιο συγκεκριμένα, η συμπεριφορά του γίνεται/παράγεται/οδηγείται από τη φύση του. Σε αυτή την περίπτωση, ξεκαθαρίζεται πλήρως ο λόγος για τον οποίο αυτού του είδους τα πράγματα συμπεριφέρονται με αυτόν τον τρόπο. Σε απόλυτη συμφωνία με τα παραπάνω, ο Cussins (1992) έρχεται να υποστηρίξει ότι *το μόνο πράγμα που ορίζει μια προσπάθεια νατουραλιστικής εξήγησης ως επιτυχημένη, είναι ότι κάνει κατανοητή τη σύνδεση μεταξύ της παρατηρούμενης συμπεριφοράς και του υποκείμενου μηχανισμού*.

Ωστόσο, φαίνεται να είναι δυνατή η ακριβέστερη εδραίωση της έννοιας του νατουραλισμού μέσω του τρόπου που χειρίζεται τους θεωρητικούς όρους. Συγκεκριμένα, η νατουραλιστική προϋπόθεση απαιτεί, ότι εάν κανείς επιθυμεί να εξηγήσει τη συμπεριφορά ενός συστήματος S , κάνοντας αναφορά στην κατοχή από το S μιας ιδιότητας που χαρακτηρίζεται από τον θεωρητικό όρο P , τότε, θα πρέπει, τουλάχιστον σε θεωρητικό επίπεδο, να μπορεί να προσδιοριστεί εάν το S κατέχει την P , ανεξάρτητα από τη συμπεριφορά που προσπαθεί να εξηγήσει. Στην περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατό, δηλαδή εάν κανείς δεν μπορεί να διαχωρίσει και να απομονώσει τον θεωρητικό όρο κατά αυτό τον τρόπο, τότε, ο συγκεκριμένο όρος αποτελεί μια εμπειρικά χρήσιμη σύμβαση, παρά ένα μέρος της επεξηγηματικής κατανόησης του συστήματος.

Επομένως, οι έννοιες της νόησης, του αναπαραστασιακού περιεχομένου (νόημα), της πληροφορίας, της πρόθεσης και γενικότερα, όλες οι έννοιες που εμπλέκονται στην εξήγηση του φαινομένου της γνωστικής διεργασίας, δεν μπορούν να υπάρξουν έξω από τον φυσικό κόσμο, αλλά και ούτε να εξηγηθούν ή να προβλεφθούν με επικλήσεις μεταφυσικών εννοιών και επιχειρημάτων. Έτσι, οι προαναφερθείσες έννοιες δεν είναι οντολογικά ξεχωριστές, αλλά αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του φυσικού κόσμου. Συνεπώς, η οποιαδήποτε προσπάθεια κατανόησής τους θα πρέπει να γίνει σε σχέση με άλλα αντικείμενα και άλλες ιδιότητες του φυσικού κόσμου. Αυτή είναι μια εντελώς διαφορετική θεώρηση από αυτή του κογνιτιβισμού (υπολογιστικού και κοννεξιονιστικού πλαισίου), όπου η αρχική παραδοχή είναι ο οντολογικός δυισμός. Εξάλλου, αυτό φαίνεται και από την ουσιαστικά απενσωματωμένη θεώρηση της γνωστικής διεργασίας στα αντίστοιχα πλαίσια (δείτε §4.2.3).

Αναλόγως με τα παραπάνω, τα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια έχουν ως βασικό στόχο την κάλυψη του κενού μεταξύ της φιλοσοφίας της νόησης και των φυσικών επιστημών, προσφεύγοντας στη νατουραλιστική προϋπόθεση. Θεωρούν, ότι δεν μπορεί να βασιστεί κανείς στα δεδομένα της παρατήρησης προκειμένου να περιγράψει και να εξηγήσει τη συμπεριφορά ενός συστήματος, αλλά θα πρέπει επίσης να κοιτάξει μέσα στο σύστημα και να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο αυτό λειτουργεί και επιλέγει να ενεργεί. Επομένως, τα αντίστοιχα μοντέλα των γνωστικών συστημάτων θα πρέπει να υποστηρίζουν την δημιουργία νατουραλιστικών αναπαραστάσεων και του αντίστοιχου περιεχομένου. Έτσι, τόσο η Millikan, όσο και ο Dretske θεωρούν ότι μια νατουραλιστική εξήγηση της γνωστικής διεργασίας και κατ' επέκταση της δημιουργίας και εξέλιξης του αναπαραστασιακού περιεχομένου, πρέπει να έχει ως βάση την εξελικτική ιστορία του γνωστικού συστήματος ή/και την αιτιολογική ιστορία εκμάθησής του, αντιστοίχως. Ειδικότερα, τα εξελικτικά/αιτιολογικά μοντέλα στηρίζουν τη δημιουργία και εξέλιξη του γνωστικού συστήματος στην ιστορία της αιτιώδους φύσης της λειτουργίας της δομής του. Με αυτόν τον τρόπο, τονίζεται τόσο η εξελικτική, αλλά ακόμη σημαντικότερο, η ενσωματωμένη φύση του αναπαραστασιακού περιεχομένου, που όπως θα σημειωθεί στο Κεφ. 4 έχει πολύ σημαντικό ρόλο στην εξήγηση της εμφάνισης και διαμόρφωσής του.

Οι εξελικτικές/αιτιολογικές προσεγγίσεις, προσπερνούν το ΠΑΣ και το ΠΠ (δείτε §2.5.1 και §2.5.2 αντιστοίχως), εφόσον ο εξελικτικός πράκτορας είναι εξ' ορισμού παρών σε όλες τις αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον του και η διαμόρφωσή του αντανακλά την εξέλιξή του. Ωστόσο, η επίκληση της ιστορίας των αλληλεπιδράσεων ενός πράκτορα μπορεί να παρέχει εξηγήσεις σχετικά με τη φύση και το είδος του νοήματος βάσει του οποίου ενεργεί, αλλά δεν παρέχει καμία εξήγηση του μηχανισμού με τον οποίο δημιουργήθηκε το νόημα αυτό. Επιπλέον, η απόδοση της συνολικής ευθύνης για την εξέλιξη του πράκτορα, στον μηχανισμό της φυσικής επιλογής, έχει ως αποτέλεσμα τη θεώρηση ενός είδους λειτουργικότητας που δεν αφήνει σχεδόν κανένα περιθώριο αυτόνομης και δημιουργικής δράσης από τον ίδιο τον πράκτορα.

Συνολικότερα, όπως αναλυτικά θα εξηγηθεί στο Κεφ. 4, η εν λόγω λειτουργικότητα αποτυγχάνει να παρέχει μια πραγματικά νατουραλιστική εξήγηση του μηχανισμού δημιουργίας των αναπαραστάσεων που οδηγούν την αλληλεπίδραση του γνωστικού συστήματος. Επομένως, τα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια δεν καταφέρνουν να εδραιώσουν ένα γνωστικό πλαίσιο που να παρέχει ικανοποιητικές εξηγήσεις σχετικά με τους μηχανισμούς παραγωγής της αλληλεπίδρασης του πράκτορα με το περιβάλλον.

2.7 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Το πρόβλημα της γνωστικής επιστήμης, αλλά και των υπολοίπων συναφών επιστημών σχετικά με την έννοια της πληροφορίας είναι ιδιαίτερα μεγάλο και έχει σημαντικότερες προεκτάσεις. Επιστήμονες και ερευνητές της γνωστικής διεργασίας αναφέρονται πολύ συχνά στην 'μεταφορά πληροφορίας' από μια κατάσταση πραγμάτων (πρόταση, σηματοδοσία, πράξη κτλ.), υποθέτοντας ότι η έννοια της πληροφορίας, καθώς επίσης η ιδέα ότι μια κατάσταση πραγμάτων μεταφέρει πληροφορία, είναι καλά κατανοητές από όλους. Η κυρίαρχη ερμηνεία της έννοιας της

πληροφορίας έρχεται από τον Shannon, ο οποίος ορίζει την πληροφορία ως το μέτρο της πρωτοτυπίας ενός σήματος ανεξαρτήτως του περιεχομένου του. Η συγκεκριμένη προσέγγιση είναι καθαρά συντακτική και δεν λαμβάνει υπόψη της ούτε το σημαντικό, αλλά ούτε το πραγματικό μέρος της πληροφορίας. Μέχρι σήμερα, όσες προσπάθειες έγιναν για την εδραίωση μιας σημαντικής θεωρίας της πληροφορίας προσέφεραν παραλλαγές της θεωρίας του Shannon με πολύ φτωχά αποτελέσματα. Η αποτυχία παροχής μιας σημαντικής θεωρίας της πληροφορίας έχει ως αποτέλεσμα την ανικανότητα εδραίωσης μιας θεωρίας που θα εξηγήει τη γνωστική διεργασία και την ανάδυση του νοήματος.

Η θεώρηση της συντακτικής επεξεργασίας της πληροφορίας επηρέασε το γενικότερο κογνιτιβιστικό πλαίσιο και ειδικότερα, το υπολογιστικό πλαίσιο εξήγησης της γνωστικής διεργασίας. Σύμφωνα με το υπολογιστικό πλαίσιο το μυαλό εκτελεί λειτουργίες επεξεργασίας πληροφορίας μέσω εκτέλεσης υπολογισμών. Οι αφηρημένες οντότητες που διαμορφώνουν την είσοδο και την έξοδο των υπολογισμών δεν είναι απλοί συντακτικοί δείκτες αλλά σύμβολα που αντιπροσωπεύουν τα σταθερά και προκαθορισμένα αντικείμενα και γεγονότα του περιβάλλοντος. Επομένως, η σκέψη είναι η ενέργεια μετατροπής συμβολικής εισόδου σε συμβολική έξοδο. Για τους υποστηρικτές του υπολογιστικού πλαισίου η μετατροπή αυτή ισοδυναμεί με την παραγωγή σημαντικής πληροφορίας. Επομένως, η εξήγηση της φύσης της σημαντικής πληροφορίας μετατρέπεται στην εξήγηση του τρόπου με τον οποίο οι αφηρημένες οντότητες γίνονται αγκιστρωμένα/θεμελιωμένα σύμβολα.

Ωστόσο, όσο η σημαντική πληροφορία δεν μπορεί να κατανοηθεί σε σχέση με τη συντακτική της διάσταση, άλλο τόσο η αναπαραστασιακή δυνατότητα των μυαλών δεν μπορεί να εξηγηθεί σε σχέση με τυπικούς/φορμαλιστικούς κανόνες που εφαρμόζονται σε αφηρημένες δομικές οντότητες. Όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα στο Κεφ. 4, οι αναπαραστάσεις ανιχνεύουν το περιβάλλον, είναι εύπλαστες, προσαρμοστικές και προσαρμοζόμενες. Επίσης, το περιβάλλον ενός αναπαραστασιακού συστήματος είναι ιδιαίτερος σημαντικός για τη διαμόρφωση των αναπαραστάσεων του συστήματος που αλληλεπιδρά με αυτό. Αντιθέτως, το περιβάλλον των υπολογιστικών συστημάτων είναι ο χώρος εισόδου τους. Γενικότερα, τα υπολογιστικά συστήματα εμφανίζουν μεγάλη ανικανότητα σημαντικής και πραγματικής κατανόησης των καταστάσεων πραγμάτων του περιβάλλοντός τους και δεν μπορούν να προσαρμοστούν σε αυτές.

Το κοινεξιονιστικό πλαίσιο θεωρείται από τους υποστηρικτές του σαν μια ριζική απομάκρυνση από το υπολογιστικό πλαίσιο και τα προβλήματά του. Η βασική δικαιολογία είναι ότι μπορεί να υποστηρίξει ιδιότητες των βιολογικών νευρικών συστημάτων, οι οποίες έχουν αγνοηθεί εντελώς από το υπολογιστικό πλαίσιο ως αδιάφορες της επεξεργασίας πληροφορίας. Οι ιδιότητες αυτές συμπεριλαμβάνουν την κατανεμημένη φύση των βιολογικών νευρικών δικτύων, την ικανότητά τους να υπερθέτουν την πληροφορία, την υπο-συμβολική φύση της συνεκτικής επεξεργασίας, τη δυνατότητα γενίκευσης αναφορικά με τα δεδομένα εισόδου, τη μη-γραμμική φύση των μονάδων επεξεργασίας του συστήματος κτλ.

Όπως εξηγήθηκε αναλυτικά στο τρίτο μέρος του κεφαλαίου οι προαναφερθείσες ιδιότητες δεν υποστηρίζονται επακριβώς ή δεν προσφέρουν καμία σημαντική διάσταση στο συνεκτικό σύστημα. Για παράδειγμα, στην πραγματικότητα, τα συνεκτικά συστήματα είναι ελάχιστα πιο κοντά στην πραγματικότητα των βιολογικών νευρικών συστημάτων, από ότι τα κλασσικά υπολογιστικά συστήματα. Αυτό που μένει από τα επιχειρήματα των κοινεξιονιστών είναι η κατανεμημένη φύση των νευρωνικών δικτύων και η ικανότητά τους να υπερθέτουν την πληροφορία. Ωστόσο, όπως παρουσιάστηκε, η κατανεμημένη φύση των νευρωνικών δικτύων δεν συνεπάγεται την υποσυμβολική τους φύση και πρακτικά, τα νευρωνικά δίκτυα εκτελούν υπολογισμούς επί συμβόλων, όπως ακριβώς ισχύει και για τα υπολογιστικά συστήματα.

Επομένως, αυτό που μένει από τα υποτιθέμενα πλεονεκτήματα του συνεκτικού πλαισίου είναι η υπέρθεση της πληροφορίας. Όντως, όπως φαίνεται από τη σχετική ανάλυση, η υπέρθεση της πληροφορίας επιτρέπει τη μείωση του μέρους της αναπαραστάσεως που πρέπει να αναπαρασταθεί πλήρως, δηλαδή τις σχέσεις μεταξύ των αναπαραστάσεων. Ωστόσο, η ιδιότητα της υπέρθεσης, από μόνη της, δεν υποδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο προκύπτει η σημαντική πληροφορία.

Αυτό που προσφέρει είναι έναν τρόπο χειρισμού πρακτικών προβλημάτων (ανεξαρτήτως του κοινωσιαστικού πλαισίου) της σημαντικής πληροφορίας σε περιπτώσεις όπως το ΠΠ.

Με άλλα λόγια, τόσο το υπολογιστικό, όσο και το συνεκτικό πλαίσιο δεν παρέχουν καμία θεώρηση δημιουργίας και μετατροπής του νοήματος, παρά μόνο των συντακτικών δομών που συνιστούν τα αντίστοιχα συστήματα. Μένουν και τα δύο στο επίπεδο της συντακτικής πληροφορίας και επομένως, ταξινομούνται μαζί κάτω από το γενικότερο πλαίσιο του κογνιτισμού, για το οποίο, οι αναπαραστάσεις ενός γνωστικού συστήματος είναι σε άμεση σύνδεση με τα αντικείμενα του περιβάλλοντος στα οποία αναφέρονται, και τα οποία αντικείμενα είναι στατικά και χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες και προκαθορισμένες ιδιότητες. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι τόσο το υπολογιστικό, όσο και το κοινωσιαστικό πλαίσιο, αποτελούν εσωτεριστικές προτάσεις εξήγησης και μοντελοποίησης της δημιουργίας του νοήματος και της γνωστικής διεργασίας.

Το κογνιτιστικό πλαίσιο της νόησης φέρνει πολλά προβλήματα, τα οποία εκκινούν και παράλληλα αναδεικνύονται είτε από το ΠΑΣ, είτε από το ΠΠ. Τα δύο αυτά θεμελιώδη προβλήματα της δράσης ενός γνωστικού συστήματος περιγράφονται στο πέμπτο μέρος του κεφαλαίου. Η απάντηση των εξωτεριστών σε αυτά τα προβλήματα έρχεται μέσα από τα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια εξήγησης της γνωστικής διεργασίας, τα οποία περιγράφονται στο τέταρτο μέρος του κεφαλαίου. Τα εν λόγω πλαίσια προσπαθούν να εδραιώσουν μια αποκλειστική σχέση μεταξύ της εξελικτικής ιστορίας ενός συστήματος αναπαράστασης, επικεντρώνοντας στους λόγους για τους οποίους το σύστημα παρουσιάζει μια συγκεκριμένη δομή και επομένως, μια συγκεκριμένη λειτουργία, με την αναφορά της αναπαράστασης. Ωστόσο, αποτυγχάνουν να εδραιώσουν τη σχέση αυτή μέσα από τους μηχανισμούς της φυσικής επιλογής ή τους μηχανισμούς της ιστορίας εκμάθησης του συστήματος. Αν και εξ' ορισμού ξεπερνούν το ΠΑΣ και το ΠΠ, ένα άλλο πρόβλημα που παρουσιάζουν είναι η αποκλειστική εξάρτηση από το περιβάλλον. Ειδικότερα, το περιβάλλον παίζει αποκλειστικά καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των λειτουργικών οργάνωσης του συστήματος.

Στο έκτο μέρος του κεφαλαίου γίνεται μια συνολική κριτική των προαναφερθέντων γνωστικών πλαισίων. Τα χαρακτηριστικά προβλήματα που εντοπίζονται είναι ότι τα αντίστοιχα συστήματα δεν έχουν τη δυνατότητα να έχουν αναπαραστάσεις που να φέρουν λάθος περιεχόμενο, καθώς επίσης, δεν δίνουν στο σύστημα τη δυνατότητα να εντοπίζει τις λανθασμένες αναπαραστάσεις. Οι δύο αυτές περιπτώσεις αποτελούν χαρακτηριστικά γνωρίσματα των γνωστικών συστημάτων και επομένως, η ικανοποίησή τους από το ανάλογο πλαίσιο κρίνεται απαραίτητη. Τα προβλήματα αυτά δεν τα ξεπερνάει ούτε το αιτιολογικό/εξελικτικό πλαίσιο, λόγω της λειτουργικότητας που επικαλείται.

Αν και όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα στο Κεφ. 4, η λειτουργικότητα των εξελικτικών/αιτιολογικών πλαισίων δεν είναι πραγματικά νατουραλιστική, ωστόσο, τα εν λόγω πλαίσια οδηγούν τη θεώρηση της γνωστικής διεργασίας στην εντελώς διαφορετική βάση προϋποθέσεων της νατουραλιστικής αρχής, η οποία φαίνεται να αντιμετωπίζεται αρκετά από τα προβλήματα των κογνιτιστικών πλαισίων. Ειδικότερα, η νατουραλιστική προϋπόθεση υιοθετείται από την παρούσα εργασία ως η βασική προϋπόθεση της θεωρητικής εδραίωσης του ζητούμενου πλαισίου. Ως εκ τούτου, η εισαγωγή ενός πλαισίου ανάλυσης, υποστήριξης και εξήγησης της δημιουργίας και της εξέλιξης του νοήματος και του αντίστοιχου γνωστικού συστήματος, στο εύρος της βιολογικής έως της κοινωνικής του δράσης, συμπληρώνεται από την ανάγκη του εν λόγω πλαισίου να ικανοποιεί την νατουραλιστική προϋπόθεση σε ολόκληρο το προαναφερθέν εύρος εφαρμογής.

3 – Η Γνωστική Διεργασία υπό το Πρίσμα του Γενικότερου Πλαισίου της Κυβερνητικής 2^{ης} Τάξης και της Αυτό-Οργάνωσης

3.1 Νόημα Μέσω Δράσης και Όχι Μέσω Παρατήρησης

Σχεδόν παράλληλα και σε αντίθεση με τις εξελικτικές/αιτιολογικές προσεγγίσεις στη νόηση, όπου προσπάθησαν να δώσουν μια νατουραλιστική εξήγηση στο αναπαραστασιακό περιεχόμενο, ομάδες ερευνητών της περιοχής της θεωρητικής βιολογίας, και γενικότερα, των επιστημών της ζωής, υιοθετώντας κυρίως μια συστημική προσέγγιση στην επιστήμη και στα αντίστοιχα φαινόμενα (δείτε π.χ. von Bertalanffy, 1968; von Foerster, 1960, 1981a; 1981b; von Foerster & Zopf, 1962; von Glasersfeld, 1974; Pask, 1975; Maturana & Varela, 1980), προσπάθησαν να εισάγουν λειτουργικά πλαίσια εξήγησης της γνωστικής διεργασίας ανεξάρτητα από την έννοια της αναπαράστασης. Συγκεκριμένα, *προσπάθησαν να θεμελιώσουν την γενική έννοια του νοήματος και τους βασικούς μηχανισμούς της γνωστικής διεργασίας στις αρχές και θεωρίες της βιολογίας και της κυβερνητικής.*

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η ανάγκη για βιολογική θεμελίωση της θεώρησης της νόησης και της γενικότερης προσαρμοστικής συμπεριφοράς ενός συστήματος, είναι απολύτως συμβατή με την αρχή του νατουραλισμού, εφόσον προσεγγίζει την πολυπλοκότητα του θέματος από ‘κάτω-προς-τα-πάνω’ σε σχέση, τόσο με την εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων στην φυσική ιστορία του συστήματος όσο και με τους διάφορους βιολογικούς μηχανισμούς που παράγουν γνωστική συμπεριφορά.

Ορόσημο των συγκεκριμένων προσεγγίσεων αποτελεί το *συστημικό-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης (second-order cybernetics)* (von Foerster, 1960; 1981a; 1981b; 1995; 2003 – δείτε επίσης §3.3), το οποίο υιοθετεί μια οπτική πρώτου προσώπου μέσα από παρατηρήσεις 2^{ης} τάξης (δηλαδή παρατηρήσεις, οι οποίες προσπαθούν να κατανοήσουν (που αφορούν) τα συστήματα που εμπλέκονται σε διεργασίες παρατήρησης). Στη φιλοσοφική του έκφανση ταυτίζεται με τον *κονστρουκτιβισμό* (Piaget, 1971; von Glasersfeld, 1974, δείτε επίσης §4.3.1.2) και τη *φαινομενολογία* (Heidegger, 1927/1962; Merleau-Ponty, 1945/1962) και συνεπώς, η θεμελιώδης θέση του είναι ότι τα αντικείμενα της παρατήρησης ενός συστήματος δεν αναφέρονται άμεσα στον πραγματικό κόσμο, αλλά κατασκευάζονται ως αποτέλεσμα της δράσης του συστήματος προς το περιβάλλον του. Η συγκεκριμένη ιδιότητα ενδογενούς κατασκευής λειτουργικών οργανώσεων και ταυτόχρονης ταξινόμησης του περιβάλλοντος, από το ίδιο το σύστημα, ονομάζεται *αυτό-οργάνωση* (δείτε §3.3.3).

Πολύ γενικά, θα μπορούσε κανείς να πει, ότι στη γενικότερη προσέγγιση της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, η νόηση, σε αντίθεση με τα κογνιτιβιστικά πλαίσια (δείτε Κεφ. 2) δεν θεωρείται μια διεργασία συνάθροισης και συναρμολόγησης αναπαραστάσεων αναφορικά με το περιβάλλον, αλλά μία συνεχής διεργασία μετατροπής της εκ προθέσεως συμπεριφοράς του συστήματος μέσω της συνεχούς τροποποίησης της οργάνωσής του. Επομένως, το ενδιαφέρον μεταφέρεται από την ακολουθιακή και στατική αντιστοίχιση του εσωτερικού με το εξωτερικό του πράκτορα, στις αδιάκοπες και παράλληλες δομικές διεργασίες του συστήματος που εμπλέκονται σε συζεύξεις με το περιβάλλον.

Το κρίσιμο ερώτημα στη συγκεκριμένη οπτική της γνωστικής διεργασίας είναι ο προσδιορισμός της πηγής/αφετηρίας της γνωστικής πρόθεσης της συμπεριφοράς. Γενικότερα η πρόθεση και ειδικότερα η ενδογενής παραγωγή σκοπού (*purpose*) εντοπίζονται στο επίπεδο της αφετηρίας της ζωής και της βιολογικής λειτουργίας. Αυτό δεν θα έπρεπε να αποτελεί έκπληξη, από τη στιγμή που όλα τα συστήματα που θεωρούνται ως γνωστικά, είναι πρωτίστως, ζωντανά συστήματα. Όπως ιδιαίτερος αναλυτικά θα παρουσιαστεί στο Κεφ. 5, το φαινόμενο της ζωής και κατ’

επέκταση όλα τα ζωντανά συστήματα, φαίνονται να παρουσιάζουν ενδογενές σκοπό (ή κατευθυντικότητα προς ένα σκοπό) μέσω της αυτό-διατηρούμενης φύσης τους, η οποία θεωρείται ως το αποτέλεσμα της εσωτερικής τους μεταβολικής οργάνωσης μακριά από το σημείο θερμοδυναμικής ισορροπίας. Η τάση των ζωντανών συστημάτων για αυτό-διατήρηση αποτελεί τον πυρήνα της πρόθεσής τους για αλληλεπίδραση με το περιβάλλον.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η εν λόγω προσέγγιση, ανοίγει για τα καλά το μαύρο κουτί του γνωστικού συστήματος, εφόσον αναζητά και προσφέρει έναν υποψήφιο μηχανισμό που υποστηρίζει τη συμπεριφορά του γνωστικού συστήματος, ενώ παράλληλα, δεν προϋποθέτει, ούτε προκαθορίζει το 'λεξιλόγιο' με το οποίο επιλέγει το κάθε σύστημα να διαμορφώσει τις διάφορες καταστάσεις πραγμάτων του περιβάλλοντος και εν συνεχεία να αναφερθεί σε αυτές. Με άλλα λόγια, το εκάστοτε γνωστικό σύστημα κατασκευάζει το νόημά του βάσει των δράσεων και των ενεργειών του στο περιβάλλον.

Ως εκ τούτου, η συστημικό-κυβερνητική προσέγγιση αποτελεί μια πολύ καλή υποψηφιότητα για τον μη-κυκλικό τρόπο περιγραφής και εξήγησης των αναφορών των σκέψεων ενός γνωστικού πράκτορα, η ανάγκη υιοθέτησης του οποίου επισημάνθηκε στο τέλος της §1.4.2. Η συμμετοχή του περιβάλλοντος στη διαμόρφωση της γνωστικής διεργασίας και των νοημάτων του αυτό-οργανωμένου συστήματος, υπό ένα μη-αποκλειστικό ή καθοδηγητικό ρόλο, προσδίδει στα τελευταία ένα μεγάλο βαθμό αυτονομίας (ο οποίος δεν συναντάται ούτε στα κογνιτιβιστικά, αλλά ούτε στα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια). Όπως θα παρουσιαστεί εκτενώς στο Κεφ. 5, τελικά, η έννοια της αυτονομίας έχει τον πρώτο λόγο στην εδραίωση ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάλυσης, εξήγησης και μοντελοποίησης της δημιουργίας και της εξέλιξης του νοήματος σε ένα γνωστικό σύστημα.

Οι εκφάνσεις του συστημικο-θεωρητικού πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης είναι αρκετές και πολλές φορές επικαλύπτονται, αλλά όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια, υπάρχουν μεταξύ τους σημαντικές και χαρακτηριστικές διαφορές. Η αναλυτική παρουσίασή τους ξεκινάει από το πλαίσιο της αυτοποίησης.

3.2 Το Πλαίσιο της Αυτοποίησης (Autopoiesis)

Πριν από τρεις δεκαετίες οι Maturana & Varela (1974; 1980) πρότειναν τη θεωρία ότι η ζωή, στη πιο θεμελιώδη μορφή της, είναι μια συγκεκριμένη μορφή οργάνωσης η οποία χαρακτηρίζεται από δυναμική παραγωγή στοιχείων, η φύση της οποίας συνίσταται από βασικές διαδικασίες που μπορούν να επαναλάβουν τον εαυτό τους για έναν πολύ μεγάλο και αόριστο αριθμό επαναλήψεων (recursive production dynamics). Κατά συνέπεια, επινόησαν τον όρο *αυτοποίηση* (*autopoiesis*) (η ρίζα του οποίου είναι ελληνική) για να εκφράσουν την ιδέα ότι η ουσία του φαινομένου της ζωής είναι η ξεχωριστή οργάνωση μέσω της οποίας κάθε ζωντανή οντότητα παράγει επαναλαμβανόμενα τον εαυτό της. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη θεωρία της αυτοποίησης, αυτό που ορίζει τη ζωή είναι ένα συνολικό δίκτυο σχέσεων που εδραιώνει κάποιες αυτό-διατηρούμενες δυναμικές, όπου η *δράση* (*action*) και η *σύσταση* (*constitution*) αποτελούν μια ταυτόσημη ιδιότητα του συστήματος. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η δραστηριότητα του συστήματος συνίσταται στη διαρκή αναγέννηση όλων των διεργασιών και των στοιχείων που το συνιστούν ως μια λειτουργική μονάδα.

Αν και η βασική ιδέα ήταν των Maturana & Varela, ο δεύτερος, σε μία από τις τελευταίες του δημοσιεύσεις (Weber & Varela, 2002) αναγνωρίζει ότι η ιδέα της αυτοποίησης οφείλει ένα μεγάλο της μέρος σε δύο προηγούμενες θεωρήσεις. Η πρώτη είναι η *Critique of Judgment* του Kant (1790/2000), ο οποίος κατανοεί τους ζωντανούς οργανισμούς ως συστήματα, στα οποία τα επιμέρους στοιχεία τους διαμορφώνονται από, και, για τα υπόλοιπα στοιχεία του οργανισμού, συνιστώντας μια ολόκληρη δυναμική μονάδα, έξω από την οποία, η ύπαρξη των στοιχείων αυτών δεν έχει κανένα νόημα. Η δεύτερη και πιο πρόσφατη, είναι η θεώρηση του φιλοσόφου Hans Jonas (1963) ο οποίος υποστήριξε ότι η ουσία της ζωής κρύβεται στην ιδέα του

μεταβολισμού, δηλαδή, στη διαρκή σύσταση μιας ταυτότητας μέσω επαναλαμβανόμενων εσωτερικών διεργασιών και αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον.

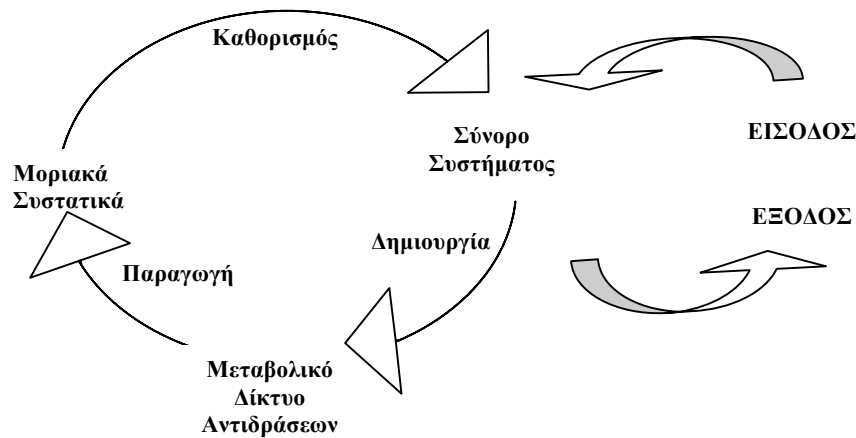
Τις δεκαετίες του '60 και του '70, έξω από την περιοχή της φιλοσοφίας, αρκετοί ερευνητές του πεδίου της θεωρητικής βιολογίας υποστήριξαν ανάλογες θεωρίες θεωρώντας ότι η πιο βασική ιδιότητα των ζωντανών συστημάτων είναι μια κατανομημένη ιδιότητα δικτυακής μορφής βάσει της οποίας ένα σύνολο διεργασιών παραγωγής στοιχείων είναι σε θέση να παράγει επαναλαμβανόμενα τις δικές του αρχικές συνθήκες. Αυτή η κεντρική ιδέα, με διαφορετικές διατυπώσεις και βαθμούς επεξεργασίας, συναντάται στην *σχεσιακή βιολογία* (*relational biology*) του Rashevsky (1960) στην θεωρία του Rosen (1971) σχετικά με τα συστήματα μεταβολισμού και επιδιόρθωσης (metabolic and repair (M, R) systems, και στη ιδέα της στατιστικής κλειστότητας (statistical closure) του Pattee (1973). Ως εκ τούτου, αντίθετα με τη θεώρηση της ζωής ως ένα φαινόμενο που προέρχεται από συγκεκριμένες ιδιότητες διαφόρων ειδών μακρομοριακών δομών (DNA, RNA, πρωτεϊνών, συσσωματώσεις λιπιδίων, κτλ.) μερικοί ερευνητές συμφωνούσαν ήδη στη θεώρηση της ζωής ως μια συστημική ιδιότητα. Στο ίδιο μήκος κύματος ήταν και οι Maturana και Varela με τη θεωρία της αυτοποίησης.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι ίσως η μεγαλύτερη προσφορά των Maturana και Varela ήταν η διάρθρωση μιας ολοκληρωμένης θεωρίας που υπερκάλυπτε τις μέχρι τότε επιμέρους θεωρήσεις και παρουσίαζε μια λογική συνοχή. Οι Maturana και Varela δεν έμειναν στην έννοια της αυτοποίησης μόνο ως μια θεωρία που εδραιώνει και υπογραμμίζει τις βασικές αρχές του φαινομένου της ζωής (και όπως θα αναλυθεί παρακάτω και της νόησης (Maturana & Varela, 1980), αλλά κατάφεραν να δημιουργήσουν μια νέα, εκτεταμένη και διεπιστημονική φιλοσοφική οπτική. Ο Varela (2000) υποστηρίζει ότι η ιδέα της αυτοποίησης άρχισε να παίρνει μορφή μέσα από τις πολύ καινούργιες έννοιες της *αυτό-αναφοράς* (*self-referentiality*) και της *κλειστότητας* (*closure*), οι οποίες εισήχθησαν για πρώτη φορά από το συστημικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και ιδιαίτερα από τον von Foerster (δείτε §3.3.1 και §3.3.2). Οι δύο αυτές συστημικές έννοιες έδωσαν μια από-επάνω-προς-κάτω οπτική στην μελέτη της έννοιας της ζωής. Έτσι, οι Maturana & Varela άρχισαν να σχηματίζουν την ιδέα της αυτοποίησης αγκιστρώνοντας την στην έννοια της *οργανωσιακής κλειστότητας* (*organizational closure*), η οποία θα ήταν ο βασικός ορισμός του στοιχειώδους ζωντανού συστήματος.

Μαζί με την έννοια της οργανωσιακής κλειστότητας, υπήρξαν δύο άλλες έννοιες που έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην ωρίμανση της ιδέας της αυτοποίησης: η έννοια της *παραγωγής στοιχείων* (*component production*) και η έννοια της *μοναδικότητας* (*individuality*) ή διαφορετικά, της *χωροχρονικής ενότητας*, όπου το υποτιθέμενο φυσικό σύνορο έρχεται ως μια αφηρημένη ιδέα της έννοιας της κυτταρικής μεμβράνης. Ο κεντρικός τους ισχυρισμός είναι ότι η κλειστότητα της οργάνωσης ενός ζωντανού συστήματος ή διαφορετικά, η δυνατότητά της να συνίσταται από διαδικασίες που επαναλαμβάνουν τον εαυτό τους για αόριστο αριθμό φορών, παράγεται από τον τρόπο που τα στοιχεία και οι διεργασίες παραγωγής του συστήματος συμπλέκονται στο πλαίσιο μιας συμπληρωματικής σχέσης μεταξύ του δικτύου διεργασιών και του φυσικού συνόρου (τα οποία, το ένα για το άλλο, αποτελούν ταυτοχρόνως, συνθήκη και αποτέλεσμα). Το *φυσικό σύνορο* (*physical boundary*) παράγεται ως αποτέλεσμα των συνεχών διεργασιών αυτό-παραγωγής του δικτύου των στοιχείων του συστήματος και είναι με τη σειρά του μια απαραίτητη συνθήκη για τη διατήρηση αυτού του δικτύου. Όλος αυτός ο 'μηχανισμός' εμπεριέχει έναν οργανωσιακό 'εαυτό', που σε εννοιολογικό επίπεδο θεωρείται κάτι βαθύτερο από το φαινόμενο της αυτό-οργάνωσης¹³. Αυτός ο 'εαυτός' εμπεριέχει ένα σύνολο αλληλοσχετιζόμενων διεργασιών που οργανώνονται σύμφωνα με μια ολιστική λειτουργική (επιχειρησιακή) λογική, βάσει της οποίας, κατά ένα τρόπο, το σύστημα κλείνεται στον εαυτό του και δημιουργεί τα δικά του σύνορα ακολουθώντας τις δικές του κυκλικές δυναμικές αυτό-παραγωγής (δείτε Σχ. 5).

¹³ Ωστόσο, ο Collier (2004) έχει εντελώς αντίθετη άποψη, η οποία απορρέει από τα προβλήματα της θεωρίας της αυτοποίησης να υποστηρίζει μια συστημική και ανοικτο-κλεισμένη θεώρηση της αυτονομίας (δείτε §5.2).

Κατά αυτόν τον τρόπο, οι εσωτερικές σχέσεις παραγωγής, από τη στιγμή που συνεισφέρουν στη συνολική διατήρηση του συστήματος, αποκτούν με συλλογικό τρόπο ένα συνεκτικό λειτουργικό νόημα. Επίσης, οι σχέσεις του συστήματος με το περιβάλλον του, έχουν την μορφή και τη φύση των προεκτάσεων της πρωταρχικής εσωτερικής οργάνωσης, θεωρούνται ως *δράσεις* που το σύστημα εκτελεί για λογαριασμό του εαυτού του. Συνεπώς, οι Maturana και Varela, ανέπτυξαν μια θεωρία που σκοπεύει να καλύψει τόσο την εσωτερική πλευρά της βασικής οργάνωσης των ζωντανών συστημάτων (μεταβολισμός) όσο και την εξωτερική πλευρά (αυτή της δράσης ενός πράκτορα – agency) δείχνοντας ότι αποτελούν δύο πλευρές του ίδιου νομίσματος. Με άλλα λόγια, η θεωρία της αυτοποίησης, σύμφωνα με τους συγγραφείς της, οφείλει να καλύπτει όλα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά σχετικά με την έννοια της ζωής και του νοήματος.



Σχήμα 5. Η κυκλική λογική της αυτοποίησης. Σε ένα αυτοποιητικό σύστημα το σύνορο δημιουργεί και καθορίζει ένα δίκτυο αντιδράσεων, το οποίο με τη σειρά του παράγει τα μοριακά στοιχεία που συνέρχονται στο οργανωμένο σύστημα που καθορίζει και δημιουργεί το δίκτυο αντιδράσεων κτλ., χωρίς να μπορεί να προσδιοριστεί η αρχή ή το τέλος των διεργασιών. Αν και το σύστημα είναι φυσικά ανοικτό, από μια επιστημολογική οπτική παρουσιάζει μια λειτουργική/οργανωσιακή κλειστότητα (δείτε. §3.3).

Συνεπώς, η έννοια της αυτοποίησης, κατά κάποιο τρόπο, αποκρυσταλλώνει τις πολύ γενικές ιδέες της κλειστότητας και της αναδρομικής επανάληψης (recursivity) των διεργασιών, χωρίς να παρέχει κανένα θεωρητικό μοντέλο σχετικά με τις φυσικές διεργασίες (αυτό-οργάνωσης – δείτε §3.3.4) που ξεκινούν από το χαμηλό φυσικό-χημικό επίπεδο και αναπτύσσονται σε πιο διακριτές και πολύπλοκες μορφές προσαρμοστικής αυτό-διατήρησης. Ειδικότερα, για τους Maturana & Varela η διαμόρφωση ενός αυτοποιητικού συστήματος είναι επί της ουσίας, ένα σχεσιακό-κατασκευαστικό θέμα, ένα υπολογιστικό πρόβλημα, η λύση του οποίου θα καθορίσει το σύνολο των ιδεατών/αφηρημένων αρχικών στοιχείων και κανόνων των μεταξύ των αλληλεπιδράσεων προκειμένου να επιτύχουν μια λειτουργική (οργανωσιακή) κλειστότητα. Αναλόγως, η προσέγγισή τους δεν εξετάζει καθόλου τις αντίστοιχες θερμοδυναμικές απαιτήσεις ή οποιουδήποτε άλλου είδους ενεργειακού και υλικούς περιορισμούς, διότι θεωρούν ότι αυτοί οι περιορισμοί δεν επηρεάζουν την οργάνωση, δηλαδή την αυτό-παραγόμενη λογική του συστήματος. Με αυτόν τον τρόπο, ισχυρίζονται ότι η ζωή βασίζεται σε μια καθαρά σχεσιακή ιδιότητα, οι Maturana και Varela άνοιξαν τον δρόμο για την επιστήμη της Τεχνητής Ζωής (ALife), αλλά και για την καθολική αποδοχή της συστημικής θεώρησης της βιολογίας.

Ωστόσο, το επίπεδο αφάιρησης (abstraction) της θεωρίας της αυτοποίησης (τόσο στην αρχική διατύπωση της θεωρίας όσο και σε τελευταίες χρήσεις της θεωρίας από τον Varela προκειμένου να εδραιώσει την έννοια της αυτονομίας (Varela, 1979; 1994), είναι αρκετά υψηλό και δεν επαρκεί για μια νατουραλιστική αντιμετώπιση του όλου προβλήματος (δείτε §2.6.6), όπως ήδη είχε επισημάνει ο Fleischaker (1988). Αν και ο Varela ενδιαφερόταν για τη χημική διάσταση της πραγματοποίησης των αυτοποιητικών συστημάτων (Luisi & Varela, 1989), δεν τον ενδιέφερε σε μεγάλο βαθμό ο τρόπος με τον οποίο η βασική οργάνωση των ζωντανών συστημάτων μπορούσε

να επηρεαστεί ή να εξαρτηθεί ρυθμιστικά από τους νόμους της φυσικής και της χημείας (πιθανώς, διότι πίστευε σε όλη του την ερευνητική διαδρομή ότι δεν ήταν σχετικό με το πρόβλημα). Αλλά ούτε το πρόβλημα της αφετηρίας της ζωής (*the origin of life problem*) τον απασχολούσε, εφόσον θεωρούσε ότι οι συζητήσεις σχετικά με το εάν προηγήθηκε η παραγωγή των πρωτεϊνών ή των νουκλεϊκών οξέων (και άλλες αντίστοιχες ερωτήσεις) απείχαν πολύ από τον στόχο που είχε, δηλαδή, το να αποδείξει ότι η ζωή είναι μια συστημική ιδιότητα που χαρακτηρίζεται από τον αυτοποιητικό τρόπο οργάνωσης, ασχέτως από τα στοιχεία που καλούνται να την πραγματοποιήσουν.

3.2.1 Η Γνωστική Διεργασία Μέσα από το Πρίσμα της Αυτοποίησης ή (Αυτοποίηση και Νόηση) ή (Αυτοποίηση και Γνωστική Διεργασία)

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η έννοια της αυτοποίησης προσπαθεί να εξηγήσει τον μηχανισμό ή τη διεργασία που παράγει την ταυτότητα του ζωντανού συστήματος. Με αυτό τον τρόπο προσπαθεί να λειτουργήσει ως μια κατηγορική διάκριση των ζωντανών από τα μη-ζωντανά συστήματα. Η ταυτότητα αυτή αναλογεί στην αυτό-παραγόμενη λογική συνοχή του συστήματος βάσει της οποίας, ο αυτοποιητικός μηχανισμός θα διατηρήσει τον εαυτό του ως μια ξεχωριστή οντότητα όσο οι εσωτερικά επαναλαμβανόμενες διεργασίες του παραμένουν ακέραιες από τις εξωτερικές παρενοχλήσεις του περιβάλλοντος. Αντίθετα, εάν ο βαθμός των παρενοχλήσεων ξεπεράσει ένα όριο σχετικό με το εκάστοτε σύστημα, το σύστημα και επομένως η ταυτότητά του θα εξαφανιστούν (καταστραφούν). Ο Varela (1992) θεωρεί ότι όλα τα βιοχημικά μονοπάτια και οι διαμορφώσεις των μεμβρανών στα κύτταρα, μπορούν άμεσα να αντιστοιχηθούν με την παραπάνω θεώρηση της αυτοποίησης.

Στην παραπάνω περιγραφή της έννοιας του μηχανισμού διατήρησης της ταυτότητας του αυτοποιητικού συστήματος, εκτός από την ενεργή συμμετοχή των εσωτερικών διεργασιών του συστήματος, τονίζεται και ο ρόλος του περιβάλλοντος και ιδιαίτερα, αυτός των παρενοχλήσεων. Πιο συγκεκριμένα, η φύση της σχέσης μεταξύ του αυτοποιητικού συστήματος και του περιβάλλοντός του είναι ιδιαίτερος σημαντική για την διατήρηση του συστήματος. Σε αυτό το σημείο εμφανίζεται ένα σημαντικό παράδοξο της θεωρίας της αυτοποίησης και της υποτιθέμενης δυνατότητας αυτό-διατήρησης του ζωντανού συστήματος¹⁴, όπου το σύστημα πρέπει να μπορεί να διαχωρίσει τον εαυτό του από το περιβάλλον του και ταυτόχρονα να διατηρεί μεταξύ του μια σύζευξη σε δομικό επίπεδο ή αλλιώς, δομική σύζευξη (*structural coupling*), η απώλεια της οποίας θα οδηγήσει το σύστημα στην άμεση καταστροφή.

Η αλληλεπίδραση του αυτοποιητικού συστήματος με το περιβάλλον γίνεται μέσω της εσωτερικής λογικής του ζωντανού συστήματος και έχει τη μορφή δομικής σύζευξης και όχι δομικού εξαναγκασμού. Με άλλα λόγια, οι συνέπειες της αλληλεπίδρασης μεταξύ μιας αυτοποιητικής μονάδας και ενός μορίου τύπου *X* δεν καθορίζονται από τις ιδιότητες του μορίου, αλλά από τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα 'αντιλαμβάνεται' το συγκεκριμένο μόριο. Πιο συγκεκριμένα, τα στοιχεία που εξάγει ο ζωντανός οργανισμός από το περιβάλλον για να δημιουργήσει τον δικό του κόσμο θεωρούνται ως κάτι που λείπει από τον οργανισμό και επομένως πρέπει να αποκτηθεί από το περιβάλλον. Επομένως, οι αλληλεπιδράσεις του συστήματος με το περιβάλλον θεωρούνται ως εξωγενείς παρενοχλήσεις που καλείται το σύστημα να επιλέξει εφόσον του χρησιμεύουν στην θετική ενεργοποίηση και διατήρηση της εσωτερικής του οργάνωσης.

¹⁴ Όπως θα ξεκαθαριστεί καλύτερα στη συνέχεια (δείτε §3.3), η δυνατότητα του 'αυτό-' στη θεωρία της, αυτό-ποίησης, αυτό-οργάνωσης και γενικότερα, σε όλο το πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, έχει να κάνει με την έννοια της οργανωσιακής κλειστότητας και επ' ουδενί με την απομόνωση του συστήματος από το περιβάλλον του.

Σε αυτή την μορφή αλληλεπίδρασης, το περιβάλλον έχει τη δική του δομική δυναμική και δεν προκαλεί άλλα ούτε καθορίζει (με την άμεση και σκληρή έννοια της λέξης) τις αλλαγές στο σύστημα. Αντιθέτως, παρέχει ένα ερέθισμα προκαλώντας την αντίδραση του ζωντανού συστήματος, αλλά οι αποδεκτές αλλαγές καθορίζονται από την εσωτερική δομή του ίδιου του συστήματος και ειδικότερα, από τη δομή και την ιστορία των παρενοχλήσεων του. Με αυτό τον τρόπο οι συζευγμένες αλληλεπιδράσεις συναθροίζονται στον χρόνο και παρέχουν μια συγκεκριμένη ιστορική οπτική στο αυτοποιητικό σύστημα. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα γίνεται ένα ιστορικό 'προϊόν' εξέλιξης που χαρακτηρίζεται από μια μακρά σειρά συζευγμένων αλληλεπιδράσεων. Ως εκ τούτου, η εξέλιξη θεωρείται ως το αποτέλεσμα της προσπάθειας διατήρησης της εσωτερικής δομής ενός αυτοποιητικού οργανισμού. Δεδομένης της αστάθειας της δυναμικής του περιβάλλοντος η εξέλιξη του συστήματος θεωρείται ως μια φυσική αλλαγή που καθορίζεται κυρίως από την εσωτερική λογική συνοχή του ζωντανού συστήματος.

Η αμοιβαία αλληλεπίδραση βάσει επιλεκτικής σύζευξης του συστήματος με το περιβάλλον παρέχει νόημα στην εσωτερική λογική συνοχή του, δηλαδή, στο μικρότερο σύνολο ιδιοτήτων ενός ζωντανού συστήματος και συνεπώς, οι Maturana και Varela την ονομάζουν *νόηση* ή *γνωστική διεργασία*. Αναλυτικότερα, οι Maturana και Varela θεωρούν ότι η εσωτερική δομή του ζωντανού συστήματος, σε κάθε περίπτωση, *ανά-γνωρίζει* και χρησιμοποιεί το αντίστοιχο περιβάλλον, με αποτέλεσμα την εδραίωση μιας συμπληρωματικότητας μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος. Άμεση συνέπεια αυτού του είδους της αλληλεπίδρασης είναι η παραγωγή ενός εννοιολογικού και ουσιαστικού κόσμου από το σύστημα, από τη στιγμή που το 'νόημα' σχετίζεται με την οπτική που δημιουργείται από το σύστημα μέσω της προσπάθειάς του να αυτό-κατασκευαστεί και να αυτό-διατηρηθεί ενώ αλληλεπιδρά με ένα συγκεκριμένο περιβάλλον.

Υπό αυτό το πρίσμα, η νόηση είναι θεμελιώδης πτυχή της ζωής. Ειδικότερα, οι Maturana και Varela θεωρούν ότι υπάρχει μια ισοδυναμία μεταξύ των δύο χαρακτηριστικών, έτσι ώστε η ζωή δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς τη νόηση και αντιστρόφως, η νόηση δεν μπορεί να υπάρξει χωρίς τη ζωή. Συνεπώς, για τη θεωρία της αυτοποίησης, οι μηχανισμοί των διεργασιών του ζωντανού συστήματος και αυτών της γνωστικής διεργασίας αντιπροσωπεύουν δύο πλευρές της ίδιας διεργασίας, της διεργασίας της ζωής (Maturana & Varela, 1980).

3.2.2 Αυτοποίηση και Αυτονομία

Παράλληλα με την έννοια της αυτοποίησης οι Maturana & Varela (1973), εισήγαγαν την έννοια της αυτονομίας ως την κεντρική έννοια για την μελέτη των βιολογικών, γνωστικών και προσαρμοστικών συστημάτων. Η έννοια της αυτονομίας αποδείχτηκε (όπως θα αναλυθεί παρακάτω στην §5.1) θεμελιώδης προκειμένου κανείς να εξετάσει και να κατανοήσει τα βιολογικά και γνωστικά συστήματα μέσα από μία συστημική οπτική και συνεπώς είχε αγνοηθεί από τις αντίστοιχες κλασσικές προσεγγίσεις του λειτουργισμού (functionalism). Όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω (δείτε §5.1) η έννοια της αυτονομίας συνεισφέρει τα μέγιστα στην νατουραλιστική κατανόηση του φαινομένου της γνωστικής διεργασίας από τη στιγμή που η τελευταία συνδέεται άρρηκτα με το φαινόμενο της ζωής.

Στα πλαίσια της θεωρίας της αυτοποίησης οι Varela (1979), Varela & Bourguine (1992), Varela (1992) ορίζουν την έννοια της αυτονομίας ως ένα αφηρημένο είδος οργάνωσης, ως μιας *αυτό-διατηρούμενη, αυτό-ενισχυόμενη και αυτό-ρυθμιζόμενη* συστημική δυναμική προερχόμενη από ένα *δίκτυο διεργασιών με υψηλό βαθμό αναδρομικής επαναληψιμότητας* που παράγει και διατηρεί εσωτερικές σταθερές στην περίπτωση εσωτερικών και εξωτερικών παρενοχλήσεων. Ως εκ τούτου, και βάσει των όσων έχουν προηγηθεί αναφορικά με την αυτοποίηση, η αυτονομία θεωρείται ως μια διεργασία που ορίζει την δική της ταυτότητα και έχει ως αποτέλεσμα την μοναδικότητα ενός συστήματος που διαχωρίζεται από τις περιβάλλουσες διεργασίες. Αυτή η κατά τα άλλα αφηρημένη έννοια της αυτονομίας θεωρεί ο Varela ότι πραγματοποιείται σε διαφορετικές βιολογικές κλίμακες και περιοχές. Για παράδειγμα, η ζωή ορίζεται ως ένα ιδιαίτερο είδος αυτονομίας, αυτό της αυτοποίησης ή της αυτονομίας στον φυσικό χώρο, ενώ η γνωστική συμπεριφορά είναι το αποτέλεσμα ενός υψηλότερου επιπέδου αυτονομίας, αυτής του νευρικού

συστήματος που παράγει σταθερά πρότυπα κιναισθητικών συσχετίσεων προκειμένου να καθορίσει τη συμπεριφορά του ζωντανού συστήματος ως μια μονάδα κινούμενη στον χώρο.

Κατά τον Varela, τα αυτόνομα συστήματα είναι μηχανιστικά δυναμικά συστήματα που ορίζονται ως μοναδική οντότητα βάσει της οργάνωσής τους. Συγκεκριμένα ο Varela λέει ότι:

«Θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα αυτόνομα συστήματα είναι οργανωσιακώς κλειστά. Αυτό σημαίνει ότι η οργάνωσή τους χαρακτηρίζεται από διεργασίες όπου (1) οι διεργασίες που σχετίζονται ως ένα δίκτυο, έτσι ώστε αναδρομικά εξαρτώνται η μία με την άλλη στη παραγωγή και υλοποίηση των ίδιων των διεργασιών, και (2) συνιστούν το σύστημα ως μια αναγνωρίσιμη ολότητα στην περιοχή στην οποία λαμβάνουν χώρα οι διεργασίες.» (Varela, 1979, σελ. 55).

Είναι φανερό ότι για τον Varela, η βάση της αυτονομίας είναι η ενεργός ρόλος της συνεισφοράς του συστήματος στην αυτό-διατήρησή του και ειδικότερα, στην παραγωγή των στοιχείων του αλλά και στην δραστική αλλαγή των συννοριακών συνθηκών του (boundary conditions) προκειμένου να μπορέσει να διατηρήσει όλες τις απαραίτητες μεταβλητές του (ενέργεια, θερμοκρασία, κτλ.) με έναν ομοιοστατικό τρόπο.

Η θεώρηση της αυτονομίας από τον Varela έχει δεχτεί πολλές αρνητικές κριτικές κυρίως λόγω της έμφασης που προσδίδει στην απολυτότητα της κλειστότητας και του δευτερεύοντα ρόλου που θεωρεί ότι παίζει η αλληλεπίδραση μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος στην διαμόρφωση ενός αυτόνομου συστήματος. Αν και οι αντιρρήσεις αυτές, όπως θα αναλυθεί στην ενότητα (§5.2) είναι σημαντικές και σε συνδυασμό με την απόρριψη της έννοιας της αναπαράστασης από το αυτοποιητικό πλαίσιο (δείτε §4.3.1.1) φανερώνουν τα προβλήματα του πλαισίου στην ανάλυση και δικαιολόγηση της γνωστικής διεργασίας, η θεώρηση της αυτονομίας μέσα από το πρίσμα της αυτοποίησης έδωσε την ώθηση για περαιτέρω συστημικές προσεγγίσεις στο δύσκολο αυτό πρόβλημα.

Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστεί το συνολικότερο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης (second-order cybernetics) και κατ' επέκταση των αυτό-οργανωμένων συστημάτων (self-organising systems), χαρακτηριστικό παράδειγμα της οποίας αποτελεί η αυτοποίηση, καθώς και η θεωρία δυναμικών συστημάτων (dynamical systems theory), ως το πιο απλουστευμένο χαρακτηριστικό μοντέλο του γενικότερου πλαισίου της αυτό-οργάνωσης.

3.3 Κυβερνητική 2^{ης} Τάξης και Γνωστική Διεργασία

Η επιστήμη της κυβερνητικής (cybernetics) ενδιαφερόταν εξ' αρχής για τις ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των αυτόνομων ζωντανών συστημάτων και των μηχανών. Στην καθαρά μηχανιστική οπτική της επιστήμης, οι ιδιότητες του συστήματος διαχωρίζονται από αυτές των μοντέλων τους, οι οποίες εξαρτώνται από τους σχεδιαστές τους. Αντιθέτως, η επιστήμη της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης έκανε μια αρκετά επιτυχημένη προσπάθεια να διαχωριστεί ξεκάθαρα από τις καθαρά μηχανιστικές προσεγγίσεις, δίνοντας έμφαση στις έννοιες της αυτονομίας, της αυτό-οργάνωσης της γνωστικής διεργασίας και στον ρόλο του παρατηρητή στην μοντελοποίηση ενός συστήματος. Συγκεκριμένα, ο von Foerster και όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο Maturana, ανέδειξαν το πρόβλημα της μελέτης της νόησης στην έλλειψη κατανόησης της ύπαρξης μιας βιολογικής συστημικής ολότητας πίσω από το φαινόμενο της νόησης. Συγκεκριμένα, ο von Foerster αναφέρει ότι:

«Από την μία πλευρά, αυτός ο δισταγμός για να υιοθετήσει κανείς ένα εννοιολογικό πλαίσιο, στο οποίο οι φαινομενικά διαχωρίσιμες υψηλές νοητικές ικανότητες, όπως για παράδειγμα η δυνατότητα ενός συστήματος «να μαθαίνει», «να θυμάται», «να αντιλαμβάνεται», «να ανακαλεί», «να προβλέπει», κτλ., θεωρούνται ως διάφορες εκδηλώσεις ενός μοναδικού και ιδιαίτερα περιεκτικού φαινομένου, αυτού της «νόησης», είναι απολύτως εννόητος και δικαιολογημένος. Κάτι τέτοιο θα σήμαινε την εγκατάλειψη της άνετης θέσης, κατά την οποία, οι εν λόγω ικανότητες μπορούν

να θεωρηθούν και α επεξεργαστούν η καθεμία ξεχωριστά και απομονωμένη με τις υπόλοιπες και επομένως, μπορούν να αναχθούν σε ιδιαίτερα τετριμμένους μηχανισμούς. Για παράδειγμα, η μνήμη, παρατηρούμενη ξεχωριστά από το υπόλοιπο σύστημα, ανάγεται στην «διεργασία εγγραφής», στην μάθηση της «αλλαγής», στην αντίληψη της «εισόδου» κτλ., με άλλα λόγια, διαχωρίζοντας αυτές τις λειτουργίες από την ολότητα των γνωστικών διεργασιών, κανείς έχει εγκαταλείψει το αρχικό πρόβλημα και πλέον αναζητά μηχανισμούς που υλοποιούν εντελώς διαφορετικές λειτουργίες, οι οποίες μπορεί να έχουν ή να μην έχουν καμία ομοιότητα με κάποιες διεργασίες που είναι, όπως έχει σημειώσει ο Maturana, επικουρικές της διατήρησης της ακεραιότητας του οργανισμού ως μία λειτουργική μονάδα.» (von Foerster 1970, σελ. 30).

Αν και η κλασσική εκδοχή της κυβερνητικής προσπαθούσε να αποκτήσει βιολογική φύση, αλλά με μηχανιστική υφή, ο von Foerster, κατευθύνοντας την προσοχή του στον παρατηρητή και στην αλληλεπίδρασή του με άλλους παρατηρητές του περιβάλλοντος, προσπαθεί να γεφυρώσει το κενό μεταξύ των φυσικών επιστημών, των τεχνών και των κοινωνικών επιστημών με έναν μη-αναγωγικό τρόπο. Έτσι, στην περίπτωση της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης το υπό μελέτη σύστημα θεωρείται ένας πράκτορας (ένα γνωστικό σύστημα το οποίο μπορεί να προβεί σε σκόπιμες δράσεις) από μόνο του και επομένως αλληλεπιδρά με άλλους πράκτορες, τους παρατηρητές του, που και αυτοί με την σειρά τους θεωρούνται κυβερνητικά συστήματα (Heylighen & Joslyn, 2001). Προκειμένου αυτή η διεργασία, όπου ένας παρατηρητής (που δρα ως κυβερνητικό σύστημα) επαναεισέρχεται στη δική του εννοιολογική περιοχή με σκοπό τη μελέτη και θεώρηση της δράσης του, να γίνει κατανοητή, χρειαζόταν μια θεώρηση όπου η εφαρμογή της επιστήμης της κυβερνητικής γίνεται η 'κυβερνητική της κυβερνητικής' ή αλλιώς, 'κυβερνητική 2^{ης} τάξης' (2nd order cybernetics) (von Foerster, 1981a; 1981b; 1995; 2003).

Άλλο ένα σημείο που έρχεται να εδραιώσει την ανάγκη της αλλαγής της μηχανιστικής οπτικής για τη γνωστική διεργασία είναι η επιμονή του Von Foerster (1984) σχετικά με το ότι η συμπεριφορά ενός ζωντανού οργανισμού δεν μπορεί να μοντελοποιηθεί ντετερμινιστικά σαν μια μηχανή. Για τον von Foerster οι οργανισμοί είναι *μη-τετριμμένες μηχανές (non-trivial machines)* οι οποίες αλλάζουν την κατάστασή τους (δηλαδή τον τρόπο που υπολογίζουν) κάθε φορά που έχουν εκτελέσει έναν υπολογισμό. Η ιδιότητα αυτή, κάνει αυτές τις μηχανές *δι-υπολογιστικές (transcomputational)* για τον εξωτερικό παρατηρητή, ο οποίος επιχειρηματολογεί συμπεριφερσιακά. Επομένως, ακόμη και στην περίπτωση της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης μπορεί κανείς να μιλήσει για μηχανιστική αντιμετώπιση της νόησης.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι όπως αναφέρθηκε προηγουμένως (§3.2.1), οι Maturana & Varela μιλούν για δομική εξάρτηση και δομική συμπλοκή, αλλά όχι για μη-τετριμμένα μηχανικά συστήματα. Ο von Foerster (1991) υποστηρίζει ότι ένας μαθηματικός ντετερμινισμός τύπου Laplace δεν επαρκεί για να μοντελοποιήσει κανείς τους οργανισμούς. Στο ίδιο μήκος κύματος βρίσκονται και οι Maturana & Varela (1980) υποστηρίζοντας μέσα από το πλαίσιο της αυτοποίησης ότι η γραμμικότητα δεν είναι αρκετή για την κατανόηση των ζωντανών συστημάτων. Αυτό είναι αποτέλεσμα του ότι το σύστημα οργανώνει τον εαυτό του και παράγει τα επιμέρους στοιχεία του ενώ παράλληλα αλληλεπιδρά με το περιβάλλον. Αυτή η ικανότητά του σχετικά με τον τρόπο οργάνωσης προσθέτει στο πρόβλημα της μη-γραμμικότητας και του μη-τετριμμένου, τη διάσταση της ιστορίας του ζωντανού συστήματος. Οι von Foerster και Maturana απαντούν σχετικά με την πληροφορία και τη δυναμική ενός τέτοιου συστήματος υποστηρίζοντας ότι αντιδρά στις εξωτερικές παρενοχλήσεις μέσω αυτό-αναφερόμενων δυναμικών (με σκοπό να διατηρήσει τον εαυτό του). Η ιδέα ενός αντικειμενικού έξω κόσμου δεν χρησιμοποιείται διότι λόγω της συγκεκριμένη θεώρησης η έννοια της εξωτερικής ή αντικειμενικής πραγματικότητας δεν έχει κανένα αντικειμενικό νόημα. Ο von Foerster, αλλά και οι Maturana & Varela, όπως θα περιγραφεί παρακάτω (§4.3.1.1), μετά από αρκετά πειράματα σχετικά με παραισθήσεις και οπτικές απάτες καταλήγει στην εξής θέση:

«Η αντίδραση του νευρικού κυττάρου δεν κωδικοποιεί τη φύση των πρακτόρων που προκάλεσαν την απάντηση. Η κωδικοποίηση αφορά μόνο το 'πόσο' του σώματός

μου, σε αυτό το σημείο, και όχι το 'τι'.» (von Foerster 1988, reprint 2003, σελ. 81),
έμφαση στο πρωτότυπο).

Αυτό είναι ένα από τα βασικότερα φιλοσοφικά προβλήματα, όπου η επιστημολογία συναντά την νευρο-ψυχολογία. Το πρόβλημα αυτό καταλήγει στο ερώτημα του πώς γίνεται κάποια νευρικά ερεθίσματα να κάνουν έναν οργανισμό να βλέπει, και άλλα να ακούει, ενώ είναι αδύνατον να μετρηθεί κάποια ποιοτική διαφορά μεταξύ των ερεθισμάτων στην προσπάθεια επί τόπου καταγραφής τους.

Το πόρισμα των σύγχρονων πειραμάτων είναι ότι μόνο το σημείο προορισμού στον εγκεφαλικό φλοιό καθορίζει την ποιότητα της αντίληψης που εμπειράται ο οργανισμός. Οι παραδοσιακές θεωρήσεις της πρώτης τάξης δεν έχουν δώσει καμία απάντηση σχετικά με το τι είναι αυτό που μετατρέπει την ποσότητα και τον προορισμό στο νευρικό σύστημα, σε ποιότητα αντίληψης του κόσμου που 'υπάρχει εκεί έξω'. Αυτό είναι το παλαιό φιλοσοφικό πρόβλημα των 'qualia' (Dretske, 1997; Chalmers, 2002). Ο von Foerster προσπαθεί να συγκεντρώσει όλα τα παραπάνω στο κεντρικό πρόβλημα της νόησης:

«Από τη στιγμή που η πραγματική φύση ενός ερεθίσματος – η ποιότητά του – δεν κωδικοποιείται στην δραστηριότητα του νευρικού συστήματος, η θεμελιώδης ερώτηση που προκύπτει είναι πως ο εγκέφαλός μας εμφανίζει αυτή την τεράστια ποικιλία ενός πολύχρωμου κόσμου όπως τον αισθανόμαστε όταν κανείς είναι άγρυπνος, αλλά μερικές φορές και όταν κάποιος κοιμάται. Αυτό είναι το 'πρόβλημα της νόησης', η αναζήτηση της κατανόησης της γνωστικής διεργασίας.»

«Ο τρόπος με τον οποίο τίθεται μια ερώτηση καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να δοθεί μια αντίστοιχη απάντηση. Ως εκ τούτου, έγκειται σε εμένα να παραφράσω το 'πρόβλημα της νόησης' με τέτοιο τρόπο ώστε τα εννοιολογικά εργαλεία που έχουμε σήμερα στη διάθεσή μας να γίνουν πλήρως αποτελεσματικά. Με αυτό τον σκοπό, αφήστε με να παραφράσω (□) την "νόηση" με τον παρακάτω τρόπο:

Νόηση □ υπολογισμός μιας πραγματικότητας (Cognition □ computing a reality).» (von Foerster 1988, reprint 2003, σελ. 81-82).

Η θεώρηση ότι 'νόηση □ υπολογισμός μιας πραγματικότητας' είναι μια από τις βασικές αξιωματικές προτάσεις της κυβερνητικής. Σε συνδυασμό με την θεώρηση των Maturana & Varela, ότι η ζωή ισούται με τη νόηση, καταλήγει κανείς στο συμπέρασμα ότι, *το να είναι ένα σύστημα ζωντανό, σημαίνει ότι υπολογίζει μια πραγματικότητα ή αντίστοιχα, είναι αυτοποιητικό.*

Το ερώτημα που προκύπτει σε αυτό το σημείο αφορά στο κατά πόσο η οπτική του von Foerster αποτελεί ένα ακόμη παράγωγο των πολυάριθμων ρασιοναλιστικών και βασισμένων στη λειτουργία του υπολογιστή, φιλοσοφιών (δείτε Κεφ. 2). Βέβαια, αυτό δεν ισχύει, διότι όπως θα παρουσιαστεί αμέσως παρακάτω, ο von Foerster έχει κατά νου έναν πολύ πιο βασικό ορισμό του υπολογισμού, από αυτόν της επεξεργασίας συμβόλων από μια μηχανή. Ο von Foerster εξηγεί τον βασικό ορισμό του σχετικά με την έννοια του υπολογισμού στο παρακάτω απόσπασμα:

«Χωρίς καμία βλάβη της γενικότητας, η διεργασία του υπολογισμού (computing – από το com-putare), σημαίνει στην κυριολεξία, τον στοχασμό, την παρατήρηση, τη θεώρηση, το συλλογισμό (putare) των πραγμάτων από κοινού (com), χωρίς καμία σαφή αναφορά σε αριθμητικές ποσότητες. Ιδιαίτερα, θα χρησιμοποιήσω αυτόν τον όρο, υπό αυτή τη γενικότερη έννοια, προκειμένου να υποδείξω κάθε πράξη (όχι απαραίτητως αριθμητική), η οποία μετατρέπει, μεταβάλλει, ανακατατάσσει, ταξινομεί, κτλ. παρατηρούμενες φυσικές οντότητες ('αντικείμενα') ή τις αναπαραστάσεις τους ('σύμβολα').» (von Foerster 1988, reprint 2003, σελ. 82, έμφαση στο πρωτότυπο).

Το παραπάνω αποτελεί μια πολύ ενδιαφέρουσα διεύρυνση και από-μαθηματικοποίηση της έννοιας του υπολογισμού, σε έναν πιο βασικό αλλά παράλληλα ευρύτερο και ασαφέστερο ορισμό, ο οποίος προηγείται κάθε έννοιας μιας μηχανής, ακόμη και της αφηρημένης μηχανής του

Turing, η οποία συνήθως χρησιμοποιείται για τον ορισμό του υπολογισμού. Έτσι, η γνωστική και επιστημολογική θεωρία προσπερνάει την μηχανιστική και δυιστική οπτική του κόσμου.

Στη συνέχεια, ο von Foerster θέτει μια από τις βασικότερες φιλοσοφικές και μεταφυσικές ερωτήσεις. Η επιλογή των συγκεκριμένων ερωτήσεων (δύο πολύ σημαντικές αλλά ακόμη αναποφάσιστες ερωτήσεις) δείχνει το σημείο στο οποίο η οπτική του διαφέρει από την κλασική μηχανιστική και δυιστική επιστήμη:

«(1) Αυτό είναι ένα ζευγάρι ερωτήσεων: Είμαι ανεξάρτητος από το σύμπαν? (δηλαδή οποτεδήποτε παρατηρώ, είναι σαν να παρατηρώ μέσα από το μάτι μιας πόρτας το σύμπαν να ξετυλίγεται). Η είμαι μέρος του σύμπαντος? (δηλαδή οποτεδήποτε πράττω, αλλάζω τον εαυτό μου και το σύμπαν μαζί).

(2) Και αυτό είναι ένα άλλο ζευγάρι ερωτήσεων: Ο κόσμος αποτελεί την πρωταρχική αιτία? (δηλαδή η εμπειρία μου είναι το αποτέλεσμα). Η η εμπειρία μου αποτελεί την πρωταρχική αιτία? (δηλαδή ο κόσμος είναι το αποτέλεσμα).

Γιατί αυτές οι ερωτήσεις είναι αβέβαιες και αναποφάσιστες εξ' αρχής? Απλά, διότι εάν ήταν δυνατόν να αποφασισθούν, θα έπρεπε να είχε επιλεγεί ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο θα μπορούσαν να αποφασιστούν. Αλλά, εφόσον η επιλογή ενός πλαισίου, είναι από μόνη της, η απόφαση μιας αναποφάσιστης ερώτησης, μπορούμε να πάρουμε τις επιλογές σχετικά με αυτές τις ερωτήσεις ως συσκευές παραγωγής του κατάλληλου πλαισίου.» (von Foerster 1991, σελ. 65).

Αυτό σημαίνει ότι κανείς είναι αναγκασμένος να κάνει αυτές τις βασικές επιλογές, και να πάρει την ευθύνη για τον κόσμο που παράγεται ως αποτέλεσμα των συγκεκριμένων επιλογών. Η μεταφυσική που επιλέγει ο von Foerster είναι ότι τα γνωστικά συστήματα αποτελούν μέρος του σύμπαντος και οι εμπειρίες τους αποτελούν τις πρωταρχικές αιτίες. Αυτό είναι ξεκάθαρα ένα είδος κονστρουκτιβιστικής και φαινομενολογικής οπτικής του κόσμου. Σε ένα άλλο σημείο, ο von Foerster καταλήγει ότι:

«Συνοπτικά, προτείνω να ερμηνευθούν οι γνωστικές διεργασίες ως ατέρμονες και αναδρομικά επαναλαμβανόμενες διεργασίες υπολογισμού...» (von Foerster 1973, reprint 1988, σελ. 82-83).

Ένας τρόπος για να ερμηνευθεί ο von Foerster σε αυτό το σημείο, είναι ότι οι ερωτήσεις της αφετηρίας, η φύση της πραγματικότητας και ο τρόπος για να τη γνωρίσει κανείς, είναι λογικά αναγκαίες στη μορφή τους, αλλά ταυτόχρονα, είναι πρακτικά αδύνατο να δοθούν συγκεκριμένες, τελικές, συμβολικές και λογικά συνεπείς απαντήσεις. Έτσι, κανείς είναι αναγκασμένος να επιλέξει ένα πλαίσιο. Η αναζήτηση για καθολικά αληθινές απαντήσεις, δείχνει πάντα να τελειώνει στην αυτό-αναφορικότητα και την εμφάνιση παραδόξων. Αυτό αποτελεί επίγνωση της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης (δείτε για παράδειγμα von Foerster, 1990 και Luhmann, 1995b)

Αλλά, κάνοντας τις συγκεκριμένες ερωτήσεις, μπορεί κανείς να οριοθετήσει κάποιες από τις βασικές προϋποθέσεις για τη δυνατότητα δημιουργίας αυτών των ερωτήσεων. Βέβαια, μια αυτό-αναφορά χωρίς ίχνος παραδόξου δεν φαίνεται να είναι δυνατή μέσω της γλώσσας χωρίς την εισαγωγή κάποιου είδους ανακρίβειας, όπως έδειξαν τα παραδείγματα του Gödel. Συνεπώς, ο von Foerster καταλήγει ότι:

«η πραγματικότητα πέρα από την αποφασιστικότητα της λογικής και των μαθηματικών καταστεί ξεκάθαρο το γεγονός ότι η μηχανιστική προσέγγιση αποτελεί μια επιλογή σχετικά με την οπτική μας για τον κόσμο και σε καμία περίπτωση δεν αποτελεί μια αντικειμενική αλήθεια.» (von Foerster 1991, σελ. 64).

3.3.1 Διάκριση και Παρατήρηση στην Κυβερνητική 2^{ης} Τάξης

Ο von Foerster έχει ξεκάθαρα καταλάβει ότι η μεταφυσική της μηχανιστικής οπτικής παρέχει την επιλογή μεταξύ προσδιορισμού βάσει κάποιου νόμου και της τυχαιότητας (η οποία ορίζεται ως η απουσία νόμου). Όπως ο Spencer-Brown (1972), επιλέγει ένα βασικό χαρακτηριστικό του

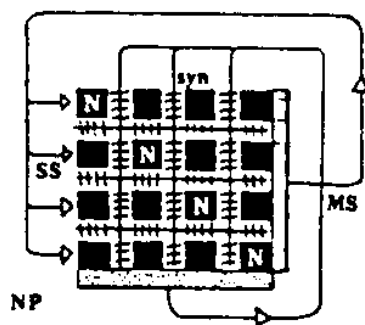
μυαλού, συγκεκριμένα, την ικανότητα, μεταξύ μιας ποικιλίας δυνατοτήτων, να προβαίνει σε μια διάκριση, ως τη βασική και θεμελιώδη φιλοσοφική λειτουργία.

Μια από τις προϋποθέσεις της επιστήμης είναι ότι ο άνθρωπος έχει την ικανότητα να κάνει διακρίσεις και παρατηρήσεις. Η αντιληπτική και γνωστική ικανότητα του ανθρώπου να αποκτά γνώση είναι το θεμέλιο στο οποίο έχει κτιστεί η επιστήμη. Η επίγνωση αυτής της ικανότητας (ή θέλησης) έχει ως αποτέλεσμα να εκκινεί κανείς από τη μέση και όχι από τα άκρα, στην αναζήτηση της γνωστικής διεργασίας. Συγκεκριμένα, υπό αυτή την οπτική, κανείς δεν ξεκινάει από το υποκείμενο ή το αντικείμενο, αλλά από τη διεργασία της νόησης στο γενικότερο εγχείρημα της ζωής. Στο πλαίσιο της ορολογίας του Spencer-Brown, αυτή η οπτική έχει γίνει θεμελιώδης για την κυβερνητική 2^{ης} τάξης, δηλαδή το σημείο εκκίνησης για κάθε διεργασία νόησης είναι η θεμελιώδης ικανότητα της δημιουργίας διακρίσεων. Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα αμέσως παρακάτω, η διάκριση μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος αποτελεί την πρώτη δράση της νόησης. Αυτή είναι η δράση της παρατήρησης, ή, αν κανείς θέλει να χρησιμοποιήσει μία πιο μοντέρνα έννοια, αυτή είναι η *βασική δράση της γνωστικής διεργασίας*.

Το σημείο εκκίνησης της θεώρησης της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης είναι οι δράσεις της *διάκρισης* (*distinction*) και της *παρατήρησης* (*observation*). Προκειμένου ένα σύστημα να μπορέσει να υπάρξει, αρχικά θα πρέπει να οριστεί ή να οροθετηθεί δημιουργώντας ένα σύνορο μεταξύ αυτού και του περιβάλλοντός του. Η κάθε διάκριση στην οποία προβαίνει διακρίνει μεταξύ των στοιχείων του περιβάλλοντος που θα συμπεριληφθούν στο σύστημα και στα υπόλοιπα τα οποία θα μείνουν στο περιβάλλον. Η παρατήρηση από το σύστημα των δύο κόσμων, γίνεται μέσω της παρατήρησης του συνόρου του συστήματος από το ίδιο το σύστημα και είναι το βασικό προαπαιτούμενο για να οριστεί μια ενότητα (σχηματισμένη μέσω διακρίσεων) ως 'σύστημα' (δείτε §5.3.2). Η ικανότητα του συστήματος να παρατηρεί τις διακρίσεις που κάνει, αντανακλάται στην ικανότητα του να αναφέρει στον εαυτό του τα αποτελέσματα των δράσεών του. Αυτό είναι το φαινόμενο της *αυτό-αναφοράς* (*self-reference*), το οποίο δίνει στο σύστημα την ικανότητα να δημιουργεί νέες διακρίσεις (νέες δράσεις) βάσει προηγούμενων δράσεων, να κρίνει τις διακρίσεις αυτές και να αυξάνει την πολυπλοκότητά του δημιουργώντας καινούργια νοήματα για την αλληλεπίδρασή του (vonFoerster, 1969, 1993, 2003), (Luhmann, 1995b).

Βάσει όλων των παραπάνω θέσεων, ο von Foerster εφαρμόζει την επιστημολογία της κυβερνητικής. Ακολουθεί ένα χαρακτηριστικό απόσπασμα σχετικά με τη δομή του νευρικού συστήματος:

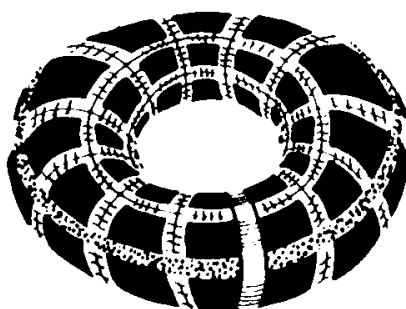
«Τώρα θα ήθελα να σας δείξω κάτι παρόμοιο αναφορικά με το κιναισθητικό σύστημα. Ας υποθέσουμε το τετράγωνο που παρουσιάζεται στο Σχήμα 6... Τα μικρά μαύρα τετράγωνα αναπαριστούν συγκεντρώσεις άμεσα γειτονικών ιών, οι οποίες προβάλλονται προς τα έξω μέσω του κινητικού συστήματος. Για παράδειγμα, αυτό που συμβαίνει όταν κανείς κουνάει το χέρι του, είναι ότι μέσω του αμφιβληστροειδούς μπορεί να παρατηρήσει τις αλλαγές στον εαυτό του (ως σύστημα), οι οποίες ανατροφοδοτούνται άμεσα πίσω στο σύστημα μέσω των υποδοχέων, και με αυτό τον τρόπο επιστρέφουν στο κινητικό σύστημα. Αλλά υπάρχει και ένας δεύτερος βρόχος ή κλειστότητα, και βέβαια, είναι αυτός που επηρεάζει τις συνάψεις μέσω των ορμονών που εκκρίνονται από την υπόφυση. Η υπόφυση, η οποία είναι εφοδιασμένη από μεγάλη πυκνότητα νευρών, παράγει μια συγκεκριμένη ποσότητα ορμονών, η οποία δρα στις συνάψεις έτσι ώστε να υπάρχει μια διπλή κλειστότητα. Αυτός ο διπλός βρόχος μπορεί να αναπαρασταθεί από ένα σχήμα που ένα τόρο (torus) (ένα ντόνατ). Εδώ, η σχισμή της σύναψης μεταξύ της κινητικής και της αισθητηριακής επιφάνειας αναπαρίσταται από το ραβδωτό μεσημβρινό στο κέντρο της μπροστινής επιφάνειας, ενώ η υπόφυση αναπαρίσταται από τον κηλιδωτό ισημερινό και αναπαριστά τον δεύτερο βρόχο.» (von Foerster 1993, reprinted in 2003, σελ. 102).



Σχήμα 6. Κλειστότητα στο κιναισθητικό σύστημα (κεντρικό σχήμα). Ροή σημάτων στο νευρικό σύστημα από την αισθητηριακή επιφάνεια (αριστερό σύνορο S) μέσω δεσμίδας νευρών (μαύρα τετράγωνα N) και συναπτικών διάκενων (syn) στην κινητήρια επιφάνεια (δεξί σύνορο M), η οποία με τη σειρά της αλλάζει την κατανομή του ερεθίσματος κατά μήκος της αισθητηριακής επιφάνειας; Και από την άλλη μεριά, το σήμα ρέει από την νύδρο-υπόφυση (κατώτερο σύνορο NP), η δραστηριότητα της οποίας διαμορφώνει τη σύνθεση των στεροειδών στις συνάψεις και έτσι, διαμορφώνονται οι λειτουργικές ιδιότητες μέσα στην ποικιλία των δεσμίδων από νευρώνες (Από τον von Foerster, 2003.).

Συνεπώς, το νευρικό σύστημα ανατροφοδοτεί τον εαυτό του και επομένως, δημιουργείται ένα κλειστό σύστημα. Αυτό απεικονίζεται από το σύστημα των τετραγώνων στη μέση του παραπάνω σχήματος. Αυτό το σύστημα ξανά-ανατροφοδοτείται στον εαυτό του, δημιουργώντας μια διπλή κλειστότητα. Στη συνέχεια ο von Foerster χρησιμοποιεί το μοντέλο του τόρου για να εξηγήσει τις βασικές έννοιες της νόησης και της αυτονομίας και τις συνέπειές τους σχετικά με το καθήκον των γνωστικών συστημάτων, ως αυτόνομων συστημάτων, την ηθική:

«Οι υπολογισμοί μέσα στον τόρο υπόκεινται σε έναν μη-τετριμμένο περιορισμό και αυτό εκφράζεται στη λογική προϋπόθεση της γνωστικής ομοιόστασης: Το νευρικό σύστημα οργανώνεται (η οργανώνει τον εαυτό του) έτσι ώστε να υπολογίζει μια σταθερή πραγματικότητα. Η συγκεκριμένη προϋπόθεση αποτελεί ρήτρα για την 'αυτονομία', δηλαδή την 'αυτό-ρύθμιση', για κάθε ζωντανό οργανισμό. ... η 'αυτονομία' γίνεται συνώνυμη με τη 'ρύθμιση της ρύθμισης'. Αυτό είναι αυτό που ακριβώς κάνει η διπλά κλειστός τόρος που προβαίνει σε αναδρομικούς υπολογισμούς: ρυθμίζει την ρύθμισή του.



Σχήμα 7. Διπλή κλειστότητα της νευρικής και ορμονικής αιτιώδους αλυσίδας. Οριζόντια κηλιδωτή γραμμή (ισημερινός) αναπαριστά την νύδρο-υπόφυση, ενώ οι κάθετες ραφές (μεσημβρινοί) αναπαριστούν τη σχισμή της σύνταξης μεταξύ της κινητικής και της αισθητηριακής επιφάνειας. (Από τον von Foerster, 2003)

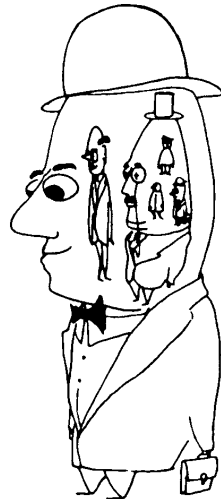
Μπορεί να είναι παράξενο κανείς να επικαλείται την αυτονομία σε τέτοιες στιγμές, εφόσον η αυτονομία συνεπάγεται ευθύνη: εάν είμαι ο μόνος που αποφασίζει πώς να πράττω, τότε είμαι υπεύθυνος για τη δράση μου. Από τη στιγμή που η κανόνας του

πιο δημοφιλούς παιχνιδιού που παίζεται στις μέρες μας είναι το πώς να καταστήσω κάποιον άλλον υπεύθυνο για τις πράξεις μου – το όνομα του παιχνιδιού είναι 'ετερονομία' – το επιχείρημά μου δημιουργεί, όπως καταλαβαίνω, τον πιο μη δημοφιλή ισχυρισμό. Ένας τρόπος για να κουκουλωθεί το επιχείρημα είναι να το απορρίψει κανείς ως άλλη μια προσπάθεια για τη διάσωση του 'σολιψισμού', της άποψης ότι αυτός ο κόσμος βρίσκεται μόνο στη φαντασία μου και η μόνη πραγματικότητα είναι το 'εγώ' που φαντάζεται.» (von Foerster 1988, reprint 2003, σελ. 92).

Επομένως, η επιλογή και η ευθύνη γίνονται θεμελιώδη στην επιστημολογία, στη φιλοσοφία της επιστήμης και στη γνωστική θεωρία του von Foerster και γενικότερα στην επιστημολογική προσέγγιση της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης. Σε αυτό το σημείο, ένα βασικό ερώτημα αφορά στον τρόπο με τον οποίο η συγκεκριμένη επιστημολογία σχετίζεται με τις κλασικές και παραδοσιακές θέσεις. Αρχικά, θα έλεγε κανείς ότι στην κυβερνητική 2^{ης} τάξης γίνεται προφανής η οπτική ενός υποκειμενικά ιδεαλιστικού κονστρουκτιβισμού, χωρίς καμία ουσία, η οποία δείχνει να βρίσκεται πολύ κοντά στον σολιψισμό. Ωστόσο, βάσει της μεταφυσικής της πρωταρχικής διάκρισης, φαίνεται να αναγνωρίζεται ένα είδος υποστρώματος του κόσμου, ως αυτό μέσα από το οποίο αναδύεται (δείτε Κεφ. 4) ο παρατηρητής και το περιβάλλον. Το ερώτημα που προκύπτει είναι τι γίνεται με τα αντικείμενα και με τα υπόλοιπα γνωστικά συστήματα.

Ο von Foerster συνειδητοποιεί αυτό το πρόβλημα και κάνει μια πολύ ενδιαφέρουσα προσπάθεια να δώσει μια λύση στο πρόβλημα των άλλων ψυχών, μέσω της δικής του αρχής της σχετικότητας, την οποία αναφέρει σε αρκετά άρθρα με λίγο διαφορετικούς τρόπους. Το απόσπασμα που ακολουθεί είναι ένα από τα πιο επιτυχημένα, εφόσον αφορά στην παράξενη κατάσταση που βρίσκεται κανείς όταν προσπαθεί να επεξηγήσει με επιστημονικό τρόπο, το ανθρώπινο όν και τη γνωστική διεργασία του. Η ιδιαιτερότητα της κατάστασης απορρέει από το γεγονός ότι κανείς πρέπει να συμπεριλάβει και άλλα ανθρώπινα όντα στην επεξήγησή. Συγκεκριμένα, ο von Foerster λέει ότι:

«...αλλά μιλούσα μόνο για έναν μοναδικό οργανισμό. Η κατάσταση είναι αρκετά διαφορετική όταν υπάρχουν δύο οργανισμοί, όπως θα περιγράψω με τη βοήθεια του κυρίου με το καπέλο τύπου μπόουλερ (Σχ. 8).



Σχήμα 8. Υπόθεση ύπαρξης γνωστικού πράκτορα μέσα σε έναν άλλο γνωστικό πράκτορα.

Επιμένει ότι αποτελεί την μόνη πραγματικότητα, ενώ όλα τα υπόλοιπα εμφανίζονται αποκλειστικά και μόνο στην φαντασία του. Ωστόσο, δεν μπορεί να αρνηθεί το γεγονός ότι το φανταστικό του σύμπαν κατοικείται από φαντάσματα που δεν διαφέρουν από αυτόν. Επομένως, οφείλει να παραδεχτεί ότι και αυτοί (τα φαντάσματα) με τη σειρά τους, μπορούν να ισχυριστούν ότι αποτελούν την μοναδική

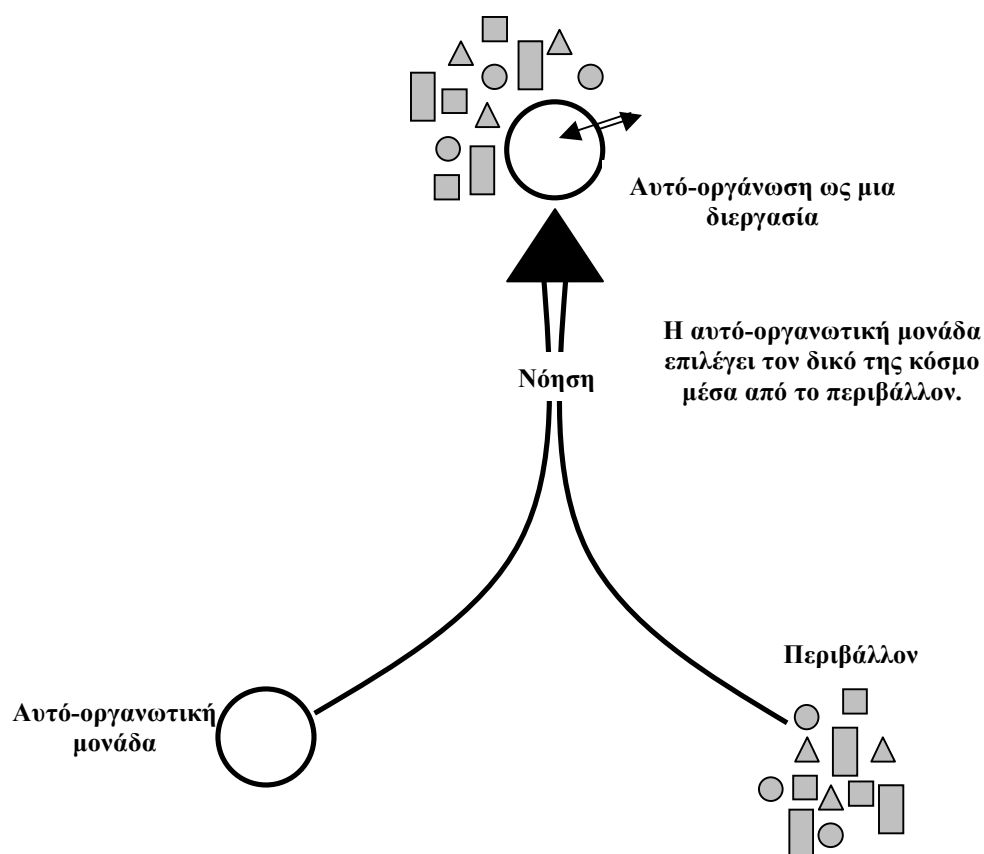
πραγματικότητα και οτιδήποτε άλλο είναι μόνο μια επινόηση της φαντασίας τους. Σε αυτή την περίπτωση, το φανταστικό τους σύμπαν θα κατοικείται από φανταστικές εμφανίσεις, μια από τις οποίες μπορεί να είναι αυτός, ο κύριος με το καπέλο τύπου μπόουλερ.

Σύμφωνα με την αρχή της σχετικότητας, η οποία απορρίπτει μια υπόθεση όταν αυτή δεν ισχύει για δύο εκφάνσεις ταυτοχρόνως, αν και ισχύει για κάθε μια έκφραση χωριστά, (για παράδειγμα, οι κάτοικοι της Γης και οι κάτοικοι της Αφροδίτης μπορεί να είναι λογικά συνεπείς όταν ισχυρίζονται ότι βρίσκονται στο κέντρο του σύμπαντος, αλλά ο ισχυρισμός τους καταρρέει όταν επιχειρήσουν να βρεθούν μαζί), το σολιμιστικό επιχείρημα καταρρέει όταν εκτός από εμένα, επινοώ και άλλους αυτόνομους οργανισμούς. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι από τη στιγμή που η αρχή της σχετικότητας δεν αποτελεί μια λογική αναγκαιότητα, ούτε μια πρόταση που μπορεί να αποδειχθεί ως αληθής ή ως ψευδής, το κρίσιμο σημείο που πρέπει να αναγνωριστεί είναι ότι είμαι ελεύθερος να επιλέξω, είτε να αποδεχτώ και να υιοθετήσω αυτή την αρχή, είτε να την απορρίψω. Εάν την απορρίψω, είμαι το κέντρο του σύμπαντος, η πραγματικότητά μου είναι τα όνειρά μου και οι εφιάλτες μου, η γλώσσα μου είναι ένας μονόλογος και η λογική μου είναι μονολογική. Εάν την υιοθετήσω, ούτε εγώ, αλλά ούτε οι άλλοι μπορούν να είναι το κέντρο του σύμπαντος. Όπως και στο ηλιοκεντρικό σύστημα, θα πρέπει να υπάρχει και ένα τρίτο το οποίο θα είναι η κεντρική αναφορά. Είναι η σχέση μεταξύ του εσύ και του εγώ και αυτή η σχέση είναι η ταυτότητα: *πραγματικότητα = κοινότητα/κοινωνία.*» (von Foerster 1988, reprint 2003, σελ. 92-94). Επομένως, ο κόσμος του κάθε γνωστικού συστήματος δημιουργείται μέσω της 'επικοινωνίας' με τα άλλα γνωστικά συστήματα. Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στην επόμενη ενότητα, τα υπόλοιπα συστήματα 2^{ης} τάξης αποτελούν το περιβάλλον ενός γνωστικού συστήματος, με το οποίο, το κάθε σύστημα, πριν καταφέρει να επικοινωνήσει, προσπαθεί να αλληλεπιδράσει.

3.3.2 Γνωστική Διεργασία και Περιβάλλον

Ο αυτό-αναφορικός βρόγχος εξαφανίζει το κλασικό μοντέλο συστήματος-περιβάλλοντος σύμφωνα με το οποίο, η προσαρμογή του συστήματος στο περιβάλλον του ελέγχεται εξωγενώς και βασίζεται στην πορεία μιας διεργασίας εκμάθησης. Το μοντέλο αυτό αντικαθίσταται από ένα μοντέλο *συστημικής κλειστότητας*, λόγω της οποίας η περιβαλλοντική πολυπλοκότητα βασίζεται μόνο στις παρατηρήσεις του συστήματος, επομένως, η 'πραγματικότητα' για το σύστημα οφείλεται στην παρατήρηση και εξαρτάται από αυτήν. Η αυτό-αναφορά της παρατήρησης δημιουργεί περιεχόμενο (υπό την έννοια της ταξινόμησης και όχι υπό την έννοια του νοήματος – δείτε §4.3.1.2) μέσα στο σύστημα, το οποίο χρησιμοποιείται από το σύστημα ως βάση για περαιτέρω παρατηρήσεις με σκοπό τη μείωση της εξωτερικής πολυπλοκότητας. Το σύστημα που λειτουργεί βάσει περιεχομένου ενεργοποιεί εσωτερικές λειτουργικές δομές, τις οποίες ο von Foerster ονόμασε *ιδιοτιμές* (*eigenvalues* – δείτε §3.3.4.1) (von Foerster, 1977) και χρησιμεύουν ως σημείο αναχώρησης του συστήματος για περαιτέρω αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον.

Κατά αυτόν τον τρόπο, η *κλειστότητα* του συστήματος θεωρείται λειτουργική όσο οι δράσεις του συστήματος είναι οι αιτίες για τη διατήρηση της δυναμικής ισορροπίας του. Ως εκ τούτου, κάθε καινούργια λειτουργία του συστήματος που βασίζεται σε παρατηρήσεις θεωρείται ως *κατασκευή* (*construction*) (δείτε §4.3.1.2) και επί της ουσίας, είναι μια αύξηση της οργάνωσης και της γνωστικής πολυπλοκότητας του συστήματος. Ο von Foerster ήταν από τους πρώτους ερευνητές που προσπάθησαν να περιγράψουν αυτή τη διεργασία του φαινομένου της *αυτό-οργάνωσης* ως *ενδογενή αύξηση της τάξης* (von Foerster, 1960).



Σχήμα 9. Εικονική αναπαράσταση της αυτό-οργανωτικής διεργασίας. Η αυτό-οργανωτική μονάδα και το περιβάλλον παρουσιάζονται ως ξεχωριστές περιοχές (καθάρια για τον σκοπό της παρουσίασης). Στην πραγματικότητα θεωρούνται ως μια κατάσταση πραγμάτων (Προσαρμοσμένο από το Luisi, 2003) (δείτε επίσης §5.3.2.1 και §5.3.4)

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ένα αυτό-οργανωμένο σύστημα είναι ικανό να εδραιώνει και να μεταβάλλει τις λειτουργίες του, όντας υπό αυτή την έννοια ‘αυτόνομο’ ενώ ταυτόχρονα είναι εξαρτημένο από ένα περιβάλλον που όπως υποστηρίζει ο Ashby, προγραμματίζει την αυτό-διατήρηση του συστήματος (Ashby 1962). Συνεπώς, η ιδιότητα της αυτό-αναφοράς μπορεί να υπάρξει μόνο σε σχέση με κάποιο περιβάλλον. Συγκεκριμένα, αυτή είναι η ουσία της αρχής τάξη μέσω θορύβου (*order from noise principle*) όπου ένα αυτό-οργανωμένο σύστημα μπορεί να αυξήσει την τάξη του μεταβαίνοντας σε ανώτερο επίπεδο οργάνωσης μέσω της επιλογής περιβαλλοντικών παρενοχλήσεων και της ενσωμάτωσής τους στη δομή του συστήματος (von Foerster, 1981b). Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι λόγω της φύσης της συστημικής (λειτουργικής/οργανωσιακής) κλειστότητας, όλες οι επιλογές του συστήματος παράγονται εσωτερικά και το σημαντικότερο είναι ότι επιλέγονται από μια εξ’ ολοκλήρου εσωτερικά παραγόμενη περιοχή διακρίσεων¹⁵. Η σχηματική αναπαράσταση της ανάπτυξης και εξέλιξης του γνωστικού συστήματος μέσα από το περιβάλλον του και μέσω αυτού, γίνεται στο Σχ. 9.

¹⁵ Αρκετοί υποστηρικτές της ριζοσπαστικής οπτικής της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης ερμηνεύουν τη λειτουργική/οργανωσιακή κλειστότητα του συστήματος ως απόδειξη της αδυναμίας ενεργής συνεισφοράς του περιβάλλοντος στη δημιουργία και ανάπτυξη του συστήματος (δείτε π.χ. Luhmann, 1995b). Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στην §5.3.2, §5.3.3, §5.3.4 και §5.3.5, το περιβάλλον παίζει εξίσου σημαντικό ρόλο στην δημιουργία, ανάπτυξη και εξέλιξη (ανάδυση – δείτε Κεφ. 4) του συστήματος, σε βαθμό που σύστημα και περιβάλλον εκκινούν ως μια ενιαία οντότητα.

3.3.3 Το Συνολικότερο Πλαίσιο της Αυτό-Οργάνωσης

Η ποικιλία της έννοιας της αυτό-οργάνωσης αλλά και οι διαφορετικές εκδοχές εμφάνισης και διατήρησής της σε ένα σύστημα, προκάλεσαν τη χρήση της στην προσπάθεια εξήγησης και μοντελοποίησης πολλών συστημάτων διαφορετικού είδους. Αυτό είχε ως συνέπεια την θεώρηση της αυτό-οργάνωσης ως μια συνολικότερη και πιο αφηρημένη έννοια που συμπεριλαμβάνει μια ομάδα ειδικότερων και πιο συγκεκριμένων εννοιών. Κάθε μια από τις έννοιες αυτές αντιπροσωπεύουν καταστάσεις όπου ένα σύστημα εμφανίζει αλλαγές την οργάνωσή του έτσι ώστε οι καταστάσεις που προκύπτουν έχουν μια πιο προφανή (πιο έκδηλη, πιο φαινομενικά σωστή) οργάνωση από την προηγούμενη και οι συγκεκριμένες αλλαγές δεν οδηγούνται από εξωτερικές δυνάμεις. Ο τρόπος με τον οποίο ικανοποιούνται οι δύο προαναφερθείσες συνθήκες διαφέρει για διαφορετικά είδη συστημάτων, μερικά από τα οποία, όπως θα περιγραφεί παρακάτω, δεν παρουσιάζουν τις βασικές ιδιότητες της αυτό-οργάνωσης.

3.3.3.1 Αυτό-Παραγωγή

Η έννοια της *αυτό-παραγωγής* (*self-production*) χαρακτηρίζει την διεργασία αναγέννησης των βασικών ή του μεγαλύτερου μέρους των συνθηκών για την ύπαρξη του συστήματος. Ένας οργανισμός είναι ένα αυτό-παραγωγικό σύστημα. Άλλα παραδείγματα αυτό-παραγόμενων συστημάτων είναι το κλιματολογικό σύστημα και τα σμήνη αστερών (Collier, 2004). Η αυτό-παραγωγή είναι μια ειδική περίπτωση όπου μια διεργασία αναπαράγει τις συνθήκες της σε διαφορετικά στάδια, έτσι ώστε σε κάθε στάδιο να παράγονται οι απαιτούμενες συνθήκες για την ύπαρξη του επόμενου σταδίου. Ένα παράδειγμα είναι η αναπαραγωγή των οργανισμών. Η διεργασία της αυτό-παραγωγής δεν πρέπει να συγχέεται με την περίπτωση όπου ένα σύστημα δημιουργείται εξ' αρχής. Είναι μια διεργασία *διατήρησης* (*maintenance*) και στην περίπτωση της αναπαραγωγής, διάδοσης των κατάλληλων συνθηκών παραγωγής και διατήρησης.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η αυτονομία (η οποία θα εξεταστεί εκτενέστερα στο Κεφ. 5) είναι μια ιδιότητα των αυτό-παραγόμενων συστημάτων, όπου οι βασικές συνθήκες για την ύπαρξη του συστήματος είναι καθοριστικές για την διαμόρφωση και διατήρηση της ταυτότητάς του. Είναι προφανές ότι ένα τέτοιο σύστημα είναι ουσιαστικά αυτό-παραγωγικό.

3.3.3.2 Αυτό-Συναρμολόγηση και Αυτό-Διατήρηση

Αυτό-συναρμολόγηση (*self-assembly*) ονομάζεται η διεργασία κατά την οποία προκύπτουν πιο πολύπλοκες μορφές συστημάτων χωρίς εξωτερική καθοδήγηση παρά μόνο λόγω των ιδιοτήτων των επιμέρους στοιχείων του συστήματος. Η διεργασία αυτή μπορεί να είναι προγραμματισμένη, όπως στην περίπτωση των αυτό-συναρμολογούμενων νάνο-εργαλείων (*nanotools*) ή απρογραμματίστη, όπως στην περίπτωση ενός συνόλου λιπιδίων που φτιάχνουν μια μεμβράνη προσανατολίζοντας τα υδροφιλικά και υδροφοβικά τους άκρα αντίστοιχα προς το εξωτερικό και το εσωτερικό της μεμβράνης (http://whatis.techtarget.com/definition/0..sid9_gci516537.00.html). Η αυτό-συναρμολόγηση κατευθύνει το σύστημα προς την κατάσταση ελάχιστης ενέργειας και δεν παράγει καινούργια πληροφορία ή καινούργιο νόημα στο σύστημα, ενώ η τελική κατάσταση είναι κατά κάποιο τρόπο προγραμματισμένη στις προηγούμενες συνθήκες. Εάν η ιδέα του γενετικού προγράμματος των γονιδίων ήταν σωστή, οι οργανισμοί θα ήταν αυτό-συναρμολογούμενα συστήματα μέσω της αρχικής γενετικής πληροφορίας και της τοπικά βρισκόμενης ύλης και ενέργειας. Η αυτό-συναρμολόγηση είναι διασκορπίζουσα (δείτε §3.3.4) διεργασία διαφορετικά το χαμηλότερο ενεργειακό επίπεδο δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί. Όπως ισχυρίζεται ο Collier (2004), μια τέτοια διεργασία δεν είναι σε καμία περίπτωση δημιουργική από τη στιγμή που εξαλείφει κάθε άχρηστη δομική πληροφορία, ενώ δεν παράγει καμία καινούργια.

Ως *αυτό-διατήρηση*¹⁶ θεωρείται η διεργασία κατά την οποία η συνθήκες ύπαρξης ενός συστήματος ενισχύουν την συνέχιση της ύπαρξής του. Τα αυτό-διατηρούμενα συστήματα όπως ένα φλεγόμενο κερί ή τα κελιά τύπου Bénard (Nicolis & Prigogine, 1977) δεν είναι αυτό-παραγωγικά. Η αυτό-διατήρηση είναι επίσης διασκορπίζουσα και στην πιο σύνθετη μορφή της προσομοιάζει με την αυτό-παραγωγή, ενώ στην απλούστερη και σχεδόν στατική μορφή της είναι συναφής της αυτό-συναρμολόγησης, ανιχνεύοντας και διατηρώντας τις ελαχίστως απαραίτητες συνθήκες του περιβάλλοντος. Η συγκεκριμένη περίπτωση ονομάζεται *ομοιόσταση* (*homeostasis*) (δείτε <http://pespmc1.vub.ac.be/HOMEOSTA.html>).

3.3.3.3 Αυτό-Ρύθμιση και Αυτό-Κατευθυντικότητα

Η *αυτό-ρύθμιση* (*self-regulation*) θεωρείται η ασθενέστερη των τελεολογικών εννοιών και διαφορετικά ονομάζεται κυβερνητική ή ομοιοστατική ρύθμιση. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα χρησιμοποιεί *μηχανισμούς ανατροφοδότησης* (*feedback mechanism*) για τη διατήρηση της κατάστασής του μέσα σε ένα σχετικά στενό εύρος τιμών. Ένα παράδειγμα τέτοιου συστήματος είναι ένα σύστημα κλιματισμού με θερμοστάτη, ή ένας πύραυλος που συγκρίνει την αναπαράσταση του στόχου με τις παρατηρήσεις του σχετικά με τον στόχο προκειμένου να τον χτυπήσει. Γενικότερα, αυτό-ρυθμιζόμενα συστήματα είναι τα συστήματα που εμπεριέχουν έναν εσωτερικό κυβερνήτη ή ένα (συνήθως κεντρικό) σύστημα ελέγχου.

Ως *αυτό-κατευθυντικότητα* (*self-direction*) θεωρείται η διεργασία κατά την οποία ένα σύστημα αυτό-κατευθύνει τις δραστηριότητές του (υπό τη μορφή αυτό-ρύθμισης), αλλά και μεταβάλλει το εύρος τιμών των καταστάσεών του (σύστημα κυβερνητικής 2^{ης} τάξης) μέσω μη-γραμμικών μηχανισμών ανατροφοδότησης (δείτε §5.1.6 και §5.3.6.2).

3.3.3.4 Προβλεπτικά Συστήματα

Ένα *προβλεπτικό σύστημα* (*anticipatory system*) μπορεί να ρυθμίσει την κατάστασή του έτσι ώστε να διαμορφώσει αναλόγως τη συμπεριφορά του προκειμένου να μπορέσει μελλοντικά να αλληλεπιδράσει επιτυχώς με το περιβάλλον του. Τα προβλεπτικά συστήματα ποικίλουν από τα καθαρά μηχανικά και εξωτερικά προγραμματισμένα μέχρι τα αυτόνομα συστήματα που ικανοποιούν το παραπάνω κριτήριο (δείτε Κεφ. 5 και συγκεκριμένα, §5.1.2 και §5.3.6). Όλα τα προβλεπτικά συστήματα είναι αυτό-ρυθμιστικά, αλλά το αντίστροφο δεν ισχύει με αποτέλεσμα να γίνονται σημαντικά λάθη στη θεώρηση των συστημάτων της TN και της ρομποτικής (όπως θα αναλυθεί στο Κεφ. 8)

3.3.3.5 Κλειστότητα στην Αιτία Αποτελεσματικότητας και Αυτοποίηση

Η *κλειστότητα στην αιτία της αποτελεσματικότητας* (*closure to efficient cause*) είναι μια έννοια η οποία εισήχθη από τον (Rosen, 1991) προκειμένου να διακρίνει μεταξύ ζωντανών και μη-ζωντανών συστημάτων. Ως αποτελεσματική σχέση αιτίας είναι η αρχική αιτία μιας διεργασίας. Συνεπώς, η κλειστότητα στην αιτία της αποτελεσματικότητας συνεπάγεται την ανυπαρξία εξωτερικής δημιουργίας. Η συγκεκριμένη ιδιότητα είναι συνώνυμη της λειτουργικής κλειστότητας (δείτε §3.2) και επομένως, διέπει τα αυτοποιητικά συστήματα.

Σημειώνεται ότι η έννοια της αυτοποίησης θεωρείται συνώνυμη της αυτό-παραγωγής, αλλά έχει μια πιο περιοριστική χρήση. Ο περιορισμός έγκειται στο ότι τα αυτοποιητικά συστήματα είναι εξ' ορισμού κλειστά στην πληροφορία (όπως θα αναλυθεί παρακάτω §5.2) έτσι ώστε η εξωτερική πληροφορία να μην χρησιμοποιείται στην αυτό-αναπαραγωγή τους. Επίσης, όπως σημειώθηκε στην (§3.2.2) η αυτοποίηση είναι μια εκδοχή της αυτονομίας.

¹⁶ Η έννοια της *αυτό-διατήρησης* θα παίξει σημαντικό ρόλο στην εδραίωση της έννοιας της αυτονομίας όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στο Κεφ. 5 – δείτε §5.3.1.2.

3.3.4 Αυτό-Οργανωτικά Συστήματα και το Φαινόμενο της Αυτό-οργάνωσης¹⁷

Η θεώρηση και οι ιδιότητες της αυτό-οργάνωσης περιγράφουν και προσπαθούν να εξηγήσουν τη φύση των *αυτό-οργανωμένων συστημάτων* (*self-organising systems*) (von Foerster, 1960; 1981; 2003), στα οποία προκύπτουν διάφορα πρότυπα οργάνωσης αυτογενώς (αυθόρμητα), λόγω των αλληλεπιδράσεων των επιμέρους στοιχείων του συστήματος. Οι εν λόγω αλληλεπιδράσεις είναι μη-γραμμικές και συνεπώς, τα αντίστοιχα πρότυπα δεν μπορούν να θεωρηθούν ως το άθροισμα των επιμέρους στοιχείων. Αυτό συνεπάγεται την *διασκορπίζουσα* (*dissipative*) φύση του συστήματος και την λειτουργία του μακριά από τη *θέση θερμοδυναμικής ισορροπίας* (*far from equilibrium*) (Nicolis & Prigogine, 1977). Ως διασκορπίζων θεωρείται το σύστημα στο οποίο η ενέργεια δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένη, αλλά συγκεντρώνεται σε ριπές μέσω των οποίων διασκορπίζεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι περισσότεροι βαθμοί ελευθερίας του συστήματος να βρίσκονται *υπό καταστολή* (*suppression*), ενώ οι υπόλοιπες έχουν τον ρόλο των *παραμέτρων τάξης* (*order parameters*). Οι παράμετροι τάξης εμφανίζονται στις *μεταβάσεις φάσεως* (*phase transitions*) όπου προκύπτουν νέα πρότυπα. Οι *διακυμάνσεις* (*fluctuations*) του συστήματος του επιτρέπουν να ανακαλύπτει καινούργια πρότυπα ξεφεύγοντας από προηγούμενους σταθερούς ελκυστήρες¹⁸. Οι διακυμάνσεις αυτές δεν θεωρούνται ως απλός θόρυβος από τα αυτό-οργανωμένα συστήματα και αυτό είναι η βάση της αρχής της *τάξης μέσω θορύβου* (von Foerster, 1981a; 1984).

Άλλο ένα σημαντικό στοιχείο των αυτό-οργανωμένων συστημάτων είναι οι *παραμέτροι ελέγχου* (*control parameters*) όπου οδηγούν το σύστημα σε αλλαγές προτύπων ενώ οι ίδιες είναι ανεξάρτητες από τα αντίστοιχα πρότυπα. Η αλλαγή της κατεύθυνσης μιας παραμέτρου ελέγχου (π.χ. θερμοκρασία) για συγκεκριμένες χημικές αντιδράσεις, μπορεί να οδηγήσει στο φαινόμενο της *υστέρησης* (*hysteresis*), μια κατάσταση κατά την οποία υφίσταται μια επικαλυπτόμενη περιοχή του χώρου παραμέτρων όπου το σύστημα έχει τη δυνατότητα να εισέλθει σε περισσότερες από μια καταστάσεις, πάντα σε εξάρτηση της κατεύθυνσης της αλλαγής της παραμέτρου ελέγχου.

Για την διευκρίνιση αυτής της περιέργης, πολύπλοκης και κατά τα άλλα, ενδιαφέρουσας κατάστασης, ο Haken (1996) χρησιμοποιεί για παράδειγμα το αυτό-οργανωμένο σύστημα του λέιζερ (laser). Τα ενεργοποιημένα από ένα λέιζερ άτομα αερίου εντός ενός γυάλινου σωλήνα ερεθίζονται μέσω ενός ηλεκτρικού φορτίου και εκπέμπουν κύματα φωτός με τυχαίες (και απρόβλεπτες) φάσεις. Τα εν λόγω κύματα ανακλώνται από καθρέφτες με αποτέλεσμα την παγίδευση του φωτός μέσα στο λέιζερ για μια χρονική περίοδο. Τα άτομα συνεχίζουν να ερεθίζονται όλο και περισσότερο και παράλληλα αυξάνεται η συγκέντρωση των κυμάτων φωτός. Σε κάποια στιγμή λαμβάνει χώρα η διεργασία της *υποκινούμενης ή διεγερόμενης εκπομπής* (*stimulated emission*), όπου ένα κύμα φωτός χτυπάει ένα ερεθισμένο άτομο και το αναγκάζει να απελευθερώσει ενέργεια, η οποία με τη σειρά της ανακτάται από το κύμα φωτός. Τα κύματα φωτός ενισχύονται και ταλαντώνονται αναγκάζοντας τα ηλεκτρόνια των αντίστοιχων ατόμων να ταλαντώνονται στην ίδια φάση. Από τη στιγμή που στο λέιζερ υπάρχουν πολλά κύματα φωτός με

¹⁷ Η συγκεκριμένη περιγραφή και παρουσίαση της αυτό-οργάνωσης αφορά μόνο στα σημεία τα οποία ενδιαφέρουν άμεσα την συγκεκριμένη εργασία. Για μια ενδελεχή αναφορά στις σχετικές έννοιες και τις εφαρμογές της αυτό-οργάνωσης στο εύρος των βιολογικών, γνωστικών και κοινωνικών συστημάτων δείτε (Arshinov and Fuchs, 2003).

¹⁸ Ως *ελκυστήρας* (*attractor*) (Strogatz 1994, σελ. 324) ορίζεται μία περιοχή του χώρου καταστάσεων ενός αυτό-οργανωμένου συστήματος, στην οποία το σύστημα μπορεί να εισέλθει και η οποία είναι η μικρότερη δυνατή. Η βασική καινοτομία των νόμων της θερμοδυναμικής είναι η ιδέα ότι διαφορετικές αιτίες καταλήγουν στο ίδιο αποτέλεσμα, στην κατάσταση με την μεγαλύτερη εντροπία. Η κατάσταση ισορροπίας στην οποία συγκλίνουν οι υπόλοιπες καταστάσεις του συστήματος μπορεί να θεωρηθεί ως ένας ελκυστήρας ο οποίος υπό μία έννοια έλκει όλες τις διαφορετικές πιθανές καταστάσεις του συστήματος με τέτοιο τρόπο ώστε όλες οι *τροχιές* (*trajectories*) του να καταλήγουν στο ίδιο σταθερό σύνολο σημείων.

διαφορετικές φάσεις, το καθένα από τα κύματα, υπό μία έννοια ‘ανταγωνίζεται τα υπόλοιπα’ μέχρι το σημείο όπου κάποιος να υπερισχύσει και να αναγκάσει τα υπόλοιπα να ταλαντωθούν στο δικό του εύρος, το οποίο και παίζει τον ρόλο της παραμέτρου τάξης για το λέιζερ. Υπό αυτές τις συνθήκες το λέιζερ παράγει μια συγκεκριμένη δέσμη φωτός.

Η διεργασία αυτή δεν θα μπορούσε να συμβεί εάν εφαρμόζονταν χαμηλότερα επίπεδα διέγερσης. Το αυξανόμενο ηλεκτρικό φορτίο που παίζει τον ρόλο της παραμέτρου ελέγχου οδηγεί το σύστημα σε αστάθεια, μια κατάσταση στην οποία αρχίζει το σύστημα να αυτό-οργανώνεται. Η σχέση μεταξύ της παραμέτρου τάξης και των στοιχείων των κυμάτων φωτός είναι αυτή της κυκλικής σχέσης αιτίου-αιτιατού (*circular causality*).

Ο Haken, προσπαθεί να περιγράψει τη σχέση αυτή με ένα όχι και τόσο επιτυχημένο παράδειγμα:

«Οι παράμετροι τάξης είναι σαν τον ηθοποιό που χειρίζεται τις μαριονέτες στο κουκλοθέατρο, με μια βασική διαφορά. Όπως φαίνεται εκ του αποτελέσματος τα επιμέρους στοιχεία ενός συστήματος (οι μαριονέτες) μέσω της συλλογικής τους δράσης επενεργούν στις παραμέτρους τάξης, δηλαδή στον χειριστή. Ενώ από τη μία πλευρά οι παράμετροι τάξης καθορίζουν την κίνηση των επιμέρους στοιχείων, αυτά με τη σειρά του καθορίζουν την δράση των παραμέτρων τάξης. Το εν λόγω φαινόμενο ονομάζεται κυκλική σχέση αιτίου-αιτιατού.» (Haken 1996, σελ. 43, έμφαση στο πρωτότυπο).

Η έννοια της κυκλικής σχέσης αιτίου-αιτιατού είναι αρκετά προβληματική από τη στιγμή που οι παράμετροι τάξης είναι αφηρημένες οντότητες. Η συμπεριφορά όμως που χαρακτηρίζεται από αυτές αναδύεται¹⁹ από την αλληλεπίδραση των επιμέρους στοιχείων. Η συνολικά αναδύομενη συμπεριφορά είναι υπεύθυνη για την συνέχιση της συνεργασίας των επιμέρους στοιχείων. Η *αρχή κατακράτησης* (*slaving principle*), δηλαδή το γεγονός ότι οι παράμετροι τάξης κατευθύνουν την συμπεριφορά του συστήματος βοηθά τον παρατηρητή να περιγράψει τέτοια πολύπλοκα συστήματα²⁰.

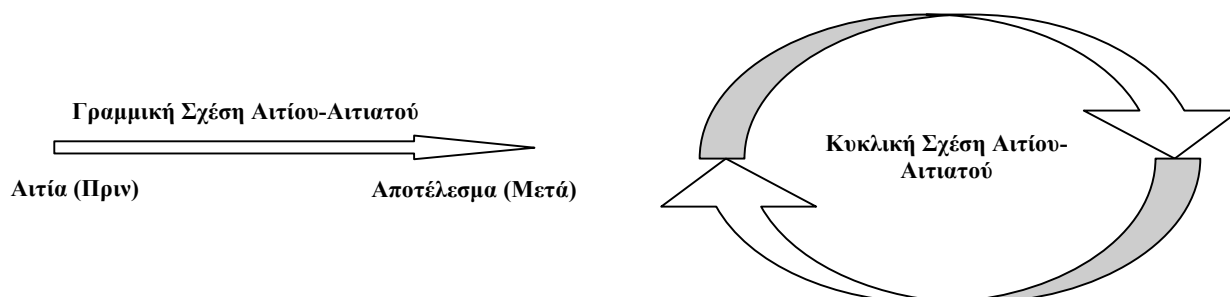
Αλλά προκειμένου να μπορέσει κανείς να κατανοήσει τον τρόπο με το οποίο προκύπτουν οι παράμετροι τάξης θα πρέπει να κατανοήσει τις αλληλεπιδράσεις των επιμέρους στοιχείων. Στην περίπτωση του λέιζερ η παράμετρος ελέγχου (το ηλεκτρικό φορτίο) ήταν εξωγενής των αλληλεπιδράσεων των ατόμων του αερίου και επομένως ανεξάρτητο από αυτά, σε αντίθεση με την παράμετρο τάξης. Προς το παρόν, υπάρχει αρκετή συζήτηση σχετικά με το εάν αυτό είναι απολύτως απαραίτητο να συμβαίνει σε όλα τα αυτό-οργανωμένα συστήματα (Skarda & Freeman, 1987; Varela, 1991) αλλά υπάρχουν βάσιμες υποψίες ότι σχεδόν πάντα χρειάζεται μια εξωτερική παρενόχληση της δυναμικότητας του συστήματος (Collier, 2004a; 2004b).

¹⁹ Η έννοια της ανάδυσης καθώς και η σημασία της στη μελέτη και μοντελοποίηση αυτό-οργανωμένων και γενικότερα αυτόνομων συστημάτων θα αναλυθεί στην §4.1.

²⁰ Ο όρος ‘πολύπλοκότητα’ είναι αρκετά συγκεκριμένος και συχνά χρησιμοποιείται (π.χ. Rosen 1991) για να αναφερθεί σε συστήματα που δεν μπορούν να μοντελοποιηθούν επακριβώς σε όλες τις πτυχές τους. Στην οπτική του Rosen ένα πολύπλοκο σύστημα δεν μπορεί να διαχωριστεί (να υποστεί αποσύνθεση), με έναν μη-τετριμμένο τρόπο, σε ένα σύνολο μερών, το λογικό άθροισμα των οποίων ισοδυναμεί με το σύστημα πριν από το διαχωρισμό του. Γενικότερα, η απαίτηση αυτή παίζει τον σημαντικότερο ρόλο στις σχέσεις μοντελοποίησης του Rosen. Κάποια είδη συστημάτων μπορεί να είναι πολύπλοκα και κάποια άλλα μπορούν να περνούν από φάσεις πολυπλοκότητας. Όπως θα αναφερθεί αναλυτικά παρακάτω στο Κεφ. 5, τα αυτόνομα ζωντανά συστήματα πρέπει να είναι πολύπλοκα, άποψη που έρχεται σε πλήρη συμφωνία με την μη-αποδοχή της λογικής ανάλυσης των αυτό-οργανωμένων συστημάτων από τον von Foerster (δείτε §3.3.1) και δικαιολογεί, τη θεώρηση και μελέτη των αυτόνομων συστημάτων μέσα στο πλαίσιο της κυβερνητικής 2ης τάξης (δείτε Κεφ. 5).

3.3.4.1 Κυκλική Σχέση Αιτίου-Αιτιατού, Αυτό-Αναφορά και Ιδιοσυμπεριφορά

Η σημαντική συνεισφορά της επιστήμης της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης στην επιστημολογία της νόησης είναι η δυνατότητα του παρατηρητή να μετατρέπει το υπό μελέτη σύστημα από ανοικτό σε κλειστό, όσον αφορά την μετατροπή μιας γραμμικής, ανοικτής και ατέρμονης σχέσης αιτίου-αιτιατού, σε μια κλειστή και πεπερασμένη κυκλική σχέση αιτίου-αιτιατού. Ο von Foerster (1974, reprinted 2003) υποστηρίζει ότι η κυκλική σχέση αιτίου-αιτιατού γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ αποτελεσματικής και τελικής αιτίας, δηλαδή, μεταξύ κινήτρου και σκοπού.



Σχήμα 10. Διαφορά μεταξύ γραμμικής και κυκλικής σχέσης αιτίου αιτιατού. Ο βρόχος της κυκλικής σχέσης αιτίου-αιτιατού δεν είναι ένας κύκλος, εφόσον αυτό θα υποδήλωνε μία ατέρμονη επανάληψη της ίδιας ακολουθίας γεγονότων. Αντιθέτως, εδώ υποδηλώνεται η ανάδυσση καινούργιων οργανώσεων ενδογενώς του συστήματος, κατά την οποία, αιτίες και αποτελέσματα δεν μπορούν να διακριθούν ή/και να ξεχωριστούν μεταξύ τους.

Ο von Foerster συνεχίζει τονίζοντας ότι αυτό που χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή είναι ότι με το κλείσιμο της αιτιατής αλυσίδας ο παρατηρητής μπορεί να θεωρήσει ότι έχει εξαφανίσει μεγάλο μέρος της αβεβαιότητάς του για το σύστημα, εφόσον δεν χρειάζεται πια να ανησυχεί για τις αρχικές συνθήκες οι οποίες υποδεικνύονται από τις τελικές. Η προσοχή συνίσταται στο ότι μόνο συγκεκριμένες τιμές αυτών των συνθηκών παρέχουν μια λύση για τις διεργασίες του κύκλου. Ο von Foerster ονομάζει το συγκεκριμένο πρόβλημα ως ένα πρόβλημα *ιδιοτιμής* (*eigenvalue*) (von Foerster, 1974, reprinted 2003, σελ. 230).

Στην (§3.3.2) σημειώθηκε ο ρόλος του περιβάλλοντος σχετικά με την εξέλιξη ενός αυτό-οργανωμένου συστήματος. Συγκεκριμένα, η ιδιότητα της αυτό-αναφοράς (§3.3.1), μέσω της οποίας το σύστημα δημιουργεί νέες διακρίσεις και επομένως νέες κατασκευές ως προς το περιβάλλον του, δεν μπορεί να υπάρξει παρά μόνο σε σχέση με το αντίστοιχο περιβάλλον. Ο von Foerster (1981) ονόμασε το αποτέλεσμα της ιδιότητας της αυτό-αναφοράς του συστήματος, δηλαδή, την έμμεση κατάταξη των ιδιοτήτων του περιβάλλοντος από το σύστημα ως *ιδιοσυμπεριφορά* (*eigenbehavior*). Κατά συνέπεια, υιοθέτησε την προϋπόθεση της ύπαρξης κάποιων σταθερών δομών (ιδιοτιμές) οι οποίες διατηρούνται κατά τις διάφορες λειτουργίες των δυναμικών της οργάνωσης του συστήματος (Rocha, 1996). Όπως σημειώθηκε στην §3.3.1 ο von Foerster υποστήριξε ότι τα αποτελέσματα της παρατήρησης δεν αναφέρονται άμεσα σε πραγματικά αντικείμενα, αλλά είναι το αποτέλεσμα διαδοχικών γνωστικών και κιναισθητικών λειτουργιών σε μια σύζευξη υποκειμένου/περιβάλλοντος. Ως εκ τούτου,

«οι ιδιοτιμές αναπαριστούν τα εκδηλωμένα της εξωτερικής παρατήρησης των ενδοσκοπικά (ή αυτό-αναφορικά) προσβάσιμων γνωστικών λειτουργιών.» (von Foerster, 1977, reprinted 2003, σελ. 265, *έμφαση στο πρωτότυπο*).

Ο von Foerster συνεχίζει λέγοντας ότι:

«Κανείς, οντολογικά σκεπτόμενος, δεν μπορεί να διαχωρίσει μεταξύ των ιδιοτιμών και των αντικειμένων και των οντογενετικά σταθερών συμπεριφορών και της εκδήλωσης της κατανόησης των αντικειμένων αυτών από ένα υποκείμενο.» (von Foerster, 1977, reprinted 2003, σελ. 266).

Συνεπώς, η έννοια της ίδιο-συμπεριφοράς χρησιμοποιείται για τον ορισμό της συμπεριφοράς ενός αυτό-οργανωμένου γνωστικού συστήματος το οποίο μέσω της κλειστότητας των

κιναισθητικών αλληλεπιδράσεων του νευρικού συστήματος αναπτύσσει αντιληπτικές κανονικότητες ως αντικείμενα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι ιδιοτιμές είναι συγκεκριμένες για συγκεκριμένες γνωστικές λειτουργίες και για τον τρόπο με τον οποίο αναγνωρίζουν τα αποτελέσματα της παρατήρησης, δηλαδή, για τις αντίστοιχες δυναμικές της δομής του συστήματος. Οι τελευταίες αφορούν στα πραγματικά στοιχεία του συστήματος και στις μεταξύ τους σχέσεις οι οποίες δημιουργούν τα αντίστοιχα δυναμικά. Βάσει των παραπάνω, κάθε σύστημα, γνωστικό ή βιολογικό, το οποίο έχει την δυνατότητα να συσχετίσει εσωτερικά αυτό-οργανωμένες σταθερές δομές (ιδιοτιμές) με αμετάβλητες καταστάσεις της αλληλεπίδρασής του με κάποιο περιβάλλον, μπορεί να θεωρηθεί ότι επιδεικνύει ιδιοσυμπεριφορά. Όπως φυσικά συνεπάγεται, αυτά τα συστήματα θεωρούνται *οργανωσιακά κλειστά (organizationally closed)* από τη στιγμή που οι εσωτερικές σταθερές καταστάσεις τους μπορούν να οριστούν μόνο σε σχέση με τη συνολική δυναμική δομή που τις υποστηρίζει.

Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα παρακάτω, το προαναφερθέν πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης έδωσε σημαντική ώθηση στην αλλαγή της οπτικής για τη μελέτη της νόησης, καθώς επίσης, εισήγαγε καινούργιες και σημαντικές έννοιες, οι οποίες παίζουν κύριο ρόλο και χαρακτηρίζουν κάθε πλαίσιο και μοντέλο που προσπαθεί να εξηγήσει τη γνωστική διεργασία κάτω από τη συγκεκριμένη οπτική. Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή της *θεωρίας δυναμικών συστημάτων (dynamical systems theory)*, ως το πιο απλουστευμένο χαρακτηριστικό μοντέλο του γενικότερου πλαισίου της αυτό-οργάνωσης, το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί πολλές φορές για την μοντελοποίηση της νόησης (έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για την μοντελοποίηση της ενσωματωμένης γνωστικής διεργασίας – δείτε §4.2 και §4.2.2.2), με σχετική επιτυχία στις γνωστικές διεργασίες χαμηλού επιπέδου (όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα στο Κεφ. 8).

3.3.5 Θεωρία Δυναμικών Συστημάτων και Μοντελοποίηση της Νόησης (Γνωστικής Διεργασίας)

Σχετικά πρόσφατα αρκετοί ερευνητές από τον χώρο της φιλοσοφίας και της γνωστικής επιστήμης αλλά και της ΤΝ πρότειναν τη *Θεωρία Δυναμικών Συστημάτων (Dynamical Systems Theory)*, από εδώ και στο εξής ΘΔΣ) ως μια νέα πρόκληση στη προσέγγιση του computationalism για την θεώρηση και μοντελοποίηση της γνωστικής διεργασίας. Γνωστικοί φιλόσοφοι σαν τον Tim van Gelder (1995a; 1995b; 1998; 2000) θεώρησαν το σύστημα νους/εγκέφαλος ως ένα μηχανικό σύστημα που είναι καλύτερα να κατανοηθεί μέσω εξισώσεων του χώρου κατάστασης. Υπό αυτή το πρίσμα, η γνωστική διεργασία είναι το αποτέλεσμα των δυναμικών ενός συστήματος, παρά το αποτέλεσμα ενός απλού υπολογιστικού σχήματος. Η ΘΔΣ ήρθε στο προσκήνιο ως ένα εναλλακτικό πλαίσιο από αυτό του κογνιτιβισμού και όχι ως απλώς ένας ακόμη συμπληρωματικός μηχανισμός. Η βασική της ιδέα είναι ότι προσφέρει μια θεωρία βάσει της οποίας τα αναπαραστασιακά συστήματα μπορούν να αλληλεπιδράσουν και να προσαρμοστούν στο περιβάλλον τους χωρίς να πρέπει να χρειάζονται εξηγήσεις σχετικά με την αγκίστρωση των συμβόλων και άλλα παρόμοια προβλήματα (δείτε §2.5.1 και §2.5.2).

3.3.5.1 Η Σύγκριση του Van Gelder Μεταξύ Δυναμικών και Υπολογιστικών Συστημάτων

Προκειμένου η διαφορά μεταξύ ενός computational και ενός δυναμικού συστήματος να παρουσιαστεί αρκετά επεξηγηματικά ο van Gelder επιλέγει να περιγράψει δύο εκδοχές υλοποίησης μιας συσκευής (ενός κυβερνήτη) αυτόματης ρύθμισης της βαλβίδας μιας ατμομηχανής προκειμένου να διατηρήσει έναν σφόνδυλο (βολάν) σε αμετάβλητη ταχύτητα. Ο van Gelder υποστηρίζει ότι ο πρώτος τρόπος που μπορεί η εν λόγω διεργασία να επιτευχθεί είναι ο παρακάτω αλγόριθμος:

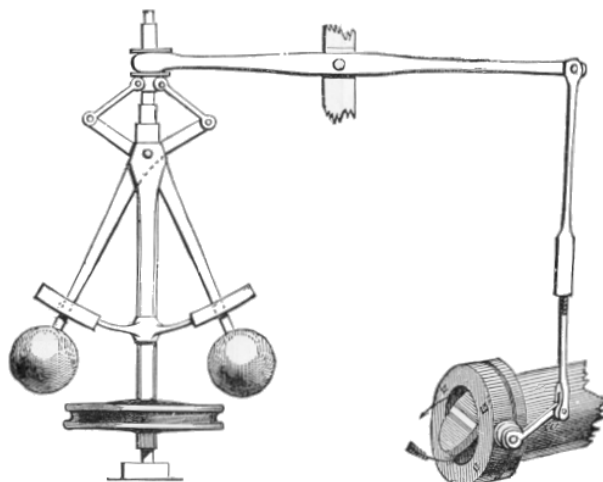
- i. Μέτρηση της ταχύτητας του σφονδύλου
- ii. Σύγκριση της πραγματικής με την επιθυμητή ταχύτητα.

- iii.* Εάν δεν υπάρχει μεταβολή, η διαδικασία επιστρέφει στο βήμα (i). Διαφορετικά, θα πρέπει: **A.** να μετρηθεί η τρέχουσα πίεση του ατμού, **B.** να υπολογιστεί η επιθυμητή μεταβολή της πίεσης του ατμού, **Γ.** να υπολογιστεί η απαραίτητη ρύθμιση της βαλβίδας.
- iv.* Να γίνει η ρύθμιση της βαλβίδας.

Ο van Gelder (1995) υποστηρίζει ότι ο δεύτερος τρόπος επίτευξης της παραπάνω διεργασίας είναι μέσω της συσκευής του *φυγοκεντρικού κυβερνήτη (centrifugal governor)* του James Watt's. Η εν λόγω συσκευή δεν χρησιμοποιεί κάποιον αλγόριθμο αλλά λύνει το πρόβλημα λόγω της φύσης της κατασκευής της. Ο van Gelder υποστηρίζει ότι η συμπεριφορά του φυγοκεντρικού κυβερνήτη μπορεί να περιγραφεί μέσω διαφορικών εξισώσεων δεύτερης τάξης, αλλά όχι σύμφωνα με υπολογιστικούς όρους. Για τον van Gelder (1995) τα υπολογιστικά συστήματα φέρουν τις ιδιότητες της αναπαράστασης, του υπολογισμού, της διαδοχικής και κυκλικής λειτουργίας και της *ύπαρξης ενός ανθρωπάριου στο εσωτερικό του συστήματος (homuncularity postulation)*, σε αντίθεση με τα δυναμικά συστήματα όπου αυτές οι ιδιότητες δεν συναντιόνται.

Στην περίπτωση της υπολογιστικής υλοποίησης τους κυβερνήτη οι μετρήσεις των πιέσεων του ατμού και της ταχύτητας του σφονδύλου θεωρούνται ως αναπαραστάσεις και καταχωρούνται και χρησιμοποιούνται ως σύμβολα. Αντιθέτως, ο φυγοκεντρικός κυβερνήτης συμπεριφέρεται με τέτοιο τρόπο ώστε η γωνία των αιωρούμενων βραχιόνων του να σχετίζεται με την ταχύτητα της μηχανής. Σε αυτή την περίπτωση οι συγκεκριμένες γωνίες δεν μπορούν να θεωρηθούν ως αναπαραστάσεις της ταχύτητας της μηχανής για τέσσερις λόγους:

- i.* δεν υπάρχει κανένα όφελος στο να περιγραφεί η παραπάνω σχέση με όρους αναπαράστασης από τη στιγμή που η συμπεριφορά του φυγοκεντρικού κυβερνήτη μπορεί να εξηγηθεί με καθαρά μη-αναπαραστασιακούς όρους.
- ii.* ενώ η στατιστική συσχέτιση μεταξύ της γωνίας των βραχιόνων και της ταχύτητας της μηχανής δεν είναι αρκετά ισχυρή για να εδραιώσει μια αναπαραστασιακή σχέση. Ο κυβερνήτης και η μηχανή αλληλοκαθορίζονται (αλληλοσχετίζονται) σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην υπάρχει μια μονόδρομη σχέση αναπαράστασης-αναπαραριστάμενου. Είναι βέβαιο ότι κανείς δεν μπορεί να αποδώσει μια διακριτή, συμβολική αναπαράσταση της ταχύτητας της μηχανής σε σχέση με τη γωνία των βραχιόνων.
- iii.* κανείς, δεν μπορεί να μιλάει ούτε καν για σχέση καθαρής συσχέτισης, εφόσον το τελευταίο επιτυγχάνεται μόνο όταν το σύστημα έρθει σε κατάσταση ισορροπίας και αντίστοιχα παύει να ισχύει όταν το σύστημα φύγει από την ισορροπία.
- iv.* το κατάλληλο 'εννοιολογικό εργαλείο' για την κατανόηση του φυγοκεντρικού κυβερνήτη δεν είναι η έννοια της αναπαράστασης αλλά η γενικότερη έννοια της δυναμικής λειτουργίας (van Gelder, 1995).



Σχήμα 11. Ο φυγοκεντρικός κυβερνήτης του Watt.

Ο van Gelder συνεχίζει την κριτική του υποστηρίζοντας ότι από τη στιγμή που δεν υπάρχουν επεξεργάσιμες αναπαραστάσεις, ο φυγοκεντρικός κυβερνήτης δεν μπορεί, εκ φύσεως, να θεωρηθεί υπολογιστικό σύστημα. Η διαδοχική και κυκλική φύση ενός υπολογιστικού κυβερνήτη, δηλαδή, η επαναλαμβανόμενη κυκλική διαδικασία μέτρησης της γωνίας και της τρέχουσας ταχύτητας και εν συνεχεία ρύθμισης της ταχύτητας δεν παρατηρούνται στον φυγοκεντρικό κυβερνήτη. Επίσης, όσο η υπολογιστικός κυβερνήτης εκτελεί τους υπολογισμούς του μέσα στο κατάλληλο χρονικό διάστημα, δεν υπάρχουν χρονικοί περιορισμοί. Με άλλα λόγια, το βήμα της μέτρησης στην παραπάνω διαδικασία μπορεί να διαρκέσει το 95% ή το 5% του συνολικού κύκλου, χωρίς να υπάρχει κανένας λόγος να γνωρίζει κανείς τον ακριβή χρόνο.

Αντίθετα, στην περίπτωση του φυγοκεντρικού κυβερνήτη δεν υπάρχει τέτοια χρονική ελευθερία εφόσον οι λειτουργίες του γίνονται όλες ταυτόχρονα και όχι διαδοχικά. Τέλος, ο *περιορισμός της ύπαρξης ενός ανθρωπάριου (ενός ανεξάρτητου γνωστικού πράκτορα) (homuncularity constraint)* στο υπολογιστικό σύστημα αναφέρεται στην ικανότητα διαχωρισμού της συνολικής λειτουργίας του υπολογιστικού συστήματος σε επιμέρους απλούστερες λειτουργίες, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οποίων είναι η επικοινωνία των αποτελεσμάτων της μιας στην άλλη. Είναι προφανές, ισχυρίζεται ο van Gelder, ότι αυτό δεν συμβαίνει σε ένα δυναμικό σύστημα όπως ο φυγοκεντρικός κυβερνήτης (van Gelder, 1995).

3.3.5.2 Η ΘΔΣ ως Μοντέλο της Γνωστικής Διεργασίας

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο van Gelder υποστηρίζει ότι η ΘΔΣ πρέπει να αντικαταστήσει το κλασσικό κογνιτιβιστικό πλαίσιο²¹. Η κύρια διαφορά μεταξύ των δύο πλαισίων είναι η αποδοχή των λειτουργιών μέσω των οποίων επιτυγχάνεται ο συντονισμός των επιμέρους διεργασιών του συστήματος. Στην περίπτωση των κογνιτιβιστικών συστημάτων η συντονισμένη δράση επιτυγχάνεται μέσω διαταγών μιας κεντρικής μονάδας επεξεργασίας. Οι διαταγές παίρνουν τη μορφή των προδιαγραφών συμπεριφοράς των μονάδων κίνησης, ενώ ο συνολικός συντονισμός της κινητικής συμπεριφοράς γίνεται μέσω 'έξυπνου' συνδυασμού των κανόνων από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Αντιθέτως, στην προσέγγιση των δυναμικών συστημάτων γίνεται η παραδοχή ότι η συνολική συμπεριφορά του συστήματος οδηγείται από συλλογικές μεταβλητές υψηλού επιπέδου, η κατάσταση των οποίων προσδιορίζεται από διαφορικές εξισώσεις. Με άλλα λόγια, ο έλεγχος και ο συντονισμός δεν επιβάλλεται στο σύστημα από ψηλά, αλλά βρίσκεται μέσα στο σύστημα από την αρχή και συντελεί στην εξέλιξή του. Συγκεκριμένα ο van Gelder σχολιάζει ότι:

«Το βασικό χαρακτηριστικό (της ΘΔΣ) είναι ότι ο συντονισμός θεωρείται ως επεξηγηματικός και όχι ως βρισκόμενος εκεί μέσω ενός ιθύνων νου σαν αυτόν του ψηφιακού υπολογιστή που στέλνει συμβολικές οδηγίες την σωστή στιγμή, αλλά ως μια αναδυόμενη ιδιότητα ενός μη-γραμμικού δυναμικού συστήματος που αυτό-οργανώνεται γύρω από κάποιες αστάθειες/μεταβλητότητες.» (van Gelder 1998, σελ. 616).

Στη συνέχεια, ο van Gelder τονίζει ένα σύνολο αποτελεσμάτων της προσέγγισης της ΘΔΣ στην εξήγηση της γνωστικής διεργασίας. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζει ότι:

- η προσέγγιση της ΘΔΣ μεταφέρει το επίκεντρο της γνωστικής διεργασίας από απλές περιγραφές καταστάσεων και διακριτοποιημένες μεταβάσεις εισόδου-εξόδου σε συνεχόμενες χρονικά δομημένες διεργασίες.
- τη θέση εσωτερικών δομικών επεξηγήσεων που επικαλούνται λειτουργικά στοιχεία του συστήματος (δείτε §1.3), παίρνουν δυναμικές εξηγήσεις που χρησιμοποιούν γεωμετρικά

²¹ Αν και ορθά αμφισβητεί το κλασσικό κογνιτιβιστικό πλαίσιο, κάνει το λάθος να θεωρεί τα συνεκτικά συστήματα ως υλοποιήσεις των μοντέλων των δυναμικών συστημάτων – βλ., §2.3.7 σχετικά με δικαιολόγηση της ταύτισης των συνεκτικών συστημάτων με τα υπολογιστικά και §3.3.5.3 για προβλήματα από τον συγκεκριμένο ισχυρισμό του van Gelder.

μοντέλα (χώρου καταστάσεων), τα οποία επικαλούνται θέσεις, αποστάσεις, περιοχές και τις ιδιότητες των ροών (περιοχές δυναμικών μονοπατιών) του συστήματος ως όλον (σύνολο),

- η αλληλεπίδραση αντιμετωπίζεται ως σύζευξη του συστήματος με το περιβάλλον (δείτε §3.2.1 και §3.3.4.1) και όχι ως εναπόθεση κατάστασης και θεωρείται ότι συμβαίνει σε παράλληλες και όχι σε σειριακές διαδικασίες (van Gelder, 1998).

Ως εκ τούτου ο van Gelder θέτει τέσσερις αρκετά σοβαρούς λόγους για την υιοθέτηση της ΘΔΣ ως μια πειστική (κατάλληλη) θεωρητική υπόθεση (θεώρηση) για τη γνωστική επιστήμη:

- i.* Τονίζει ότι μέχρι τώρα το πλαίσιο των δυναμικών συστημάτων κρίνεται ως εμπειρικά επιτυχές, τόσο στις φυσικές επιστήμες, όπου έχει χρησιμεύσει ως πλαίσιο μοντελοποίησης της συμπεριφοράς φυσικών φαινομένων, όσο και στη γνωστική επιστήμη, που χρησιμοποιείται υπό τη μορφή ‘σχολών’ εμπειρικής έρευνας και εφαρμογής των δυναμικών μοντέλων (δείτε π.χ. Busemeyer & Townsend, 1993; Thelen & Smith, 1993; Sulis & Combs, 1996; Beer, 1997; 1998; 2000; 2003).
- ii.* Η γνωστική διεργασία, στην φυσιολογική της μορφή, συμβαίνει σε πραγματικό χρόνο, επομένως η ΘΔΣ είναι καταλληλότερη για την μοντελοποίησή της, έναντι της ανεξάρτητης από τον χρόνο υπολογιστικής προσέγγισης.
- iii.* Η γνωστική διεργασία είναι ενσωματωμένη σε ένα νευρικό σύστημα, σε ένα σώμα και το πιο σημαντικό, σε κάποιο περιβάλλον, ενώ στο υπολογιστικό πλαίσιο ο ρόλος της ενσωμάτωσης αφαιρείται.
- iv.* Η ΘΔΣ μπορεί να εξηγήσει την *ανάδυση* (δείτε §4.1) της νόησης μέσω της θεωρίας της αυτό-οργάνωσης, ιδιότητα που αγνοείται εντελώς στο κλασσικό κογνιτιβιστικό πλαίσιο.

Όπως αναφέρεται και στο Κεφ. 8 η ΘΔΣ έπαιξε σημαντικό ρόλο στη μοντελοποίηση της γνωστικής διεργασίας και στη σχεδίαση συστημάτων ΤΝ. Ωστόσο, παρακάτω αναλύονται βασικά προβλήματα της προσέγγισης, τα οποία την κάνουν ανεπαρκή τόσο στην εξήγηση και μοντελοποίηση της γνωστικής διεργασίας, όσο και στη σχεδίαση τεχνητών γνωστικών συστημάτων.

3.3.5.3 Αδυναμίες και Μειονεκτήματα της ΘΔΣ σε Σχέση με τη Γνωστική Διεργασία

Αν και η θεώρηση του van Gelder αρχικά δείχνει να αποτελεί μια πραγματικά ουσιαστική εναλλακτική επιλογή, μια προσεκτικότερη και πιο κριτική ματιά θέτει σε αμφισβήτηση ακόμη και το εάν βρίσκεται στο σωστό δρόμο. Επί της ουσίας, ο van Gelder, αλλά και σχεδόν αναγκαστικά όλοι οι υποστηρικτές της ιδέας ότι η γνωστική διεργασία μπορεί να μοντελοποιηθεί ως ένα δυναμικό σύστημα, απλά αποφεύγουν να απαντήσουν στο ερώτημα του τι είναι ένα γνωστικό σύστημα. Συγκεκριμένα ο van Gelder λαμβάνοντας μια διαισθητική κατανόηση του φαινομένου ως δεδομένη, δεν προσπαθεί να χαρακτηρίσει τη γνωστική διεργασία αλλά λέει ότι:

«η ερώτηση στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν είναι τι κάνει ένα σύστημα να χαρακτηρίζεται ως γνωστικό, αλλά πως λειτουργούν οι γνωστικοί πράκτορες.» (van Gelder, 1998, σελ. 619).

Αν και ισχυρίζεται ότι τα γνωστικά συστήματα είναι δυναμικά συστήματα ‘ειδικών τύπων’ θεωρεί ότι χρειάζεται περαιτέρω εμπειρική εργασία για να διευκρινιστούν οι εν λόγω τύποι. Το γεγονός αυτό, όπως υποστηρίζουν οι Christensen & Hooker (2004), όχι μόνο διακυβεύει το στάτους της προσέγγισης της ΘΔΣ ως απολύτως ανάλογη του κογνιτιβισμού, αλλά δείχνει και την παρανόηση της ουσίας του κογνιτιβιστικού πλαισίου από τον van Gelder και τους υπόλοιπους υποστηρικτές της ΘΔΣ. Η αναλογία στη θεώρηση εμφανίζεται στον ισχυρισμό του van Gelder ότι η κύρια αντίθεση των δύο μοντέλων είναι ότι το θεωρητικό υπόβαθρο της υπολογιστικής υπόθεσης είναι αυτό της επιστήμης των υπολογιστών, ενώ για την υπόθεση των δυναμικών συστημάτων είναι η ΘΔΣ.

Η παρανόηση έρχεται από το γεγονός ότι το κογνιτιβιστικό πλαίσιο είναι κάτι πολύ περισσότερο από την απλή υπόθεση ότι η επιστήμη των υπολογιστών εφοδιάζει με τα κατάλληλα εργαλεία τη γνωστική επιστήμη. Εκτός αυτού, παρέχει μια ισχυρή σύλληψη της φύσης των γνωστικών πρακτόρων αλλά και μια εξήγηση:

- της *επιστημικής ικανότητας* (σε σχέση με την κατοχή εσωτερικών αναπαραστάσεων που κωδικοποιούν πληροφορία αναφορικά με το περιβάλλον - *epistemic capacity*),
- της *ικανότητας έλλογης σκέψης και συμπερασματολογίας* (σε σχέση με την ύπαρξη αλγορίθμων που βελτιστοποιούν τον υπολογισμό αληθείας των πεποιθήσεων και της ικανοποίησης των στόχων του πράκτορα - *rationality*) και
- της *προσαρμοστικής ικανότητας* (σε σχέση με τη λογική αντίδραση στην αναπαριστώμενη κατάσταση του περιβάλλοντος - *adaptive capacity*).

Ασχέτως με το εάν οι παραπάνω θεωρητικές εξηγήσεις επαρκούν, η κογνιτιβιστική προσέγγιση παρέχει μια σχεδόν πλήρης και συστηματική θεώρηση της φύσης της γνωστικής διεργασίας. Αντιθέτως, η ΘΔΣ δεν έχει κάποιο ολοκληρωμένο πλαίσιο να προτείνει, παρά μόνο κάνει υποδείξεις σχετικά με τη σημασία των δυναμικών μοντέλων στην εξέταση των νοητικών φαινομένων (Christensen & Hooker 2004).

Τα προβλήματα της ΘΔΣ δεν τελειώνουν εδώ. Υπάρχει ακόμη ένα, αρκετά σημαντικό πρόβλημα, σχετικά με τους περιορισμούς που θέτει η ΘΔΣ στην μοντελοποίηση της γνωστικής διεργασίας. Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, η ΘΔΣ δεν παρέχει κανένα γενικό τρόπο μοντελοποίησης της οργάνωσης του συστήματος, αλλά αντιθέτως, η εφαρμογή της αποκρύπτει σημαντικές πτυχές της οργάνωσης και λειτουργίας ενός γνωστικού συστήματος. Στην §3.3.5.2 αναφέρθηκε ότι στην ΘΔΣ προτιμώνται γεωμετρικά μοντέλα χώρου καταστάσεων, αντί των κλασικών εσωτερικών μοντέλων λειτουργικής οργάνωσης. Σε αυτή την περίπτωση, το σύστημα μοντελοποιείται ως ένα σημείο μέσα στο χώρο, του οποίου οι διαστάσεις αντιπροσωπεύουν τις παραμέτρους μεταβολής, οι οποίες, στο σύνολό τους, περιγράφουν τη συμπεριφορά του συστήματος. Έτσι, η αλλαγή στην κατάσταση προσδιορίζεται ως μετακίνηση μέσα σε αυτόν το χώρο.

Ωστόσο, οι Christensen & Hooker (2004) σημειώνουν ότι αυτός ο τύπος μοντελοποίησης δεν μπορεί να περιγράψει με συγκεκριμένο τρόπο τη φυσική οργάνωση του συστήματος. Για παράδειγμα, μέσα από αυτό το πρίσμα μοντελοποίησης, ένα χημικό ρολόι και ένα εκκρεμές, μπορούν να μοντελοποιηθούν ως ισοδύναμοι δυναμικοί ταλαντωτές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η επιλογή των κρίσιμων μερών του συστήματος να επαφίεται στον εκάστοτε μελετητή. Αυτό ενέχει σημαντικά προβλήματα για την ικανοποίηση της νατουραλιστικής προϋπόθεσης, η οποία συνεπάγεται την ικανότητα του αντίστοιχου γνωστικού πλαισίου να μην παρέχει μόνο γενικεύσεις, αλλά και συγκεκριμένα δεδομένα αναφορικά με την οργάνωση ενός γνωστικού συστήματος.

3.3.5.3.1 Το Λάθος της Σύνδεσης της ΘΔΣ με το Συνεκτικό Πλαίσιο

Ο van Gelder (1995) αποδέχεται το συνεκτικό πλαίσιο (δείτε §2.3) ως ένα υποσύνολο της προσέγγισης της ΘΔΣ. Η απόφασή του αυτή βασίζεται στο ότι το συνεκτικό πλαίσιο έχει πολλές και τρανταχτές διαφορές από το υπολογιστικό, με κύρια διαφορά το γεγονός ότι παρόλο την αναπαραστασιακή ερμηνεία που επιδέχεται, οι διεργασίες στις οποίες εμπλέκεται ένα συνεκτικό σύστημα είναι αριθμητικές και όχι συμβολικές και επιπροσθέτως, αυτές οι αναλογικές αριθμητικές λειτουργίες έχουν συνήθως μη-γραμμική και δυναμική φύση. Συγκεκριμένα ο van Gelder λέει:

«Ο πυρήνας της υπόθεσης των δυναμικών συστημάτων, δηλαδή ότι τα βέλτιστα μοντέλα οποιασδήποτε γνωστικής διεργασίας θα προσδιορίσουν ακολουθίες, όχι διάρθρωσης συμβόλων διαφόρων τύπων, αλλά αριθμητικών καταστάσεων, ταυτίζεται ταυτοχρόνως με την θεώρηση των γνωστικών συστημάτων όχι σαν συσκευές που μετατρέπουν συμβολική είσοδο σε συμβολική έξοδο, αλλά ως

πολύπλοκα συστήματα διαρκούς, ταυτόχρονης και αμοιβαίως προσδιορισμένης αλλαγής, χαρακτηριστικά, για την μοντελοποίηση των οποίων, τα εργαλεία της ΘΔΣ είναι τα πλέον κατάλληλα.» (van Gelder 1995, σελ. 373, η έμφαση προστέθηκε).

Η παραπάνω θεώρηση είναι επί της αρχής αστήρικτη. Αφενός ο αριθμητικός υπολογισμός είναι συμβολικός υπολογισμός και αφετέρου, όπως αναπτύχθηκε στην §2.3.7 τα συνεκτικά συστήματα εμπίπτουν στην κατηγορία των υπολογιστικών συστημάτων από τη στιγμή που και εκεί πραγματοποιείται επεξεργασία συμβόλων. Παρόλα αυτά θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι ο van Gelder υποστηρίζει την περιγραφή των νευρώνων μέσω της χρήσης ανυσμάτων και βαρών αντί των συμβόλων '0' και '1' που είναι απίθανο να βρίσκονται στον εγκέφαλο ενός γνωστικού συστήματος. Αλλά ακόμη και αυτό είναι τόσο πιθανό όσο και απίθανο.

Η τελευταία δικαιολογία του van Gelder ως προς την προτίμησή του στα συνεκτικά συστήματα είναι ότι αποφεύγουν τον περιορισμό ύπαρξης ανθρωπάριου (homuncularity constraint) στο σύστημα. Αυτό επιτυγχάνεται εμμέσως λόγω της δυσκολίας ενός συνεκτικού συστήματος να διαχωριστεί σε επιμέρους λειτουργίες. Πιο συγκεκριμένα, η συνάρτηση την οποία υπολογίζει ένα συνεκτικό δίκτυο δεν είναι θεμελιώδης, αλλά η διάκριση σε επιμέρους θεμελιώδεις συναρτήσεις σε σχέση με όλες τις τιμές των βαρών των νευρωνικών συνδέσεων μπορεί να μην είναι εφικτή.

Η συγκεκριμένη δικαιολογία είναι επίσης αστήρικτη. Σε κάποιο επίπεδο της ανάλυσης, θεμελιώδεις συναρτήσεις συναντιόνται και στα υπολογιστικά συστήματα. Επίσης, όλες οι συναρτήσεις που υπολογίζει ένα συνεκτικό δίκτυο μπορούν να προσεγγιστούν σε κάποιο βαθμό μέσω προσεγγίσεων τύπου Fourier, χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης με ένα κρυμμένο επίπεδο νευρώνων να υπολογίζει συναρτήσεις συνημίτονου (Hecht-Nielsen, 1989; Cybenko, 1989). Επομένως, οι διεργασίες ενός συνεκτικού δικτύου μπορούν να διαχωριστούν σε επιμέρους διαδικασίες σε ένα μεγάλο βαθμό και επομένως δεν αποφεύγουν τον περιορισμό του ανθρωπάριου.

3.3.5.4 Αναπαραστάσεις στα Μοντέλα Δυναμικών Συστημάτων

Φαίνεται ότι τελικά, το επιχείρημα του van Gelder αναφορικά με τη φύση των αναπαραστασιακών έναντι των μη-αναπαραστασιακών συστημάτων, ανάγεται στο παρακάτω: αν η συμπεριφορά ενός συστήματος μπορεί να περιγραφεί μέσω μη-γραμμικών εξισώσεων, τότε το σύστημα είναι μη-αναπαραστασιακό. Γενικότερα, έχουν αρκετοί προσπαθήσει να δικαιολογήσουν τέτοιου είδους διαχωρισμούς. Το πρόβλημα όμως παρουσιάζεται όταν κανείς λάβει σοβαρά υπόψη του τη νατουραλιστική προϋπόθεση, μια συνεπαγωγή της οποίας είναι, ότι ένα υπολογιστικό μοντέλο που περιγράφει τη συμπεριφορά ενός συστήματος δεν ισοδυναμεί με το ίδιο το σύστημα.

Η επιλογή του van Gelder να αποδώσει μη-συμβολικές/μη-αναπαραστασιακές ιδιότητες στο συνεκτικό πλαίσιο ήταν λανθασμένη. Ωστόσο, με αυτό τον τρόπο έθεσε τα θεμέλια για την εδραίωση μιας πραγματικά δυναμικής θεώρησης. Συγκεκριμένα, ο ισχυρισμός του van Gelder ότι τα δυναμικά συστήματα δεν κατέχουν επεξεργάσιμες και διαχειρίσιμες αναπαραστάσεις, καταδεικνύει την ανάγκη για καινούργιες εκδοχές της πληροφορίας, της επεξεργασίας της πληροφορίας και του νοήματος. Η αναφορά του σε θέματα αμοιβαίας σχέσης αιτίου-αιτιατού (ισχυρά επηρεασμένος από την κυκλική σχέση αιτίου-αιτιατού – δείτε §3.3.4.1), τονίζει μια ουσιαστική διαφορά στους μηχανισμούς μεταξύ υπολογιστικών και δυναμικών συστημάτων.

Η κριτική του van Gelder ξεκινάει από τον ισχυρισμό, ότι αν ένα γνωστικό σύστημα δεν κατέχει απλές και διαχειρίσιμες/επεξεργάσιμες αναπαραστάσεις, τότε οι πολύπλοκες πληροφοριακές του καταστάσεις δεν μπορούν να εξηγηθούν μέσω της αποσύνθεσής τους σε άλλες απλούστερες αναπαραστάσεις. Η θέση του van Gelder είναι αρκετά ριζοσπαστική. Όπως αναφέρθηκε στην §2.3, μια από τις βασικές κριτικές του κοννεξιονιστικού πλαισίου ήταν η αποτυχία να μιμηθεί την ανθρώπινη δυνατότητα σύνθεσης αναπαραστάσεων. Οι κοννεξιονιστές απάντησαν προσπαθώντας να δείξουν ότι οι αρχιτεκτονικές τους μπορούσαν να συνθέσουν τις αντίστοιχες αναπαραστάσεις, ωστόσο, ανεπιτυχώς.

Η θέση της ΘΔΣ είναι εντελώς διαφορετική, υποστηρίζοντας ότι η σύνθεση και αποσύνθεση των αναπαραστάσεων είναι ένας μύθος, διότι το μυαλό και ο εγκέφαλος δεν φέρουν αναπαραστάσεις. Έτσι, αντί να προσπαθήσουν να ακολουθήσουν την επιχειρηματολογία υπεράσπισης των κοινωτιστών, οι υποστηρικτές της ΘΔΣ προσπάθησαν να παρέχουν μια εναλλακτική έννοια της πληροφορίας. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η πρόταση του Kelso (1997), όπου υποστηρίζει ότι οι παράμετροι τάξης, οι οποίοι κατά κάποιο τρόπο αντιστοιχούν στις σχέσεις μεταξύ διαφόρων πτυχών των δυναμικών συστημάτων, είναι από μόνες τους πληροφοριακές. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι:

«οι παράμετροι τάξης στα βιολογικά συστήματα είναι λειτουργικά προσδιορισμένες και εξαρτημένες από το πλαίσιο δράσης, πληροφοριακές μεταβλητές... Οι παράμετροι τάξης είναι σημασιολογικές, σχεσιακές ποσότητες, οι οποίες είναι ενδογενώς σημαντικές για τη λειτουργία του συστήματος. Τι θα μπορούσε να είναι πιο ουσιαστικό για έναν οργανισμό, περισσότερο από μια πληροφορία που προσδιορίζει τις σχέσεις συντονισμού και εναρμόνισης μεταξύ των επιμέρους στοιχείων του, αναφορικά με τη σχέση του ίδιου του συστήματος με το περιβάλλον του. Αυτή η οπτική στρέφει τα πληροφοριακά δυναμικά της αλληλεπίδρασης μυαλού-ύλης προς το ίδιο το σύστημα. Αντί κανείς να μεταχειρίζεται να δυναμικά ως αποτέλεσμα των συνηθισμένων φυσικών σχέσεων και την πληροφορία ως ένα συμβολικό κώδικα, δηλαδή προσπαθώντας να αντιστοιχίσει τον τρόπο με τον οποίο ένα πρόγραμμα σχετίζεται με έναν υπολογιστή, τα δυναμικά θεωρούνται και μελετούνται ως μεστά από σημασιολογικό περιεχόμενο.» (Kelso 1997, σελ. 145).

Η διατύπωση του Kelso θα μπορούσε να υπόκειται σε μια μορφή της γενικότερης κριτικής του Searle (1992; 1997), κατά την οποία, εφόσον οι παράμετροι τάξης δεν είναι ενδογενείς των φυσικών δυναμικών των δυναμικών συστημάτων, ο Kelso μπερδεύει την περιγραφή ενός συστήματος με τη φύση του. Ωστόσο, ο Kelso δεν έχει κάνει το λάθος να αποδώσει συντακτικές διαστάσεις στις λειτουργίες του μυαλού. Μια παράμετρος τάξης, κατά κάποιο τρόπο, συλλαμβάνει τη συμπεριφορά του συστήματος χωρίς να απαιτείται η παραδοχή ότι η συγκεκριμένη παράμετρος είναι με τον ένα ή τον άλλο τρόπο ενδογενής του συστήματος. Ειδικότερα, ο Kelso δεν υποστηρίζει τόσο την σημαντικότητα των παραμέτρων τάξης, αλλά το γεγονός ότι οι σχέσεις μεταξύ των επιμέρους στοιχείων του συστήματος είναι ενδογενώς σημαντικές, δηλαδή συνιστούν νόημα για το σύστημα και επομένως, οι παράμετροι τάξης που περιγράφουν αυτές τις σχέσεις, κατ' επέκταση περιγράφουν τα σημαντικά του συστήματος.

Η θέση του Kelso φαίνεται αρκετά ασαφής, αν κανείς έχει ως σημείο αναφοράς τα κογνιτιστικά ή τα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος και ταυτόχρονα του ίδιου του πράκτορα. Από την άλλη, η εν λόγω θέση είναι αρκετά σαφής, όταν κανείς τη μελετήσει αναφορικά με το συνολικότερο συστημικό-κυβερνητικό πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης. Το οποιοδήποτε νόημα του συστήματος κατασκευάζεται ενδογενώς του συστήματος μέσω των διαφόρων ενδο-διαμορφώσεων που υποστηρίζονται από τις συσχετίσεις των επιμέρους στοιχείων του συστήματος και οδηγούνται από την αλληλεπίδραση του τελευταίου με το περιβάλλον του.

Γενικότερα, στη ΘΔΣ και σε όλο το πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, υπονοείται μια άμεση σύνδεση μεταξύ μυαλού και περιβάλλοντος, γεγονός που δεν έρχεται στο προσκήνιο όταν κανείς επιχειρεί να μελετήσει και να περιγράψει τη γνωστική διεργασία ξεκινώντας από την εξήγηση του τρόπου με τον οποίο αποκτούν νόημα τα διάφορα σύμβολα.

3.4 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάστηκε μια ιδιαίτερος σημαντική αντιπρόταση στα κογνιτιστικά και εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια θεώρησης της γνωστικής διεργασίας. Το συστημικό-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, όντας απολύτως συμβατό με την νατουραλιστική προϋπόθεση, προτείνει την εδραίωση της έννοιας του νοήματος στην αυτό-οργάνωση του

συστήματος, δηλαδή στις εσωτερικές διεργασίες συσχέτισης και ενδο-διαμόρφωσης των επιμέρους στοιχείων του κατά την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον.

Το αυτό-οργανωμένο σύστημα, μέσα από τα εσωτερικά δίκτυα των διεργασιών του, διακρίνει το περιβάλλον του και κατασκευάζει ενδογενείς σημαντικές ταξινομήσεις του περιβάλλοντος. Η καθαρά βιολογική εκδοχή αυτών των διακρίσεων ορίζει το πλαίσιο της αυτοποίησης, βάσει του οποίου, η γνωστική διεργασία ταυτίζεται με τη ζωή και η δράση του συστήματος με την κατασκευή νοήματος. Αυτό αποτελεί βασική αλλαγή τροχιάς, όσον αφορά τη μελέτη της νόησης και της δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος, εφόσον υπό αυτό το πρίσμα, κανείς είναι αναγκασμένος να ξεκινήσει τη διερεύνηση του νοήματος από τη μελέτη και τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών που προσδίδουν το φαινόμενο της ζωής σε ένα σύστημα, και όχι από την εξήγηση των γνωστικών ικανοτήτων υψηλού επιπέδου που χαρακτηρίζουν ένα εξελιγμένο γνωστικό πράκτορα.

Σε όλο το συστημικό-κυβερνητικό πλαίσιο δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο περιβάλλον, το οποίο, σε αντίθεση με τα πλαίσια που παρουσιάστηκαν στο Κεφ. 2, δεν ορίζεται ως μια στατική και αντικειμενική ποσότητα, ούτε επίσης έχει έναν αποκλειστικά προσδιοριστικό και πλήρως καθοριστικό ρόλο. Αντιθέτως, σύστημα και περιβάλλον δημιουργούνται και προσδιορίζονται συγχρόνως, εφόσον οποιαδήποτε διάκριση του συστήματος είναι ταυτόχρονα περιεκτική και αποκλειστική.

Όλες οι εκδοχές ενός αυτό-οργανωτικού συστήματος απορρίπτουν την ύπαρξη και μεταφορά οντολογικής πληροφορίας από το περιβάλλον προς το σύστημα και αντιστρόφως. Ακολουθώντας, υποστηρίζουν τη λειτουργία και εξέλιξη του συστήματος χωρίς την ύπαρξη αναπαραστάσεων. Ειδικότερα, η έννοια της αναπαράστασης απορρίπτεται εξολοκλήρου και τονίζεται η αδυναμία αποσύνθεσης του σημαντικού περιεχομένου του συστήματος στην σημαντικότητα των επιμέρους στοιχείων του και υπονοείται μια πιο κατανοητή και περισσότερο ενσωματωμένη φύση του νοήματος, η οποία αναδύεται μέσα από τα εκάστοτε δυναμικά της αυτό-οργάνωσης. Τέλος, η συστημικό-θεωρητική προσέγγιση του κυβερνητικού πλαισίου της αυτό-οργάνωσης και ειδικότερα, το πλαίσιο της αυτοποίησης, είναι η πρώτη σημαντική προσπάθεια θεώρησης της αυτονομίας ενός ζωντανού/γνωστικού συστήματος μέσα από τα χαρακτηριστικά της λειτουργικής οργάνωσής του.

Τα συστημικό-θεωρητικά, κυβερνητικά και αυτό-οργανωτικά μοντέλα, της αυτοποίησης, των δυναμικών γνωστικών συστημάτων, καθώς και των αυτό-παραγόμενων, αυτό-ρυθμιζόμενων και προβλεπτικών συστημάτων, φαίνονται να είναι πλησιέστερα της γνωστικής διεργασίας, τουλάχιστον, όπως αυτή παρατηρείται να εμφανίζεται στα διάφορα γνωστικά συστήματα. Ωστόσο, η αντίστοιχη θεώρηση και ανάλυση των 'μηχανισμών' υποστήριξης της δημιουργίας και διεξαγωγής των αντίστοιχων λειτουργικών οργανώσεων δεν επιτρέπουν την αναλυτική περιγραφή και μοντελοποίηση των γνωστικών διεργασιών ενός συστήματος, πέρα από το πρωταρχικό στάδιο των γνωστικών ικανοτήτων πολύ χαμηλών επιπέδων. Παρόλα αυτά, ο ενδο-διαμορφούμενος χαρακτήρας της πληροφορίας, η ενδογενής κατασκευή του νοήματος και η έννοια της αυτονομίας, θα παίξουν σημαντικό ρόλο στην εδραίωση ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάλυσης, εξήγησης και μοντελοποίησης της δημιουργίας και της εξέλιξης του νοήματος σε ένα γνωστικό σύστημα.

Πριν όμως παρουσιαστεί το εν λόγω πλαίσιο στο Κεφ. 5, στο επόμενο κεφάλαιο, Κεφ. 4, θα επιχειρηθεί η αναλυτική και κριτική παρουσίαση των δύο πολύ ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της ανάδυσης και της ενσωμάτωσης. Όπως φάνηκε στο τρέχον κεφάλαιο, αυτές είναι δύο ιδιότητες που διέπουν τα συστήματα κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και γενικότερα, όλα τα ζωντανά/γνωστικά συστήματα. Η κριτική ανάλυση των χαρακτηριστικών αυτών των ιδιοτήτων θα οδηγήσει στην εδραίωση ενός πληρέστερου πλαισίου εξήγησης της δημιουργίας του νοήματος και των αντίστοιχων γνωστικών συστημάτων, εφόσον θα διαλευκάνει ακόμη περισσότερο τη φύση, τόσο του νοήματος και της γνωστικής διεργασίας, όσο και του ιδίου του γνωστικού συστήματος.

4 - Η Ανάγκη για τη Θεώρηση Ενός Νέου Είδους Αναπαραστάσεων

4.1 Ανάδυση και Νατουραλισμός Αντί Αναγωγισμού

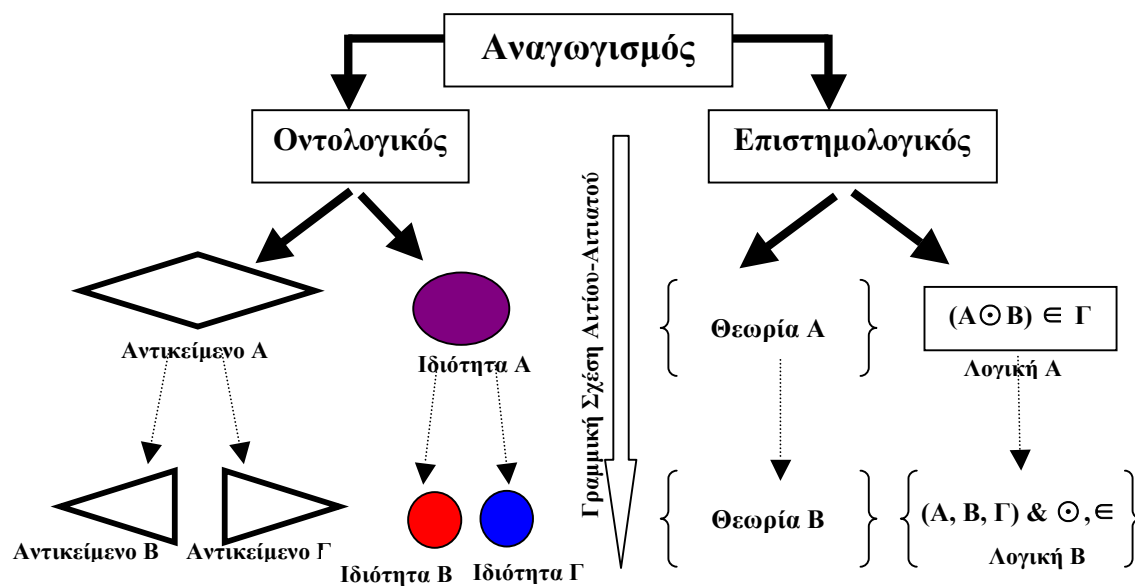
Ανάμεσα στις εμφανείς διαφορές των γνωστικών πλαισίων που έχουν περιγραφεί μέχρι τώρα, υπάρχει ένα ιδιαίτερα κοινό σημείο. Σε όλες τις περιπτώσεις τα εν λόγω πλαίσια προσπαθούν να εξηγήσουν τον τρόπο με τον οποίο στο γνωστικό σύστημα προκύπτουν καινούργια ‘συστατικά’ μέσω ενός είδους ‘επεξεργασίας’ των ήδη υπάρχοντων ‘συστατικών’ του. Στην περίπτωση των κογνιτιβιστικών πλαισίων οι καινούργιες συμβολικές αναπαραστάσεις προκύπτουν από επεξεργασία υπάρχουσών συμβολικών αναπαραστάσεων. Στη θεώρηση της Millikan ένα εκ προθέσεως εικονίδιο συνδυάζεται με άλλα εικονίδια για την παραγωγή εικονιδίων που μεταφέρουν καινούργιο αναπαραστασιακό περιεχόμενο, το οποίο με τη σειρά του θα αποτελέσει τη βάση για την διαμόρφωση των καινούργιων πεποιθήσεων κτλ. Στο αιτιολογικό πλαίσιο του Dretske ο απαιτούμενος συνδυασμός γίνεται μεταξύ των αντίστοιχων αιτιολογικών δομών, όπως αυτές προκύπτουν από την ιστορία εκμάθησης του συστήματος. Στο πλαίσιο της αυτοποίησης, αν και όπως συμβαίνει και στο γενικότερο πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης, δεν γίνεται λόγος για αναπαραστάσεις και αναπαραστασιακό περιεχόμενο (δείτε §4.3.1), τα υπάρχοντα στοιχεία και οι υπάρχουσες διεργασίες παραγωγής του συστήματος παράγουν τα καινούργια στοιχεία και τα μεταξύ τους δίκτυα διεργασιών, ενώ γενικότερα, στο πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης η καινούργια συμπεριφορά το συστήματος, άρρηκτα συνδεδεμένη με την οργάνωσή του, προκύπτει από τις τοπικές, μη-γραμμικές αλληλεπιδράσεις των υπάρχοντων δομικών του στοιχείων.

Συνολικότερα, ανεξαρτήτως του τρόπου συγκρότησης, η εκ νέου εμφάνιση ‘συστατικών’ σε ένα σύστημα αντιπροσωπεύεται από την έννοια της *ανάδυσης* (*emergence*) η οποία, όπως θα αναλυθεί παρακάτω, χαρακτηρίζει τη φύση του κάθε συστήματος βάσει της μορφής με την οποία το διέπει.

Όπως αναφέρθηκε στο τέλος του Κεφ. 2 (δείτε §2.6.6 και §2.7), ο πιο βασικός παράγοντας της θεωρητικής εδραίωσης του πλαισίου που αναζητείται στην παρούσα εργασία, είναι η ικανοποίηση της νατουραλιστικής προϋπόθεσης για όλο το ζητούμενο εύρος της εφαρμογής του πλαισίου. Η νατουραλιστική προϋπόθεση οδηγεί προς την επιλογή ενός πλαισίου που θα στοχεύει στην περιγραφή των ενεργειών, αλλά και στην επεξήγηση των μηχανισμών της αλληλεπίδρασης ενός γνωστικού συστήματος, μέσα από μια *μη-αναγωγική* (*non-reductive*) προσέγγιση. Η αρχή της *αναγωγής* (*reduction*) υποστηρίζει ότι ο κόσμος αποτελείται από στατικά αντικείμενα που διέπονται από συγκεκριμένες και προκαθορισμένες ιδιότητες. Τα αντικείμενα αυτά συνδέονται και φτιάχνουν μεγαλύτερα αντικείμενα, οι ιδιότητες των οποίων εξαρτώνται από τις συγκεκριμένες ιδιότητες των επιμέρους στοιχείων τους (των αρχικών αντικειμένων).

Επομένως, στο αναγωγιστικό πλαίσιο σκέψης, η πολυπλοκότητα κάθε συστήματος μπορεί να εξεταστεί (οντολογικά ή επιστημολογικά) διαχωρίζοντας/αποσυνθέτοντας το σύστημα στα επιμέρους στοιχεία του, μελετώντας τη συμπεριφορά του κάθε στοιχείου ξεχωριστά και προσθέτοντας (σχεδόν καθαρά αθροιστικά) τις επιμέρους συμπεριφορές ώστε να βρεθεί η συνολική συμπεριφορά του συστήματος. Ως εκ τούτου, η μελέτη κάθε συστήματος ανάγεται στην απόλυτη γνώση και μελέτη του χαμηλότερου επιπέδου των οντοτήτων από το οποίο συνίσταται (δείτε Σχ. 12). Τα προβλήματα της αρχής του αναγωγισμού είναι πολλά και σημαντικά, ιδιαίτερα όταν κανείς προσπαθεί να την εφαρμόσει στην ανάλυση και εξήγηση πολύπλοκων φαινομένων, όπως αυτό της νόησης. Παρόλα αυτά, η αναγωγική αρχή προσδίδει ένα πλαίσιο εξήγησης των μηχανισμών της γνωστικής διεργασίας σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο της ανάλυσης. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο υιοθετήθηκε από το κογνιτιβιστικό πλαίσιο,

βέβαια, μεταφέροντας εκεί όλα τα μειονεκτήματά της, τα οποία αποτελούν την πρωταρχική πηγή των προβλημάτων που παρουσιάστηκαν στις §2.2, §2.3 και §2.6.



Σχήμα 12. Οντολογικός και Επιστημολογικός Αναγωγισμός

Εφόσον, όπως προαναφέρθηκε, η έννοια της ανάδυσης φαίνεται, ότι με τον ένα ή τον άλλον τρόπο, διέπει όλα τα πλαίσια εξήγησης της γνωστικής διεργασίας, το ερώτημα που προκύπτει είναι κατά πόσο η οποιαδήποτε αντίστοιχη δημιουργία/κατασκευή/συνδυασμός μπορεί να θεωρηθεί ως *γνήσια αναδύομενη* (*genuinely emergent*). Αναλυτικότερα, το ερώτημα αφορά στο αν οι υποτιθέμενες αναδύομενες ιδιότητες δεν είναι τίποτε το ξεχωριστό, από έναν άλλο τρόπο για να αναφερθεί κανείς στα πολύπλοκα δυναμικά των εσωτερικών υπολογισμών, των εξελικτικών/αιτιολογικών δομών δράσης και της αυτό-οργάνωσης, τα οποία ευθύνονται για την οποιαδήποτε ανάδυση, έχοντας έναν καθαρά αναγωγικό αλλά παράλληλα βαθειά κρυμμένο χαρακτήρα. Αν ισχύει το τελευταίο, τότε κανείς δεν δικαιούται να μιλά για ανάδυση, αλλά για απλό αναγωγισμό. Στην περίπτωση όμως που οι καινούργιες ιδιότητες εδραιώνουν μια καινούργια και ξεχωριστή οργάνωση, τότε μπορεί κανείς να αναφερθεί στα αντίστοιχα αναδύομενα φαινόμενα. Αυτό κάνει αρκετά δύσκολη τη θεωρητική εδραίωση και πραγμάτωση της ιδιότητας της ανάδυσης, ιδιαίτερα στο γενικότερο πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης, όπου, όπως αναλυτικά αναφέρθηκε στο Κεφ. 3, δεν μπορεί να γίνει η αποσύνθεση των λειτουργικών μερών του συστήματος, χωρίς βλάβη της ολότητάς του.

Μια γρήγορη και συνηθισμένη απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι ότι αν κανείς επιθυμεί να διατηρήσει την μη-δυσιστική και υλιστική (ματεριαλιστική) αρχή της σύγχρονης επιστήμης, φαίνεται ότι δεν έχει άλλη επιλογή από το να αποδεχτεί την αναγωγική θέση, η οποία εκφράζεται στο πρώτο επίπεδο ερμηνείας των αναδύομενων ιδιοτήτων (δείτε §4.1.3.1). Βάσει αυτής της θέσης, οτιδήποτε, σε τελική ανάλυση, μπορεί να εξηγηθεί από ένα σύνολο νόμων των λογικών ιδιοτήτων του συστήματος. Επιπροσθέτως, οποιεσδήποτε διακρίσεις μεταξύ των διαφόρων αναδύομενων επιπέδων της αυτό-οργάνωσης δεν θεωρούνται υπαρκτές, αλλά αποδίδονται μόνο από τον παρατηρητή του φαινομένου, πάντοτε σε σχέση με το συγκεκριμένο επίπεδο της λογικής περιγραφής που επιλέγει για να εργαστεί. Επομένως, το όλο πρόβλημα αφορά στην *επεξηγηματική ισχύ* του καθενός από τα *επίπεδα περιγραφής* της αυτό-οργάνωσης (και γενικότερα, οποιουδήποτε φαινομένου) που μπορούν να επιλεγούν από τον παρατηρητή.

Όπως σημειώνουν οι Collier και Muller (1998), αυτή η προσέγγιση ήταν καταδικασμένη να αποτύχει, από τη στιγμή που οι λογικές ιδιότητες θεωρούνται είτε ως *sui generis*, είτε ως κατασκευές άλλων λογικών ιδιοτήτων. Στην πρώτη περίπτωση, οι εν λόγω ιδιότητες είναι αρκετά αυθαίρετες και δεν μπορούν να εξηγήσουν την προέλευση της σύστασης και των μηχανισμών

συμπεριφοράς του συστήματος από μόνες τους. Στη δεύτερη περίπτωση, εξασφαλίζεται η ιδιότητα της αναγωγής, εφόσον τα λογικά κατασκευάσματα θεωρούνται εξ' ορισμού αναγωγήματα στα λογικά τους συστατικά (στα επί μέρους στοιχεία του λογικού κατασκευάσματος).

Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα παρακάτω, η προαναφερθείσα θεώρηση του αναγωγισμού καταλήγει σε επιφαινόμενα (δηλαδή σε μη-γνήσια αναδυόμενες ιδιότητες). Ως εκ τούτου, αναζητείται μια ικανοποιητική θεώρηση της ανάδυσης που θα θεμελιώνεται μέσα από τη δυναμική των φυσικών συστημάτων, ως μια ενδογενώς δυναμική, και όχι, λογική ιδιότητα. Ειδικότερα, αναζητείται η θεώρηση ενός τύπου ανάδυσης που *θα δικαιολογεί την ολιστική φύση των γνωστικών συστημάτων, την αδυναμία τους στην αναγωγική μελέτη, την μη-προβλεψιμότητα των αναδυόμενων φαινομένων και όπως θα εξηγηθεί αναλυτικότερα παρακάτω, την πραγματικά αιτιώδη και όχι επιφαινομενική φύση της αυτονομίας τους.*

4.1.1 Ανάδυση ή Επιφαινομενικότητα

Ένας παρατηρητής θεωρεί μια καρέκλα ως μια διακριτή οντότητα συγκεκριμένου μεγέθους, σχήματος, ποιότητας κατασκευής, ικανή να υποστηρίξει ένα σύνολο απαιτήσεων ενός χρήστη (π.χ. καθήμενος) κτλ. Όμως, ο ίδιος παρατηρητής μπορεί να υποθέσει ότι είναι φτιαγμένη από μόρια που με τη σειρά τους είναι φτιαγμένα από άτομα τα οποία είναι φτιαγμένα από υποατομικά σωματίδια κτλ. Υπό αυτό το πρίσμα, είναι πολύ πιθανό η μοναδική φυσική πραγματικότητα από την οποία αποτελείται η καρέκλα να είναι τα σμήνη των κουάρκς, γλουονίων²² και ηλεκτρονίων που την απαρτίζουν, ενώ οι υπόλοιπες ιδιότητες που προαναφέρθηκαν να μην είναι τίποτα περισσότερο από απλές ή σύνθετες εκδηλώσεις των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των σωματιδίων. Ίσως οι ιδιότητες της καρέκλας, ακόμη και η ύπαρξή της (οντολογικά) ως ένα ξεχωριστό αντικείμενο το οποίο ονομάζεται καρέκλα, να είναι *επιφαινόμενα (epiphenomenal)* (Robinson, 2003) των αλληλεπιδράσεων των θεμελιωδών σωματιδίων.

Γενικότερα, για αρκετά αντικείμενα υπό την ευρεία έννοια, η *σχέση ενότητας* (η παρατήρηση μιας κατάστασης πραγμάτων ως ξεχωριστή μονάδα) είναι τεχνητή. Από την άλλη, η χωροχρονική συνέχεια είναι σημαντικό κριτήριο για τα φυσικά αντικείμενα, εφόσον εξυπηρετεί την σχεδόν καθολική διαίσθηση ότι τα επιμέρους στοιχεία των φυσικών αντικειμένων κινούνται μαζί και συνολικά στον χώρο. Η παραγόμενη συνοχή (υπεύθυνη για την διάκρισή τους ως ξεχωριστά αντικείμενα) είναι απόρροια είτε απλής τύχης, είτε συσχετισμένων αλλά ανεξάρτητων αιτιών, είτε αιτιωδών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των επιμέρους στοιχείων²³.

Ένα παράδειγμα θεώρησης αντικειμένων που βασίζεται σε τυχαίες συσχετίσεις είναι οι διάφοροι αστερισμοί και οι παραδοχές επί αυτών των φαινομένων. Οι περισσότεροι παρατηρητές θα μπορούσαν να θεωρήσουν τις σχετικές παραδοχές ως λανθασμένες ή πλασματικές. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της δεύτερης περίπτωσης είναι το αποτέλεσμα των κινουμένων εικόνων στον κινηματογράφο ή στον υπολογιστή, όπου αυτό που 'πραγματικά'²⁴ συμβαίνει είναι μια ταχύτατη διαδοχή σταθερών εικόνων που συμβαίνει να ομοιάζουν και να ταιριάζουν κατά τέτοιο βαθμό ώστε να δίνεται η κατά τα άλλα ψευδής εντύπωση των αντικειμένων και των ανθρώπων σε συνδυασμό αιτιατής κίνησης. Το κοινό χαρακτηριστικό αυτών των φαινομένων ως

²² Τα γλουόνια είναι μποσόνια (μετρούμενα σε gauge), τα οποία ευθύνονται για τις ισχυρές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των κουάρκς.

²³ Η τρίτη περίπτωση θα περιγραφεί εκτενώς στην §4.1.3.3 όταν θα παρουσιαστεί η ιδιότητα της *συναγωγής (cohesion)*.

²⁴ Βάσει της θεωρίας του κονστρουκτιβισμού (δείτε §4.3.1.2), αλλά και του γενικότερου πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, δεν μπορεί κανείς να γνωρίζει τι συμβαίνει στην πραγματικότητα εφόσον δεν υπάρχει μια αντικειμενική πραγματικότητα, αλλά οποιαδήποτε πραγματικότητα κατασκευάζεται, επομένως, εννοείται η πραγματικότητα που κανείς αντιλαμβάνεται μέσω της δυνατότητας που παρέχεται από την εκάστοτε τεχνική που επιλέγεται για την ανάλυση του φαινομένου.

αντικείμενα είναι η ψευδαίσθηση ότι αποτελούν ξεχωριστές μονάδες. Στην πραγματικότητα είναι επιφαινόμενα των υποκείμενων αιτιών. Οι υψηλότερου επιπέδου ιδιότητες τους (όπως το μέγεθος, η διάρκεια, ο προσανατολισμός, ακόμη και οι προφανώς αιτιώδεις αλληλεπιδράσεις τους) δεν ανήκουν σε αυτά, αλλά είναι λογικά αθροίσματα των επιδράσεων των στοιχείων τους.

Η κατάσταση αυτή ονομάζεται επιφαινομενικότητα, υπό την έννοια ότι μια εμφάνιση μιας κατάστασης πραγμάτων είναι ψευδής σε σχέση με την υποκείμενη πραγματικότητα. Κατά αυτόν τον τρόπο, η εμφάνιση ενός αντικειμένου ως στερεή και συμπαγής είναι πιθανόν να είναι επιφαινόμενη του επιπέδου των στοιχειωδών σωματιδίων. Τα επιφαινόμενα δεν είναι καθαρά αποτελέσματα συμπτώσεων, αλλά από την άλλη, δεν είναι γνήσιες καταστάσεις πραγμάτων. Συγκεκριμένα, είναι απλώς το αποτέλεσμα των υποκείμενων ή κοινών αιτιών και αποκτούν τη προφανή συνοχή τους από αυτές τις αιτίες αλλά δεν έχουν εσωτερική σύνδεση με τα στοιχεία του αντικειμένου στο οποίο αναφέρονται και υποτίθενται ότι ανήκουν Collier & Muller (1998).

Οι περισσότεροι παρατηρητές (γνωστικοί πράκτορες) θα προτιμούσαν οι εμπειρίες τους σχετικά με μια καρέκλα ή ένα τραπέζι να μην είναι ψευδείς, να μην είναι επιφαινομενικές. Το πρόβλημα γίνεται πιο δύσκολο όταν κανείς εκτός από απλά αντικείμενα παρατηρεί πιο σύνθετες καταστάσεις πραγμάτων όπως ζωντανά συστήματα ή γνωστικά συστήματα. Και σε αυτή την περίπτωση το υποτιθέμενο μάθημα από την επιφαινομενική οπτική της σκληρής επιστήμης έρχεται να υποστηρίξει ότι το μυαλό ενός πράκτορα δεν υπάρχει στην 'πραγματικότητα', αλλά είναι μια απλά επιφαινομενική εκδήλωση των αλληλεπιδράσεων των στοιχειωδών σωματιδίων του.

Όσο και να θέλει κανείς να σκεφτεί το αντίθετο, η επιστήμη υποδεικνύει ότι ο κόσμος μας είναι ενιαίος και ενοποιημένος και δεν υπάρχουν διαφορετικών ειδών ουσίες ή ρευστά για κάθε καινούργιο φαινόμενο. Έτσι για παράδειγμα, η φωτιά δεν είναι μια ξεχωριστή ουσία (π.χ. φλόγιστον) και η ζωή δεν υφίσταται λόγω ενός ζωτικού ρευστού. Λίγοι φιλόσοφοι ή επιστήμονες υποστηρίζουν την δυϊσμό της υπόστασης μεταξύ του νου και της ύλης και όλα τα φαινόμενα τείνουν να κατανοηθούν ως ένα φυσικό αποτέλεσμα διεργασιών που συμπεριλαμβάνουν άτομα και μόρια. Ως εκ τούτου, η φωτιά, η θερμότητα, η ζωή και κατά μεγάλη πιθανότητα το μυαλό είναι ενοποιημένα με τον υπόλοιπο φυσικό κόσμο. Ο νατουραλισμός σχετικά με την μελέτη και εξήγηση του κόσμου είναι μάλλον η καταλληλότερη θεώρηση των πραγμάτων αυτή τη στιγμή. Το πρόβλημα και τα διλήματα περί δυϊσμού αρχίζουν από τη στιγμή που το νατουραλιστικό πλαίσιο υποδεικνύει τα στοιχειώδη σωματίδια ως τη μόνη αληθινή και υπαίτια 'πραγματικότητα'.

Μια λύση στο παραπάνω πρόβλημα σχετικά με τα δύσκολα και πολύπλοκα φαινόμενα της ζωής και του μυαλού, είναι ότι αυτά τα φαινόμενα είναι κατά κάποιο τρόπο *αναδύομενα* (*emergent*) από διεργασίες και σωματίδια χαμηλότερου επιπέδου (Bickhard, 2000a) Είναι πιθανό τα εν λόγω φαινόμενα να υπάρχουν από τη στιγμή που αντίστοιχα υπάρχουν και λαμβάνουν χώρα τα σωματίδια και οι διεργασίες στα χαμηλότερα επίπεδα, αλλά παρόλα αυτά, να έχουν μια δική τους 'πραγματικότητα', η οποία αποκτά υπόσταση ή διαφορετικά, *αναδύεται*, όταν ικανοποιούνται συγκεκριμένα πρότυπα ή κριτήρια διαφόρων τύπων. Επιπροσθέτως, το πιο σημαντικό είναι εάν η πραγματικότητα που αποκτούν μέσω της υπόστασής τους *προσφέρει κάποια ουσιαστική διαφορά*. Συγκεκριμένα, ο Bickhard ισχυρίζεται ότι:

«...θα ήταν μικρή η συνεισφορά της απόδειξης ότι το μυαλό είναι πραγματικό σε σχέση με τις εμπλεκόμενες ιδιότητες που το χαρακτηρίζουν, αν αυτές οι ιδιότητες δεν είχαν καμία αιτιώδη ισχύ, δηλαδή, εάν απλά επέπλεαν κατά μήκος των αλληλεπιδράσεων των στοιχειωδών σωματιδίων κάνοντας απλώς μια βόλτα χωρίς να μπορέσουν να κάνουν καμία διαφορά από μόνες τους.» (Bickhard, 2000a, σελ. 323).

Με άλλα λόγια, ο Bickhard υποστηρίζει ότι προκειμένου η έννοια της ανάδυσης να μπορέσει να προσφέρει τα αναμενόμενα, απαιτείται η θεώρηση της ανάδυσης διεργασιών και ιδιοτήτων με πραγματική αιτιώδη ισχύ. Το τελευταίο φαίνεται να είναι αρκετά δύσκολο τη στιγμή που η σκληρή πραγματικότητα της κβαντομηχανικής δείχνει να υιοθετεί κάθε αιτιώδη ισχύ χωρίς να

αφήνει περιθώρια σε καμία άλλη ουσιαστικά αναδυόμενη ιδιότητα. Το συγκεκριμένο πρόβλημα θα αντιμετωπιστεί στην §5.3.1.1, όπου σημειώνεται η διεργασιακή φύση του συστημικού-κυβερνητικού πλαισίου της αυτό-οργάνωσης και δικαιολογείται ο εξαιρετικά σημαντικός του ρόλος στην ανάγκη εδραίωσης του νατουραλιστικού πλαισίου που αναζητείται. Πριν όμως η ανάλυση της παρούσας διατριβής φτάσει σε αυτό το σημείο, θα πρέπει να αναζητηθεί η ικανοποιητική θεώρηση της ανάδυσης, την οποία, το εν λόγω πλαίσιο θα οφείλει να υποστηρίζει.

4.1.2 Η Έννοια της Ανάδυσης

Τη δεκαετία του 1990 η διαμάχη για τη χρησιμότητα της έννοιας της ανάδυσης και την ενσωμάτωσή της σε ένα νατουραλιστικό πλαίσιο ξανά-αναδύθηκε (Beckermann, Flohr, & Kim, 1992; Beckermann, 1992a, 1992b; Kim, 1998, 1999; Stephan, 1999; Cunningham, 2001; Pihlström, 2002; El-Hani, 2002).

Τα τελευταία χρόνια ο όρος ‘ανάδυση’ και τα παράγωγά του έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορα ερευνητικά πεδία που έχουν σχέση κυρίως με την προσομοίωση μέσω υπολογιστών, όπως η TZ (τεχνητή ζωή – artificial life), η γνωστική ρομποτική (cognitive robotics) και η συνθετική ηθολογία (synthetic ethology) (Cariani, 1989; Emmeche, 1994, 1997; Ronald & colleagues, 1999; Bedau, 2002). Σε αυτές τις περιοχές η έννοια της ανάδυσης έχει αποκτήσει μεγάλη χρηστικότητα στο σημείο που γίνεται λόγος για *αναδυόμενο υπολογισμό (emergent computation)* (Crutchfield, 1994). Παρόλο το ποικίλο της χρήσης της όμως, γίνεται πολύ λίγη συζήτηση σχετικά με την ουσία της έννοιας και των παραγώγων της και σε πολλές περιπτώσεις υποστηρίζονται καταστάσεις και διεργασίες σχετικά με την έννοια του ‘αναδυόμενου υπολογισμού’ που δεν μπορούν να οριστούν ή να εξηγηθούν σε ένα αυστηρά θεωρητικό πλαίσιο (δείτε Cariani, 1989). Ο αναδυόμενος υπολογισμός (Cariani, 1991; Crutchfield, Mitchell, 1995; Crutchfield, Mitchell, Das, 2002) προσομοιώνει διεργασίες ανάδυσης, αλλά σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να συνιστά πραγματική ανάδυση (Collier & Muller, 1998). Η απροσεξία και η προχειρότητα στη χρήση του όρου ‘ανάδυση’ είναι ένα από τα κύρια θέματα συζήτησης στη διαμάχη για τη χρησιμότητα του όρου.

Συνήθως, ο όρος ‘ανάδυση’ χρησιμοποιείται με έναν διαισθητικό και συνηθισμένο τρόπο αναφερόμενος στην ιδέα της δημιουργίας νέων ιδιοτήτων. Η ιδέα αυτή έχει τις ρίζες της στην πρωταρχική πηγή της *σκέψης των αναδυστών (emergentist thinking)* που αντιπροσωπεύεται από την έρευνα του Βρετανού ψυχολόγου Conwy Lloyd Morgan (δείτε McLaughlin, 1992). Όπως παρουσιάζεται στο (Emmeche, Kørpe, & Stjernfelt, 1997), ένας γενικότερος διάλογος των βασικών επιμέρους εννοιών της ‘καινοτομίας’ και της ‘δημιουργικότητας’ μπορεί να καταλήξει στην κατανόηση μέρους των βασικών πτυχών του θεωρητικού πλαισίου της ανάδυσης. Η συγκεκριμένη προσέγγιση δεν είναι όμως αρκετή για την πλήρη κατανόηση του όρου, διότι επικεντρώνεται σε χαρακτηριστικές ιδιότητες ενός είδους ανάδυσης που καλείται ‘διαχρονική ανάδυση’ (diachronic emergence – δείτε §4.1.5). Υπό μια πιο τεχνική σκοπιά, οι Queiroz και El-Hani (2006) υποστηρίζουν ότι:

«οι αναδυόμενες ιδιότητες κατανοούνται ως μια συγκεκριμένη κατηγορία ιδιοτήτων υψηλού επιπέδου που σχετίζονται με συγκεκριμένο τρόπο με την μικρό-δομή (microstructure) μιας κατηγορίας συστημάτων.» (Queiroz & El-Hani, 2006, σελ. 2, έμφαση στο πρωτότυπο).

Συνεχίζουν υποστηρίζοντας ότι μια ολοκληρωμένη θεώρηση της ανάδυσης οφείλει, εκτός όλων των άλλων, να υποδεικνύει τις συστημικές ιδιότητες της κατηγορίας των συστημάτων που πρέπει να θεωρούνται ως ‘αναδυόμενες’ και επίσης, να παρέχει μια εξήγηση του τρόπου με τον οποίο σχετίζονται με τη μικρό-δομή αυτών των συστημάτων. Επίσης, θα πρέπει να αποδεικνύει ποια συστήματα εμφανίζουν αναδυόμενες ιδιότητες. Όλα αυτά γίνονται πολύ δύσκολα από τη στιγμή που δεν υπάρχει μια ενοποιημένη θεωρία ανάδυσης. Αντιθέτως, υπάρχουν διάφορων ειδών θεωρήσεις με συγκεκριμένες διαφορές και προσεγγίσεις. Παρόλα αυτά ο Stephan (1998) αναγνωρίζει μέσα στην ποικιλία των θεωριών μερικά κεντρικά χαρακτηριστικά τα οποία θα περιγραφούν στην επόμενη ενότητα.

4.1.3 Βασικά Χαρακτηριστικά της Ανάδυσης

Η θεώρηση του αναδυσμού (emergentism) έχει γερές φιλοσοφικές ρίζες (O'Connor, & Wong, 2006), οι οποίες αν φιλτραριστούν μέσα από ένα επιστημονικά εναρμονισμένο πλαίσιο, προβάλλουν τον αναδυσμό ως μια *νατουραλιστική* και *φυσικαλιστική* (*physicalistic*) θέση. Βάσει της θέσης αυτής, η εξέλιξη συστημάτων με φυσική σύσταση επιδεικνύει κάποιες στιγμές κρίσιμα σημεία καμπής, στα οποία προκύπτουν νέα πρότυπα οργάνωσης και ως εκ τούτου, νέες κατηγορίες συστημάτων που εμφανίζουν *καινούργιες ιδιότητες και διεργασίες*. Ανάμεσα σε αυτές τις καινούργιες ιδιότητες ο αναδυσμός τονίζει τη σημασία των *αναδυομένων ιδιοτήτων*, μια ιδιαίτερη κατηγορία συστημικών ιδιοτήτων που παρατηρούνται στο επίπεδο του συνόλου και όχι στο επίπεδο των επιμέρους στοιχείων.

Οι αναδυόμενες ιδιότητες δεν υπάρχουν ανεξάρτητες από το υπόλοιπο σύστημα, αλλά θεωρούνται ως στηριζόμενες (υπό την έννοια της θεμελίωσης/αγκίστρωσης – grounding) στην μικρό-δομή του συστήματος από την οποία συγχρονικά προσδιορίζονται. Παρόλο όμως αυτό τον *συγχρονικό προσδιορισμό* (*synchronic determination*) οι αναδυστές θεωρούν τις ιδιότητες αυτές ως *μη-αναγώγιμες* (*irreducible*) υπό δύο διαφορετικές έννοιες. Συγκεκριμένα, οι αναδυόμενες ιδιότητες μπορεί να είναι μη-αναγώγιμες λόγω του ότι:

- a). δεν μπορούν να αναλυθούν σε σχέση με τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων του συστήματος (*μη-αναλυσιμότητα – unanalyzability*),
- b). εξαρτώνται από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων σε ένα σύστημα συγκεκριμένου είδους, αλλά η συγκεκριμένη συμπεριφορά δεν παρατηρείται στα επιμέρους στοιχεία όταν αυτά παρατηρούνται απομονωμένα από το σύστημα, ή σε ένα άλλο απλούστερο σύστημα (*μη-συμπερασματολόγηση – nondeducibility*).

Η έννοια της μη-συμπερασματολόγησης σχετίζεται με την πολύ σημαντική (αλλά επί της αρχής αντίθετη με τον αναδυσμό) έννοια του κατερχόμενου προσδιορισμού ή ακριβέστερα της *κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού* (*downward causation*) (Emmeche, Køppe, & Stjernfelt 2000), βάσει της οποίας το σύστημα στο σύνολό του επηρεάζει τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων του, από όπου και συνεπάγεται η μη-συμπερασματολόγηση της εν λόγω συμπεριφοράς (*κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού*). Επιπροσθέτως, μια ακόμη αρχή των αναδυομένων ιδιοτήτων, που έρχεται σε πλήρη αντίθεση με την αναγωγική (reductionistic) προσέγγιση της μελέτης των πολύπλοκων συστημάτων, είναι αυτή της *θεωρητικής μη-προβλεψιμότητας/απροβλεπτότητας* (*unpredictability*), βάσει της οποίας οι αναδυόμενες ιδιότητες και οι αντίστοιχες διεργασίες δεν είναι μόνο καινούργιες στο σύστημα αλλά δεν μπορούν θεωρητικώς να αποδειχτούν πριν την πρώτη εμφάνισή τους (Stephan, 1998).

4.1.3.1 Ασθενής Ανάδυση

Ο Stephan (1998) σημειώνει το γεγονός, ότι, ίσως τα τρία βασικότερα ήδη αναδυσμού είναι αυτά που χαρακτηρίζονται από την *ασθενή ανάδυση* (*weak emergence*) τη *συγχρονική ανάδυση* (*synchronic emergence*) και τη *διαχρονική ανάδυση* (*diachronic emergence*). Το πλαίσιο της ασθενούς ανάδυσης είναι το βασικότερο λόγω του ότι αποτελείται από τις ελάχιστες συνθήκες ικανές να εδραιώσουν μια νατουραλιστική προσέγγιση του αναδυσμού. Επομένως, αποτελεί τη βάση για οποιαδήποτε περαιτέρω θεώρηση του φαινομένου της ανάδυσης. Η ασθενής ανάδυση προϋποθέτει τρεις βασικές ιδέες (αρχές):

- i. την ιδέα του *φυσικού μονισμού* (*physical monism*), βάσει της οποίας υπήρχαν, υπάρχουν και πάντα θα υπάρχουν μόνο φυσικά συγκροτούμενες οντότητες στο σύμπαν και επομένως, κάθε αναδυόμενη ιδιότητα ή διεργασία προκύπτει από ανάλογα συστήματα,
- ii. την απαραίτητη διάκριση μεταξύ συστημικών (ιδιότητες που παρατηρούνται στο επίπεδο του συνόλου) και μη-συστημικών ιδιοτήτων,
- iii. την αρχή του *συγχρονικού προσδιορισμού* (*synchronic determinism* – ένα αξίωμα του φυσικού μονισμού), βάσει του οποίου, οι ιδιότητες και η συμπεριφερσιακή προδιάθεση

ενός συστήματος εξαρτάται από τη μικρό-δομή του, δηλαδή από τις ιδιότητες και τη διάταξη των επιμέρους στοιχείων του.

Συνεπώς, δεν μπορεί να υπάρξει καμία διαφοροποίηση στις συστημικές ιδιότητες χωρίς να υπάρξει συγχρόνως κάποια διαφοροποίηση στις ιδιότητες ή στη διάταξη των επιμέρους στοιχείων.

Ωστόσο, η συγκεκριμένη προσέγγιση όπως τονίζει ο Stephan (1998, σελ. 642) είναι τόσο 'ασθενής' που μοιάζει απολύτως συμβατή με την προσέγγιση του *αναγωγικού φυσικαλισμού* (*reductive physicalism*) (δείτε Stoljar, 2005), η οποία αντιμετωπίζει χαρακτηριστικά προβλήματα, αναφορικά με το βασικό κίνητρο των θεωρητικών της ανάδυσης, δηλαδή, της θεώρησης ενός πλαισίου με αντί-αναγωγική θέση. Με άλλα λόγια, η ασθενής ανάδυση αδυνατεί να ικανοποιήσει τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την ικανοποιητική θεώρηση ενός τύπου αναδόμενων φαινομένων και ιδιοτήτων, όπως αυτά τουλάχιστον παρατηρούνται να εμφανίζονται στην δράση και εξέλιξη των διάφορων ζωντανών/γνωστικών συστημάτων. Η ασθενής ανάδυση μπορεί να παρέχει μόνο μια επιφαινομενική εξήγηση του φαινομένου της δημιουργίας, εξέλιξης και μετατροπής του νοήματος στα εν λόγω συστήματα.

Για τους σκοπούς της παρούσας διατριβής θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ποιο ισχυρές προσεγγίσεις της ανάδυσης, όπως η συγχρονική και η διαχρονική ανάδυση. Προκειμένου να αναλυθούν τα βασικά σημεία αυτών των προσεγγίσεων, πρώτα θα παρουσιαστούν λεπτομερέστερα οι αρχές της μη-αναγωγικότητας και της μη-συμπερασματολόγησης που διέπουν τα ισχυρά πλαίσια της ανάδυσης.

4.1.3.2 Συγχρονική Ανάδυση και τα Είδη μη-Αναγωγικότητας

Η *συγχρονική ανάδυση* σχετίζεται άμεσα με τη *διαχρονική* (§4.1.5), με βασική διαφορά ότι η πρώτη επικεντρώνεται στη σχέση μεταξύ των ιδιοτήτων ενός συστήματος και της μικρό-δομής του, έχοντας ως βασική αρχή αυτή της *μη-αναγωγικότητας*, ενώ η δεύτερη επικεντρώνεται κυρίως στον τρόπο με τον οποίο οι αναδόμενες ιδιότητες προκύπτουν κατά τη διάρκεια της εξέλιξης και έχοντας ως βασική αρχή αυτή της *μη-προβλεψιμότητας*. Η προσέγγιση της συγχρονικής ανάδυσης, εκτός από τις τρεις βασικές αρχές της ασθενούς ανάδυσης, προϋποθέτει επίσης την αρχή της μη-αναγωγικότητας. Έτσι, η συγχρονική προσέγγιση είναι εντελώς ασυμβίβαστη με τη θεώρηση του αναγωγικού φυσικαλισμού. Ο Stephan (1998) διακρίνει μεταξύ δύο ειδών μη-αναγωγικότητας. Τα πρώτο είδος βασίζεται στη *συμπεριφερσιακή μη-αναλυσιμότητα* των συστημικών ιδιοτήτων. Έτσι, η μη-αναγωγικότητα ως μη-αναλυσιμότητα ορίζεται ως εξής:

«Οι συστημικές ιδιότητες που δεν μπορούν να αναλυθούν σε σχέση με τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων είναι απαραίτητως μη-αναγώγιμες.»
(Stephan, 1998, σελ. 642-643).

Η συγκεκριμένη ιδιότητα παίζει σημαντικό ρόλο στα δύσκολα προβλήματα των γνωστικών συστημάτων (π.χ. το πρόβλημα των ποιοτικών και συναισθηματικών χαρακτηριστικών του σημασιολογικού περιεχομένου – qualia, δείτε Dretske, 1997, σελ. 65) και φανερώνει το ασυμβίβαστο με την πρώτη συνθήκη του αναγωγισμού, δηλαδή, ότι μια ιδιότητα *P* θα είναι αναγώγιμη (δηλ θα επιδέχεται αναγωγικής ανάλυσης), αν από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων ενός συστήματος, προκύπτει ότι το τελευταίο επιδεικνύει την *P*. Αντιστρόφως, μια συστημική ιδιότητα *P* ενός συστήματος *S* θα είναι μη-αναγώγιμη, εάν δεν προκύπτει, έστω και εξ ορισμού, από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων του συστήματος, ότι το *S* επιδεικνύει την *P*.

Το δεύτερο είδος της μη-αναγωγικότητας βασίζεται στη *μη-συμπερασματολόγηση* από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων. Η συγκεκριμένη αρχή ορίζεται ως εξής:

«Μια συστημική ιδιότητα θα θεωρείται μη-αναγώγιμη εάν εξαρτάται από μια συγκεκριμένη συμπεριφορά που υποδεικνύουν τα επιμέρους στοιχεία μέσα σε ένα σύστημα συγκεκριμένου είδους και αυτή η συμπεριφορά δεν προκύπτει από την

συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων όταν αυτά παρατηρούνται σε απομόνωση ή σε άλλα (απλούστερα) είδη συστημάτων» (Stephan 1998, σελ. 644).

Σε αυτό το σημείο εμπλέκεται η έννοια της κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού, λόγω του ότι φαίνεται να υπάρχει μια κατερχόμενη αιτιώδη επιρροή του συστήματος, κατά την οποία, μια συγκεκριμένη αναδυόμενη ιδιότητα P παρατηρείται στη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων, τη στιγμή που δεν μπορεί κανείς να συμπερασματολογήσει για τη συγκεκριμένη συμπεριφορά από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων όταν αυτά βρίσκονται σε απομόνωση ή δραστηριοποιούνται σε άλλου είδους σύστημα. Εδώ συναντάται η δεύτερη μεγάλη διαφορά με τη συνθήκη για αναγωγικότητα, βάσει της οποίας:

«η συμπεριφορά που επιδεικνύουν τα επιμέρους στοιχεία όταν λειτουργούν ως σύνολο σε ένα σύστημα προκύπτει από τη συμπεριφορά που επιδεικνύουν σε απομόνωση ή σε τυχούσα δραστηριότητα σε απλούστερα από το υπό μελέτη συστήματα.» (Stephan 1998, σελ. 643).

Γενικότερα, από τα παραπάνω συμπεραίνεται, ότι μια συστημική ιδιότητα P ενός συστήματος S θα θεωρείται ως μη-αναγωγίμη εάν δεν προκύπτει, ακόμη και επί της αρχής, από την συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων σε συστήματα απλούστερα του S , ο τρόπος με τον οποίο τα επιμέρους στοιχεία θα συμπεριφέρονται στο S , όταν πραγματοποιούν την ιδιότητα P .

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές διαφορές μεταξύ της ασθενούς και της συγχρονικής ανάδυσης:

Είδος Ανάδυσης	Χαρακτηριστικά	Αποτέλεσμα
Ασθενής	Συγχρονικός προσδιορισμός χωρίς περιορισμό μη-αναγωγικότητας.	Επιφαινομενική ανάδυση
Συγχρονική	<ul style="list-style-type: none"> Συγχρονικός προσδιορισμός με περιορισμό μη-αναλυσιμότητας ή/και Συγχρονικός προσδιορισμός με περιορισμό μη-συμπερασματολόγησης. 	Γνήσια ανάδυση
Διαχρονική	Διαχρονικός προσδιορισμός με περιορισμό μη-προβλεψιμότητας.	Γνήσια ανάδυση με μη-προβλεψιμότητα

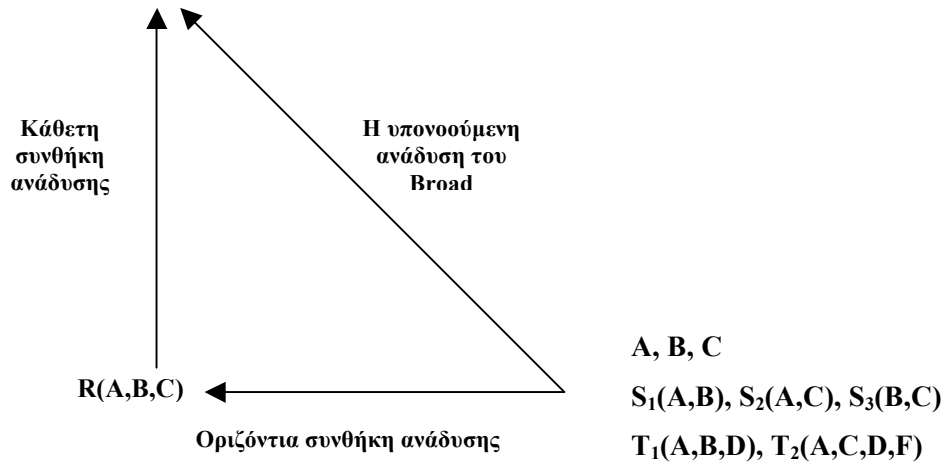
Πίνακας 1. Διαφορές ασθενούς και συγχρονικής ανάδυσης

Πρόσφατα, οι Boogerd & colleagues (2005) πρότειναν τη θεώρηση των εννοιών/αρχών της μη-αναγωγικότητας ως μη-αναλυσιμότητα και ως μη-συμπερασματολόγηση της συμπεριφοράς των επιμέρους στοιχείων σε δύο συνθήκες για ανάδυση, την 'οριζόντια' και την 'κάθετη' (δείτε Σχ. 13).

Συνοπτικά, οι Boogerd & colleagues (2005), βασισμένοι στη δουλειά του Broad (1925), υποστηρίζουν ότι μια συστημική ιδιότητα P_R ενός συστήματος $R(A,B,C)$ θεωρείται αναδυόμενη εάν ισχύει οποιαδήποτε από τις δύο συνθήκες. Η 'κάθετη συνθήκη' αντιπροσωπεύει την κατάσταση όπου μια συστημική ιδιότητα P_R είναι αναδυόμενη επειδή δεν είναι εξηγήσιμη, ακόμη και επί της αρχής, αναφορικά με τις ιδιότητες και τις σχέσεις των επιμέρους στοιχείων στο συνολικό σύστημα $R(A,B,C)$, αναφορικά με τους σχετικούς φυσικούς νόμους, και τις απαιτούμενες αρχές σύνθεσης. Η 'οριζόντια συνθήκη' εκφράζει με διαφορετικό τρόπο την αρχή της μη-αναλυσιμότητας. Συγκεκριμένα, ακόμη και να γνωρίζει κανείς τις ιδιότητες και τις σχέσεις των A , B , και C στο σύστημα $R(A,B,C)$, τους σχετικούς φυσικούς νόμους και όλες τις απαραίτητες αρχές σύνθεσης, δεν θα μπορούσε να συμπεράνει ότι το σύστημα έχει την ιδιότητα P_R . Γενικότερα, αυτή είναι η κεντρική ιδέα της ανάδυσης, όπως εμφανίζεται στις μεταφυσικές συζητήσεις των φιλοσόφων Levin (1983), Kim (1999) και όπως θα σημειωθεί παρακάτω, δεν θα απασχολήσει ιδιαίτερα τον τύπο της ανάδυσης που χαρακτηρίζει την εμφάνιση των φαινομένων, τα οποία οφείλει το προτεινόμενο πλαίσιο να υποστηρίξει.

Η ‘οριζόντια συνθήκη’ αντιπροσωπεύει την κατάσταση όπου μια συστημική ιδιότητα P_R θεωρείται αναδυόμενη, επειδή οι ιδιότητες των επιμέρους στοιχείων στο σύστημα $R(A,B,C)$ δεν μπορούν να συμπεραθούν (συναχθούν) από τις ιδιότητές τους, ακόμη και επί της αρχής, όταν αυτά βρίσκονται σε απομόνωση ή σε άλλα σύνολα. Η ‘οριζόντια συνθήκη’ για ανάδυση εκφράζει με διαφορετικό τρόπο την αρχή της μη-αναγωγικότητας ως μη-συμπερασματολόγηση της συμπεριφοράς των επιμέρους στοιχείων του συστήματος. Σε αυτή την περίπτωση, αν κανείς γνωρίζει τη δομή του συστήματος $R(A,B,C)$ θα είναι σε θέση να εξηγήσει και να προβλέψει τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων στο σύστημα, καθώς και την πραγματοποίηση της συστημικής ιδιότητας P_R .

Οι Boogerd & colleagues (2005) υποστηρίζουν ότι υπάρχουν τρεις τρόποι για να μπορέσει κανείς να συμπεράνει τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων στο $R(A,B,C)$ από τη συμπεριφορά τους σε άλλα συστήματα. Θα πρέπει να ελεγχθούν συστήματα ίσης πολυπλοκότητας (όπως το $T_1(A,B,D)$) μεγαλύτερης πολυπλοκότητας (όπως το $T_2(A,C,D,F)$) ή μικρότερης πολυπλοκότητας (όπως τα $S_1(A,B)$, $S_2(A,C)$, και $S_3(B,C)$) (δείτε Σχ. 13). Καταλήγουν ότι μόνο η περίπτωση ελέγχου απλούστερων συστημάτων, αλλά όχι πολύ απλών (όπως για παράδειγμα τα στοιχεία A , B και C σε απομόνωση) δίνουν μια ενδιαφέρουσα βάση συμπερασματολόγησης σχετικά με τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων στο σύστημα $R(A,B,C)$.



Σχήμα 13. Κάθετη και οριζόντια συνθήκη ανάδυσης. A , B και C είναι τα επιμέρους στοιχεία που συνιστούν το σύστημα $R(A,B,C)$, το οποίο εμφανίζει τη συστημική ιδιότητα P_R . $S_1(A,B)$, $S_2(A,C)$, και $S_3(B,C)$ είναι απλούστερα συστήματα στα οποία εμπεριέχονται τα επιμέρους στοιχεία του R . Το $T_1(A,B,D)$ είναι ένα σύστημα με τον ίδιο αριθμό επιμέρους στοιχείων, ενώ το $T_2(A,C,D,F)$ είναι ένα σύστημα με περισσότερα επιμέρους στοιχεία από το R . Το κάθετο και το οριζόντιο βέλος αντιπροσωπεύουν τις δύο συνθήκες ανάδυσης που υπονοούνται από τον Broad αλλά υποδεικνύονται σαφέστερα από τους Boogerd & colleagues, 2005. (Προσαρμοσμένο από τους Boogerd & colleagues, 2005).

Βάσει των όσων έχουν προηγηθεί, φαίνεται ότι η συγχρονική ανάδυση, μέσω των ιδιοτήτων της μη-αναγωγικότητας λόγω μη-αναλυσιμότητας και λόγω μη-συμπερασματολόγησης, καλύπτει ξεκάθαρα και στον κατάλληλο βαθμό την αδυναμία της αναγωγικής μελέτης και ανάλυσης και τη μη-προβλεψιμότητα, των αναδυόμενων γνωστικών φαινομένων. Η έννοια της *συνοχής*, η οποία αναλύεται στην επόμενη ενότητα, έρχεται να συμπληρώσει τον τύπο της συγχρονικής ανάδυσης και ειδικότερα, να τονίσει την ολιστική φύση της γνωστικής διεργασίας, τη μη-επιφαινομενική φύση της λειτουργικότητας των αντίστοιχων συστημάτων και κατ’ επέκταση της αυτονομίας τους.

4.1.3.3 Συνοχή

Στην §4.1.1 σημειώθηκε ότι η παραγόμενη ολότητα λόγω της χωροχρονικής συνέχειας στη κίνηση (έστω και με μηδενική ταχύτητα) των επιμέρους στοιχείων των φυσικών αντικειμένων

είναι υπεύθυνη για την διάκρισή τους ως ξεχωριστά αντικείμενα. Η παραγόμενη ολότητα είναι επιφαινομενική όταν είναι αποτέλεσμα απλής τύχης ή συσχετισμένων αλλά ανεξάρτητων αιτιών. Στην περίπτωση όμως που είναι αποτέλεσμα αιτιωδών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των επιμέρους στοιχείων του συστήματος, τότε σε αυτό προκύπτουν αναδυόμενες ιδιότητες και το σύστημα εμφανίζει την γενικότερη ιδιότητα της *συνοχής* (*coherence*) (Collier, 1988; Collier & Muller 1998). Όπως φαίνεται, η έννοια της συνοχής είναι συναφής με αυτή της ανάδυσης και ειδικότερα με την αρχή της μη-αναγωγικότητας αλλά και της κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού που θα αναλυθεί στην §4.1.4.

Παραδείγματα αντικειμένων (ή καταστάσεις πραγμάτων) που η σχέση ολότητάς τους, δηλαδή οι σχέσεις μεταξύ των επιμέρους στοιχείων τους που τα συγκροτούν σε σύστημα είναι αποτέλεσμα αιτιωδών σχέσεων είναι τα φυσικά συστήματα όπως πέτρες, ζώα, σμήνη πτηνών κτλ. Οι αιτιώδεις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιμέρους στοιχείων του δημιουργούν στο σύστημα την ιδιότητα της συνοχής. Συγκεκριμένα, η συνοχή αντιπροσωπεύει εκείνους τους παράγοντες που αιτιωδώς συνδέουν (υπό μορφή περιορισμού) τα στοιχεία ενός αντικειμένου στο χώρο και τον χρόνο, έτσι ώστε αυτό να ενεργεί με συνοχή και να αντιστέκεται σε εσωτερικές και εξωτερικές διακυμάνσεις θορύβου. Οι αιτιώδεις σχέσεις που ενέχονται στη διατήρηση της συνοχής έχουν διάφορες διαβαθμίσεις, ενώ δεν υπάρχει συνοχή που να είναι ακατάλυτη.

Παράλληλα με την θεώρηση των συστημάτων που παρουσιάζουν συνοχή, αρκετές ιδιότητες αυτών παρουσιάζουν επίσης συνοχή. Οι Collier (1988) και Collier & Muller (1998) υποστηρίζουν ότι μια ιδιότητα ενός συστήματος παρουσιάζει συνοχή όταν είναι ισχυρά ανεπηρέαστη σε διάφορες διακυμάνσεις και φέρνουν ως παράδειγμα έναν χαρταετό που πετάει στον αέρα. Επισημαίνουν ότι η ανύψωση του χαρταετού είναι το καθαρό αποτέλεσμα της ορμής των μορίων που προσκρούουν και στις δύο πλευρές, αλλά ισοβαρώς μετριασμένο από τις δυνάμεις συνοχής που συγκρατούν τον χαρταετό. Η διεργασία μετριασμού ενσωματωμένη στην αλληλεπίδραση μεταξύ του χαρταετού που παρουσιάζει συνοχή και των μεμονωμένων μορίων του αέρα είναι υπεύθυνη για την ανύψωσή του. Οι συγκεκριμένες κινήσεις των μεμονωμένων μορίων, σε αντίθεση με τον μέσο όρο αυτών, δεν είναι σχετικές με το καθαρό αποτέλεσμα της ανύψωσης. Με άλλα λόγια, ο χαρταετός είναι ανεπηρέαστος στις κινήσεις των μεμονωμένων μορίων λόγω της συνοχής του.

Πιο αναλυτικά, η διαφορά πίεσης μεταξύ των κάτω και των επάνω πλευρών του δεν θα είχε κανένα αποτέλεσμα εάν ο χαρταετός δεν επιδείκνυε την ιδιότητα της συνοχής. Οι αιτιώδεις συνδέσεις των επιμέρους στοιχείων του τον κάνουν να δρα ως μακροσκοπική οντότητα και επομένως είναι ανεπηρέαστος σε μικροσκοπικές διακυμάνσεις των μορίων του αέρα που προσκρούουν στις πλευρές του, ενώ αντιδρά μόνο στον μέσο όρο των διακυμάνσεων. Με τον ίδιο τρόπο φαίνεται να 'απορροφά' ένα μεγάλο εύρος διακυμάνσεων του ανέμου μαζί με την παραγόμενη κίνηση των φτερών του και την μεταξύ τους διαφοροποίηση, αρκεί τα μεγέθη αυτά να μην είναι πολύ μεγάλα. Έτσι, η συνοχή του χαρταετού στο περιγραφόμενο επίπεδο κάνει την επεξήγηση της συνολικής συμπεριφοράς του ανεξάρτητη από τις μικρότερες διακυμάνσεις στο χαμηλότερο επίπεδο της ανάλυσης.

Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί, τονίζει ο Collier (1988), είναι ότι η συνοχή είναι μια αιτιώδης ιδιότητα ενδογενής τους συστήματος και σε καμία περίπτωση μια ιδιότητα επιφαινομενική της περιγραφής ή της σύλληψης του συστήματος από τον παρατηρητή του. Αν και είναι μια ιδιότητα που εξαρτάται από την ισχύ των αιτιωδών αλληλεπιδράσεων που ευθύνονται για αυτήν, καθώς επίσης, η ευκολία παρατήρησής της εξαρτάται από την επιλογή της αντίστοιχης χρονικής κλίμακας, η συνοχή θεωρείται μια αντικειμενική ιδιότητα.

Οι Collier & Muller συνεχίζουν υποστηρίζοντας ότι η γενικότερη σταθερότητα της ταυτότητας των αντικειμένων που παρουσιάζουν συνοχή σε διακυμάνσεις της μικρό-δομής τους κάνει την εφαρμογή της αρχής της αναγωγής ακατάλληλη για την μελέτη τους. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι:

«Κάθε αναγωγή στα μικρό-στοιχεία ενός συστήματος οφείλει να συμπεριλάβει αρκετή πληροφορία που είναι αδιάφορη με την ταυτότητα του αναγόμενου

συστήματος και των μακροσκοπικών του ιδιοτήτων. ...Εάν αποδεχτούμε το γεγονός ότι οι ιδιότητες που ξεχωρίζουν κάτι (υπό την έννοια της εξατομίκευσης) συνιστούν την ταυτότητά του και υποθέσουμε ότι η αναγωγή πρέπει να εδραιώσει μια ταυτότητα μεταξύ δύο φαινομένων διαφορετικής περιγραφής, τότε η αναγωγή πραγμάτων (συστημάτων) που παρουσιάζουν συνοχή στα επιμέρους στοιχεία τους είναι αδύνατη, διότι, αυτού του είδους η μικρο-αναγωγή θα αποφέρει αναπόφευκτα παράγοντες που είναι αδιάφοροι της ταυτότητας του συστήματος στο οποίο υποτίθεται ότι εφαρμόζεται η αναγωγή.» (Collier & Muller, 1998, σελ. 6-7).

Στο παραπάνω απόσπασμα οι Collier & Muller περιγράφουν την ιδιότητα της μη-αναγωγικότητας στα συστήματα που παρουσιάζουν συνοχή. Συνεχίζει αναλύοντας τον λόγο για τον οποίο το πρόβλημα της μη-αναγωγικότητας δεν λύνεται μέσω επιλογής του κατάλληλου μέρους του συστήματος το οποίο θα υποβληθεί σε αναγωγή. Καταλήγουν ότι κάτι τέτοιο δεν μπορεί να γίνει διότι οι ιδιότητες των επιμέρους στοιχείων αλλάζουν όταν αυτά δεν συμμετέχουν στο υπό μελέτη σύστημα (Collier & Muller, 1998, σελ. 7). Έτσι θεωρούν ότι η αρχή της μη-αναγωγικότητας λόγω μη-συμπερασματολόγησης ισχύει για τα συστήματα που παρουσιάζουν τη γενικότερη ιδιότητα της συνοχής, έχοντας σχεδόν πλήρως τατίσει την 'οριζόντια' συνθήκη για ανάδυση με μια (υποτιθέμενη) συνθήκη για εμφάνιση συνοχής στο σύστημα.

Η διαφορά μεταξύ αναγώγιμων και μη-αναγώγιμων ιδιοτήτων αντανακλάται στη διαφορά μεταξύ γραμμικών και μη-γραμμικών συστημάτων. Στη περίπτωση των γραμμικών συστημάτων η υπέρθεση τροχιών του συστήματος επάνω σε άλλες τροχιές μέσω γραμμικών μετατροπών παράγει μια πιθανή τροχιά. Οι Collier και Muller υποστηρίζουν ότι η περίπτωση αυτή είναι ανάλογη της υπέρθεσης ενός επιφανόμενου πάνω σε ένα άλλο. Η υπέρθεση μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς καμία ουσιαστική παρέμβαση ή αλληλεπίδραση. Κάθε επιφανόμενο μπορεί να μεταχειρίζεται ανεξάρτητα χωρίς να επηρεάζονται τα υπόλοιπα επιφανόμενα του συνόλου. Αντιθέτως, τα μη-γραμμικά δυναμικά συστήματα δεν επιτρέπουν την υπέρθεση μέσω γραμμικών μετατροπών. Το ίδιο ισχύει και για τα συστήματα που παρουσιάζουν συνοχή. Σε αυτή την περίπτωση η αφαίρεση μέρους του συστήματος που παρουσιάζει συνοχή μεταβάλλει τόσο το αντίστοιχο μέρος όσο και το υπόλοιπο σύστημα. Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις θεωρητικές αλλά ουσιαστικές αντιστοιχίες, φαίνεται ότι τα συστήματα που παρουσιάζουν συνοχή είναι μη-γραμμικά και αντιστρόφως.

Όπως ειπώθηκε στην §3.3.4 τα μη-γραμμικά συστήματα δεν μπορούν εξ' ορισμού να αναλυθούν στα επιμέρους στοιχεία τους και εμπεριέχουν σχέσεις μεταξύ των στοιχείων τους που δεν μπορούν να εντοπιστούν (υπό την έννοια του περιορισμού τους σε συγκεκριμένο χώρο και χρόνο). Ο υπολογισμός της αλλαγής μιας μεταβλητής απαιτεί πληροφορία σχετικά με άλλες μεταβλητές. Αυτό έχει ως συνέπεια της ύπαρξη μιας εσωτερικής, αιτιώδους δομής του συστήματος, η οποία αν δεν είναι τοπική (με την παραπάνω έννοια) τότε το σύστημα θεωρείται ότι επιδεικνύει την ιδιότητα της συνοχής. Επομένως, τα γραμμικά συστήματα είναι αναγώγιμα, ενώ τα μη-γραμμικά είναι μη-αναγώγιμα.

Εάν υπήρχαν γραμμικά συστήματα που παρουσίαζαν συνοχή, τότε αυτά θα ήταν αγώγιμα και επομένως δεν θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως αναδυόμενα. Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων στη φύση δεν υπάρχουν, καθώς θα απαιτούνταν σώματα με απόλυτη δυσκαμψία που να επιτυγχάνουν πλήρως ελαστική σύγκρουση μεταξύ τους. Οι σφαίρες του μπιλιάρδου μπορεί να πλησιάζουν τέτοιες καταστάσεις, αλλά μόνο κάτω από την πίεση της μαθηματικής προσέγγισης, προκειμένου να μπορέσουν οι διάφοροι υπολογισμοί να πλησιάσουν περισσότερο μερικές από τις ιδιότητες του υπό μελέτη συστήματος. Σε κάθε παρόμοια περίπτωση, επί της ουσίας, υπολογίζεται άλλο σύστημα από το επιθυμητό. Επομένως, οι Collier και Muller θεωρούν ότι η αρχή της μη-αναγωγικότητας λόγω μη-αναλυσιμότητας ισχύει για τα συστήματα που παρουσιάζουν τη γενικότερη ιδιότητα της συνοχής, έχοντας σχεδόν πλήρως τατίσει την 'κάθετη' συνθήκη για ανάδυση με μια (υποτιθέμενη) συνθήκη για εμφάνιση συνοχής στο σύστημα. Βάσει των παραπάνω, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι η ιδιότητα της συνοχής είναι μια γενικότερη ιδιότητα που διέπει κάθε είδος ανάδυσης. Όπως σημειώνεται στην παρακάτω παράγραφο, αυτό δεν είναι πάντα βέβαιο.

Η μη-αναγωγικότητα των ιδιοτήτων της συνοχής έχει επιπτώσεις στην επιστήμη της βιολογίας και της ψυχολογίας. Οι βιολογικοί οργανισμοί παρουσιάζουν συνοχή λόγω δομικών και λειτουργικών συνδέσεων μεταξύ των επιμέρους στοιχείων τους. Η ιδιότητα της συνοχής τους κάνει άπρωτους απέναντι σε ένα σύνολο εξωτερικών και εσωτερικών παρενοχλήσεων και τους επιτρέπει να διατηρούν όλες τις απαραίτητες εσωτερικές διεργασίες, αλλά και τις διεργασίες αλληλεπίδρασης προκειμένου να μπορέσουν να διατηρήσουν την ταυτότητά τους.

Προκειμένου να διακρίνει κανείς μεταξύ μιας ιδιότητας που παρουσιάζει συνοχή και επομένως θεωρείται αναδύομη και μιας που είναι επιφαινομενική, θα πρέπει να προσδιορίσει την αιτιώδη βάση της. Οι Collier & Muller (1998) φέρνουν για παράδειγμα τη συμπεριφορά του ‘σπασμένου φτερού’ κάποιων πτηνών στην παρουσία αρπακτικών. Μια πρώτη ματιά θα οδηγήσει τον παρατηρητή στην απόφαση ότι η συγκεκριμένη λειτουργία παρουσιάζει συνοχή και σκοπεύει στην προστασία των απογόνων του. Μια πιο λεπτομερής μελέτη δείχνει ότι είναι μια ενστικτώδη λειτουργία, υπό τη μορφή αντίδρασης σε συγκεκριμένο εξωτερικό ερέθισμα, επομένως, η ιδιότητα της προστασίας είναι επιφαινόμενο. Μια περαιτέρω μελέτη βασισμένη στο εξελικτικό πλαίσιο μπορεί να αποκαλύψει ότι υπάρχει συνοχή σχετικά με την λειτουργία προστασίας ως προς το αποτέλεσμα της επιρροής της φυσικής επιλογής στους απογόνους του πτηνού.

Σε κάθε περίπτωση, θα ήταν λάθος να υποθέσει κανείς με βεβαιότητα, ότι μια συμπεριφορά είναι αναδύομη εάν το αποτέλεσμα της παρουσιάζει την ιδιότητα της συνοχής. Συγκεκριμένα, λόγω ελλιπούς γνώσης και επομένως δυσκολίας της αντίστοιχης απόδειξης, οι ψυχολογικές ιδιότητες ενός γνωστικού πράκτορα, όπως η πεποίθηση, η πρόθεση, και οι επιθυμίες, θα θεωρούνται ως επιφαινόμενα μέχρι να ανακαλυφθεί η βάση της συνοχής τους. Την προσπάθεια αυτή δυσκολεύει η απαίτηση της εμφάνισης κλειστότητας ως βασικό συστατικό ενός συστήματος ή μιας λειτουργίας του που παρουσιάζει συνοχή. Η κλειστότητα (δείτε §3.3) που όπως σημειώθηκε στην §3.3.4.1 είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ιδιότητα της αυτό-αναφοράς, δυσκολεύει την εμφάνιση συνοχής στο σύστημα για έναν παρατηρητή καθώς περιπλέκει τα επίπεδα λειτουργίας και αναζήτησής της και πολλές φορές τον κάνει να αγνοεί σημαντικούς παράγοντες της δυναμικής της ολιστικότητας του συστήματος. Όπως θα αναφερθεί αναλυτικά στην §5.1.4, η ιδιότητα της συνοχής, σε συνδυασμό με διάφορα είδη κλειστότητας, θέτουν τις προϋποθέσεις για τη νατουραλιστική θεώρηση της ανάδυσης αυτόνομων συστημάτων.

Βάσει των όσων παρουσιάστηκαν στην τρέχουσα ενότητα, η έννοια της συνοχής είναι σημαντική για την εξήγηση των ιδιοτήτων της ολιστικότητας, της μη-αναγωγικότητας, της μη-συμπερασματολόγησης, της μοναδικότητας και της κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού. Η τελευταία, η οποία εμμέσως συνδέεται με την αρχή της μη-αναγωγικότητας λόγω μη-συμπερασματολόγησης (δείτε §4.1.3.2) θα αναλυθεί στην επόμενη ενότητα και θα διαλευκάνει ακόμη περισσότερο την αιτιώδη αυτονομία της ανάδυσης, αλλά, πρωτίστως, θα ολοκληρώσει τα χαρακτηριστικά στοιχεία του τύπου της ανάδυσης των γνωστικών φαινομένων, το οποίο θα υιοθετηθεί από το προτεινόμενο πλαίσιο.

4.1.4 Κατερχόμενη Σχέση Αιτίου-Αιτιατού

Όπως αναφέρθηκε στην §4.1.3, η αρχή της μη-αναγωγικότητας ως μη-συμπερασματολόγηση (§4.1.3.2) σχετίζεται με την πολύ σημαντική (αλλά επί της αρχής αντίθετη με τον αναδυσμό) έννοια του *κατερχόμενου προσδιορισμού* ή ακριβέστερα της *κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού* (*downward causation – από εδώ και στο εξής ΚΣΑΑ*) (Kim, 1992a; Andersen & colleagues, 2000; Emmeche & colleagues, 2000; El-Hani, 2002). Βάσει της ΚΣΑΑ, το σύστημα στο σύνολό του, επηρεάζει τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων του, από όπου και συνεπάγεται η μη-συμπερασματολόγηση της εν λόγω συμπεριφοράς (*κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού*).

Σκοπός της παρούσας ενότητας είναι να περιγράψει τις τρεις βασικές εκδοχές της ΚΣΑΑ, να τονίσει τις διαφορές τους και να αναλύσει τις βασικές αρχές που τις διέπουν, έτσι ώστε να φωτίσει περισσότερο και να συμπληρώσει τα χαρακτηριστικά στοιχεία του είδους της ανάδυσης των γνωστικών φαινομένων, τα οποία θα πρέπει να υποστηριχτούν από το νατουραλιστικό πλαίσιο που θα προταθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

4.1.4.1 Ισχυρή ΚΣΑΑ

Οι Emmeche & colleagues (2000) διακρίνουν 3 βασικές εκδοχές της ΚΣΑΑ, την *ισχυρή*, την *μέτρια* και την *ασθενή*. Κάθε εκδοχή ερμηνεύει με διαφορετικό τρόπο την αιτιώδη σχέση που εμπλέκεται στην επιρροή του όλου στα επιμέρους στοιχεία του. Στην περίπτωση της ισχυρής ΚΣΑΑ, η αιτιώδης επιρροή ερμηνεύεται ως τη συνηθισμένη *αποτελεσματική σχέση αιτίου-αιτιατού* (*efficient causation*). Όπως τονίζεται από τους Emmeche & colleagues (2000) και Hulswit (in press), σε αυτή την περίπτωση είναι αναγκαία η παραδοχή ξεκάθαρης διάκρισης μεταξύ ενός υψηλότερου και ενός χαμηλότερου επιπέδου²⁵, τα οποία συνίστανται από διαφορετικές ουσίες. Συνεπώς, η ισχυρή ΚΣΑΑ συνεπάγεται το δυισμό της ουσίας και επομένως κρίνεται εντελώς ασύμβατη με τις προαναφερθείσες θεωρήσεις του αναδυσμού.

4.1.4.2 Μέτρια ΚΣΑΑ

Οι εκδοχές της μέτριας ΚΣΑΑ και της ασθενούς ΚΣΑΑ ερμηνεύουν την αιτιώδη σχέση που εμπλέκεται στη επιρροή του όλου στα επιμέρους στοιχεία του ως μια περίπτωση συγχρονικής μορφικής σχέσης αιτίου αιτιατού (*synchronic formal causation*). Οι Emmeche & colleagues (2000) περιγράφουν αναλυτικά τα βασικά χαρακτηριστικά της μέτριας ΚΣΑΑ, τα οποία παρατίθενται περιληπτικά στη συνέχεια. Έτσι, στα πλαίσια της μέτριας ΚΣΑΑ μία οντότητα υψηλότερου επιπέδου προκύπτει μέσω της πραγματοποίησης μιας εκ των δυνατών καταστάσεων του χαμηλότερου επιπέδου. Σε αυτή τη διεργασία οι προηγούμενες καταστάσεις του υψηλότερου επιπέδου λειτουργούν ως ‘παράγοντες επιλογής’ για τις καταστάσεις χαμηλότερου επιπέδου (Emmeche & colleagues, 2000, σελ. 24). Η ιδέα του παράγοντα επιλογής ξεκαθαρίζεται μέσω της έννοιας των *συνοριακών συνθηκών* (*boundary conditions*) την οποία εισήγαγε ο (Polanyi, 1968) στο πλαίσιο των βιολογικών συστημάτων, με την έννοια ότι οι οντότητες υψηλότερου επιπέδου παίζουν το ρόλο συνοριακών συνθηκών για τη δράση των χαμηλότερων επιπέδων, περιορίζοντας και συνεπώς κατά μία έννοια επιλέγοντας τα φαινόμενα υψηλότερου επιπέδου που θα προκύψουν από μία συγκεκριμένη κατάσταση χαμηλότερου επιπέδου. Ως εκ τούτου, οι περιορισμοί μπορούν να ερμηνευθούν ως οργανωσιακές αρχές, νόμοι ή κανονικότητες που ασκούν μια κατερχόμενη επιρροή στη κατανομή των γεγονότων του κατώτερου επιπέδου.

Επιπλέον, η εκδοχή της μέτριας ΚΣΑΑ ανήκει στη γενικότερη θεώρηση της *συστατικής μη-αναγωγικότητας* (*constitutive irreductionism*), δηλαδή στην ιδέα κατά την οποία, αν και τα υψηλότερα επίπεδα συνίστανται οντολογικά από τις οντότητες χαμηλότερου επιπέδου, αυτά δεν μπορούν να αναχθούν στην μορφή ή την οργάνωση των συστατικών τους. Αντιθέτως, το υψηλότερο επίπεδο θα πρέπει να θεωρείται ότι είναι ικανό να συνιστά την δική του *συστατική/ουσιαστική ιδιότητα* (*substance*), παρά ότι αποτελείται μόνο από τα συστατικά του χαμηλότερου επιπέδου (Emmeche & colleagues, 2000 σελ. 16). Οι τελευταίοι επιμένουν σε αυτή την αρχή και συνεχίζουν να τονίζουν ότι μια οντότητα υψηλότερου επιπέδου θα πρέπει να θεωρείται ως «ένα πραγματικά ουσιαστικό φαινόμενο από μόνο του.» (Emmeche & colleagues, 2000, σελ. 23).

Γενικότερα, αυτή η εκδοχή της ΚΣΑΑ προϋποθέτει μία εκ των δύο παρακάτω θέσεων:

- a). τη θέση που οι Emmeche & colleagues (2000 σελ. 16) καλούνε *μορφικό ρεαλισμό επιπέδων* (*formal realism of levels*), δηλαδή ότι η δομή και οργάνωση ή συνολικότερα, η μορφή μιας οντότητας αποτελεί μια αντικειμενικά υφιστάμενη ιδιότητα της οντότητας αυτής, η οποία θεωρείται μη-αναγώγιμη στις μορφές ή τις συστατικές ουσίες του χαμηλότερου επιπέδου, ή
- b). τη θέση που οι καλούνε *ουσιαστικό ρεαλισμό επιπέδων επί των συστατικών του κάθε επιπέδου* (*substantial realism of levels*), υποστηρίζοντας ότι μια οντότητα υψηλότερου

²⁵ Με τους όρους ‘υψηλότερο’/‘άνωτερο’ και ‘χαμηλότερο’/‘κατώτερο’ επίπεδο, δεν εννοείται το πιο ψηλό και το πιο χαμηλό αντιστοίχως, αλλά δύο διαδοχικά επίπεδα σε μια αφηρημένη αλλά όχι γραμμική και πυραμιδικά ιεραρχική δομή – δείτε επίσης Κεφ. 5 και §7.3.3.

επιπέδου ορίζεται μέσω της *ουσιαστικής διαφοράς επί των συστατικών του υψηλότερου επιπέδου (substantial difference)* από τις οντότητες χαμηλότερου επιπέδου (*ibid*).

Έτσι, μια βασική διαφορά μεταξύ της ισχυρής και της μέτριας εκδοχή της ΚΣΑΑ εντοπίζεται στην απαραίτητη δέσμευση της πρώτης στη θέση του ‘ουσιαστικού ρεαλισμού επιπέδων’. Άλλη διαφορά είναι ότι στη μέτρια ΚΣΑΑ δεν υπάρχει η χρονικά διακριτή αποτελεσματική σχέση αιτίου-αιτιατού από ένα ανεξάρτητο υψηλότερο επίπεδο σε ένα χαμηλότερο.

4.1.4.3 Ασθενής ΚΣΑΑ

Οι Emmeche & colleagues (2000) περιγράφουν αναλυτικά τα βασικά χαρακτηριστικά της ασθενούς ΚΣΑΑ, τα οποία παρατίθενται περιληπτικά στη συνέχεια. Σε αυτή την εκδοχή της ΚΣΑΑ, η αιτιώδης σχέση που εμπλέκεται στη επιρροή του όλου στα επιμέρους στοιχεία του ερμηνεύεται ως ένας μορφικός ρεαλισμός επιπέδων στο γενικότερο πλαίσιο του *συστατικού αναγωγισμού (constitutive reductionism)*, δηλαδή της ιδέας ότι μια οντότητα υψηλότερου επιπέδου συνίσταται οντολογικά από οντότητες χαμηλότερου επιπέδου που οργανώνονται με συγκεκριμένους τρόπους. Αν και οι μορφές ή οργανώσεις υψηλότερου επιπέδου είναι μη-αναγώγιμες στο χαμηλότερο επίπεδο, το υψηλότερο επίπεδο δεν αποτελεί ένα ‘πραγματικά ουσιαστικό εκ των συστατικών φαινόμενο’, δηλαδή, το υψηλότερο επίπεδο δεν προσθέτει καμία ουσιαστική ιδιότητα στις οντότητες του χαμηλότερου επιπέδου.

Σε αντίθεση με την εκδοχή της μέτριας ΚΣΑΑ, η ασθενής ΚΣΑΑ δεν θεωρεί τις συνοριακές συνθήκες ως περιορισμούς. Οι Emmeche & colleagues (2000, σελ. 28) προτείνουν ότι «η ασθενής εκδοχή βρίσκει το ταίρι της στη θεώρηση των δυναμικών συστημάτων». Έτσι, τα υψηλότερα επίπεδα θεωρούνται ως ελκυστήρες (δείτε §3.3.4) των δυναμικών των χαμηλότερων επιπέδων. Αναλόγως, τα υψηλότερα επίπεδα θεωρούνται ως *μορφικές αιτιάσεις (formal causes)* της αυτό-οργάνωσης των συστατικών του χαμηλότερου επιπέδου, ενώ η σχετική σταθερότητα ενός ελκυστήρα θεωρείται παρόμοια με την κατερχόμενη ‘καθοδήγηση’ των οντοτήτων του χαμηλότερου επιπέδου. Με άλλα λόγια, ο ελκυστήρας λειτουργεί ως ‘όλον’ σε ένα υψηλότερο επίπεδο, επηρεάζοντας τις διεργασίες που το συνιστούν.

Στον παρακάτω πίνακα (*Πίνακας 2*) συνοψίζονται οι χαρακτηριστικές διαφορές μεταξύ των τριών βασικών εκδοχών της ΚΣΑΑ:

Είδος ΚΣΑΑ	Χαρακτηριστικά	Προϋποθέσεις	Αποτέλεσμα
Ισχυρή	<ul style="list-style-type: none"> Αναγκαία ύπαρξη δυισμού επιπέδων. Ύπαρξη χρονικά διακριτής αποτελεσματικής σχέσης αιτίου-αιτιατού μεταξύ δύο επιπέδων. 	Ουσιαστικός ρεαλισμός επιπέδων.	Ασύμβατη με τη συγχρονική ή τη διαχρονική ανάδυση
Μέτρια	<ul style="list-style-type: none"> Συγχρονική μορφική σχέση αιτίου αιτιατού. Συστατική μη-αναγωγικότητα. 	<ul style="list-style-type: none"> Συνοριακές συνθήκες Μορφικός ρεαλισμός επιπέδων. 	Συμβατή με τη συγχρονική ανάδυση
Ασθενής	<ul style="list-style-type: none"> Συγχρονική μορφική σχέση αιτίου αιτιατού. Συστατική αναγωγικότητα 		Συμβατή με τη συγχρονική ανάδυση, υπό συγκεκριμένους περιορισμούς.

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά, προϋποθέσεις και αποτελέσματα των διαφόρων ειδών ΚΣΑΑ.

4.1.4.4 Μια Υβριδική Ερμηνεία της ΚΣΑΑ

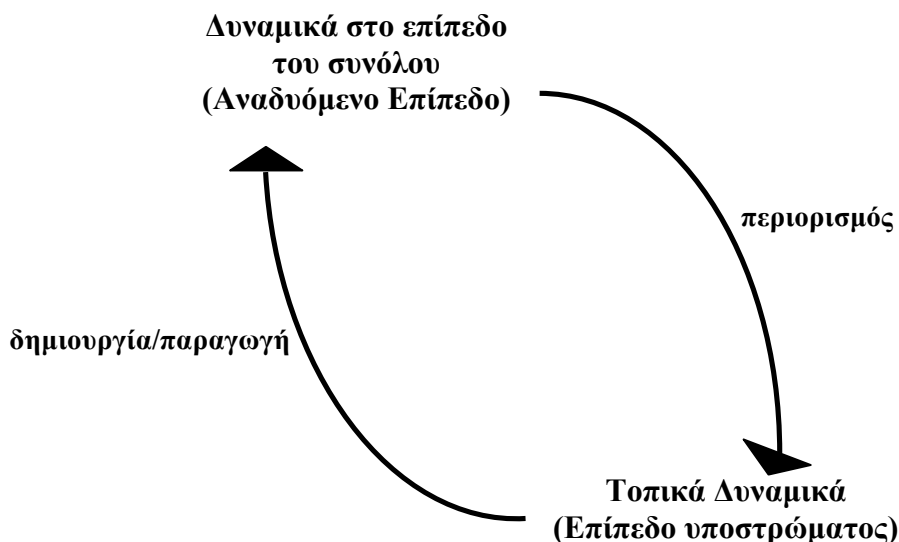
Όπως πολύ σωστά επισημαίνει ο (Hulswit, in press) ο απόλυτος διαχωρισμός των τριών εκδοχών της ΚΣΑΑ δεν είναι καθόλου εύκολος, γεγονός που οδηγεί σε αρκετά προβλήματα σχετικά με την απόφαση χρήσης της μιας εκδοχής αντί της άλλης. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στην παρούσα εργασία η έννοια της ΚΣΑΑ χρησιμοποιείται προκειμένου να φωτίσει και να

ξεκαθαρίσει ακόμη περισσότερο την έννοια της ανάδυσης. Πιο συγκεκριμένα, η ΚΣΑΑ αντιμετωπίζεται ως ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της ανάδυσης και επομένως θα πρέπει να υιοθετηθεί η εκδοχή αυτή που θα είναι συμβατή με τα όσα προαναφέρθηκαν σχετικά με τη θεώρηση της ανάδυσης και ειδικότερα, με την βασική της αρχή, αυτή της *μη-αναγωγικότητας λόγω μη-συμπερασματολόγησης*. Υπό αυτή την οπτική, ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει ο τρόπος με τον οποίο ερμηνεύεται η σχέση μεταξύ της ΚΣΑΑ και των συνοριακών συνθηκών, όταν αυτά ερμηνεύονται ως περιορισμοί.

Η πιθανή διαλεύκανση της παραπάνω σχέσης ξεκινάει από τη βασική παραδοχή ότι όταν οι οντότητες χαμηλότερου επιπέδου συνιστούν ένα σύστημα υψηλότερου επιπέδου, το σύνολο των πιθανών σχέσεων των οντοτήτων του χαμηλότερου επιπέδου περιορίζεται. Αυτό είναι αναμενόμενο από τη στιγμή που το σύστημα, υπό μία έννοια, αναγκάζει (υπό την έννοια της πρόκλησης – cause) τα επιμέρους στοιχεία του να αλληλοσυσχετιστούν και να κατανεμηθούν με μεγαλύτερη τάξη. Έτσι, οι ίδιες οντότητες του χαμηλότερου επιπέδου μπορούν να επιδεικνύουν διαφορετικές συμπεριφορές σε σχέση με το σύστημα υψηλότερου επιπέδου στο οποίο συμμετέχουν. Αυτό είναι αποτέλεσμα της καθοδήγησής τους (υπό τη γενικότερη έννοια της πρόκλησης) από συγκεκριμένα πρότυπα περιορισμών των μεταξύ τους συσχετίσεων, τα οποία χαρακτηρίζουν ένα συγκεκριμένο είδος συστήματος.

Αυτό που μόλις περιγράφηκε είναι μια άλλη δικαιολόγηση της αρχής της μη-αναγωγικότητας λόγω μη-συμπερασματολόγησης. Οι εμπλεκόμενες αιτιάσεις (υπό μορφή τρόπου πρόκλησης μιας κατάστασης πραγμάτων) στην ΚΣΑΑ μπορούν να ερμηνευθούν, στο γενικότερα συστημικό πλαίσιο της ανάδυσης, ως γενικές οργανωσιακές αρχές υψηλότερου επιπέδου που περιορίζουν συγκεκριμένες διεργασίες χαμηλότερου επιπέδου (θεωρούμενες ως το αποτέλεσμα της πρόκλησης). Ο περιορισμός αυτό λαμβάνει χώρα δεδομένου ότι, οι συγκεκριμένες σχέσεις στις οποίες τα επιμέρους στοιχεία ενός συγκεκριμένου συστήματος μπορούν να εμπλακούν εξαρτώνται από τον τρόπο οργάνωσης των δομών και των διεργασιών του συστήματος. Υπό αυτό το πρίσμα, η ΚΣΑΑ μπορεί να ερμηνευτεί ως *μορφική σχέση αιτίου-αιτιατού (formal cause)* δίνοντας νέο ρόλο στην έννοια του ‘περιορισμού υψηλότερου επιπέδου’ ή αυτού των ‘συνοριακών συνθηκών’ (El-Hani & Emmeche 2000; El-Hani & Pereira, 2000).

Αναλυτικότερα, η θεώρηση των συνοριακών συνθηκών ως περιορισμούς υψηλότερου επιπέδου από τους Emmeche & colleagues (2000) βασίζεται στην ιδέα του Polanyi (1968) ότι τα ζωντανά συστήματα θεωρούνται φυσικά σχεδιασμένες οντότητες που λειτουργούν υπό τον έλεγχο δύο εντελώς αφηρημένων και συμπληρωματικών αρχών. Η πρώτη αρχή της σχεδίασης ή της οργάνωσης του συστήματος είναι ‘υπεύθυνη’ για την ‘οδήγηση’ της δεύτερης αρχής που διέπει τις φυσικό-χημικές διεργασίες στις οποίες βασίζεται το σύστημα. Κατά την οδήγηση των φυσικό-χημικών διεργασιών στο χαμηλότερο επίπεδο, τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος εμπλέκονται σε λειτουργίες που συνεισφέρουν στη διατήρηση της δυναμικής σταθερότητας του συστήματος ως σύνολο (Van Gulick 1993, δείτε επίσης §5.3.4.2). Υπό αυτό το πρίσμα, οι περιορισμοί του υψηλότερου επιπέδου συνδέονται άμεσα με τις οργανωσιακές αρχές του υψηλότερου επιπέδου, οι οποίες δρουν περιοριστικά στη δραστηριότητα των στοιχείων του χαμηλότερου επιπέδου, επιλέγοντας, από το σύνολο των καταστάσεων που μπορούν να πραγματοποιηθούν στο χαμηλότερο επίπεδο, την κατάσταση που θα πραγματοποιηθεί σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η σχέση μεταξύ ανάδυσης και περιορισμών του συνόλου αναπαρίσταται στο Σχ. 14.



Σχήμα 14. Ανάδυση μέσω περιορισμών του συνόλου.

Αν και η κατάσταση που περιγράφεται παραπάνω υπονοεί μακροσκοπικά τον δυισμό μεταξύ νου και ύλης, υπονοεί και συνεπάγεται επίσης κάτι πολύ σημαντικό: *την αλλαγή της θεώρησης της έννοιας της σχέσης αιτίου-αιτιατού*. Στη σύγχρονη επιστήμη η έννοια του *αιτίου (cause)* δεν έχει την γενικότερη ερμηνεία της ‘πρόκλησης’ ή της ‘εμφάνισης’ μιας κατάστασης πραγμάτων. Αυτό είναι αποτέλεσμα σκληρής και βιαστικής κριτικής που οδήγησε στην απόρριψη του όρου ‘αίτιο’ και αρκετών σχετικών θεωρήσεων της φιλοσοφίας του Αριστοτέλη (Aristotle, 1995), οι οποίες σχετίζονται με την ποικίλη ερμηνεία και χρήση της αρχής της σχέσης αιτίου-αιτιατού.

Έτσι, ιδιαίτερα στις σύγχρονες κλασσικές και μηχανιστικές επιστήμες έχουν υιοθετηθεί μόνο δύο εκ των τεσσάρων σχέσεων αιτίου-αιτιατού του Αριστοτέλη, η *αποτελεσματική σχέση αιτίου-αιτιατού (efficient cause)* και η *τελική σχέση αιτίου-αιτιατού (final cause)*. Στη φιλοσοφία όμως του Αριστοτέλη το ‘αίτιο’ δεν αντιπροσωπεύει απλώς ένα προηγούμενο γεγονός ικανό να παράγει ένα αποτέλεσμα ή το σκοπό μιας συγκεκριμένης πράξης, αλλά επίσης, θεωρείται η *βάση ή η θεμελίωση μιας κατάστασης πραγμάτων (Ross, 1995, σελ. 75)*. Σε αυτό το πλαίσιο σκέψης, η κατανόηση μιας κατάστασης πραγμάτων συνεπάγεται τη γνώση του *γιατί* η εν λόγω κατάσταση είναι αυτή που είναι και το πρωταρχικό αίτιο προσφέρει τη θεμελίωση της κατανόησης του παρατηρητή σχετικά με το *γιατί* οι καταστάσεις πραγμάτων εμφανίζονται με τον εκάστοτε τρόπο (Physics II.3, 194b17-20. Aristotle 1995, σελ. 332).

Επιπροσθέτως, ένα από τα σημαντικότερα διανοητικά επιτεύγματα του Αριστοτέλη είναι η αναγνώριση (υπό την έννοια της ταύτισης) του ‘γιατί’ μιας κατάστασης πραγμάτων με τη *μορφή (form)*. Υπό αυτή την οπτική, ο Αριστοτέλης υποστήριξε ότι η μορφή παρέχει στον παρατηρητή την βέλτιστη κατανόηση σχετικά με το ‘τι πραγματικά είναι’ μια κατάσταση πραγμάτων και το ‘γιατί είναι’ (υπό την έννοια της εμφάνισης – γιατί εμφανίζεται με τον συγκεκριμένο τρόπο) έτσι όπως είναι (Leag, 1988). Υπό αυτή την έννοια ο Αριστοτέλης υποστήριξε ότι η μορφή, καθώς και η ύλη μπορούν να αντιμετωπιστούν ως τρόποι αιτίου ή ως καταστάσεις πραγμάτων που προκαλούν αιτιώδεις ενέργειες.

Σε αυτό το μήκος κύματος κινείται και ο Hulswit (in press) όταν υποστηρίζει ότι οι περισσότερες συζητήσεις σχετικά με την ΚΣΑΑ δεν αναφέρονται στην σκληρή ερμηνεία της σχέσης αιτίου-αιτιατού, αλλά στην ιδέα της *κατερχόμενης επεξήγησης ή του κατερχόμενου προσδιορισμού (downward explanation or determination)*. Η θέση του Hulswit είναι προς την επιθυμητή κατεύθυνση αλλά είναι αρκετά ασαφής. Μια πιο συγκεκριμένη προσέγγιση θα πρέπει ίσως να ξεκινήσει από την πιο ολιστική και νατουραλιστική ερμηνεία της σχέσης αιτίου-αιτιατού από τον Αριστοτέλη. Σε αυτό το πλαίσιο οφείλει κανείς να αναλογιστεί την έννοια της σχέσης αιτίου-αιτιατού ως την πρόκληση μιας κατάστασης πραγμάτων λόγω της μορφής που επιβάλλει η

οργάνωση των επιμέρους στοιχείων ενός συνόλου προκειμένου να επιτευχθεί ένας επιθυμητός σκοπός.

Έτσι, απορρίπτοντας την σκληρή ερμηνεία της έννοιας του προσδιορισμού λόγω συνεπαγωγής αναγκαιότητας, η μελέτη της εξήγησης και των βασικών αρχών της ΚΣΑΑ μετατρέπεται στη μελέτη της *κατερχόμενης μορφικής (υπό την έννοια της βασισμένης στη μορφή) επεξήγησης (downward formal explanation)*. Πιο συγκεκριμένα, στη θεώρηση της κατερχόμενης μορφικής επεξήγησης, είναι η μορφή του συνόλου (άρτια συνδεδεμένη με τις συσχετίσεις των επιμέρους στοιχείων) που μπορεί να ‘εξηγήσει’ το ‘γιατί’ μιας κατάστασης πραγμάτων με απώτερο σκοπό (υπό την έννοια του βέλτιστου μέσου ή τρόπου για) την ‘πραγματική’ κατανόησή της από τον παρατηρητή.

Υπό αυτό το πρίσμα, η προσπάθεια κατανόησης της επιρροής του όλου στα επιμέρους στοιχεία του, μέσω αποτελεσματικών σχέσεων αιτίου-αιτιατού, οδηγεί σε αδιέξοδο. Μια τέτοια εξήγηση απαιτεί την ύπαρξη μιας κατάστασης πραγμάτων που προκαλεί την επιρροή, χωρίς να μπορεί να εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο υλοποιήθηκε η συγκεκριμένη κατάσταση. Όπως ειπώθηκε στην εκδοχή της ισχυρής ΚΣΑΑ αυτό απαιτεί την ύπαρξη δύο ξεχωριστών καταστάσεων πραγμάτων, δύο ξεχωριστών συστημάτων. Αντιθέτως, βάσει της κατερχόμενης μορφικής επεξήγησης η κατανόηση της επιρροής του συνόλου στα επιμέρους στοιχεία του θα πρέπει να αναζητηθεί στις δυνάμεις που διατηρούν τις αναδυόμενες ιδιότητες του συνόλου. Οι δυνάμεις αυτές σχετίζονται άμεσα με τη μορφή του συνόλου, λόγω του τρόπου συσχέτισης των επιμέρους στοιχείων και επομένως, εξαρτώνται από τη λειτουργικότητα του συνόλου και επιπλέον είναι επεξηγηματικές αυτής, χωρίς να είναι άμεσα *επισυμβαίνοντα (supervenience –* δείτε §4.1.7.1). Όπως εκτενώς θα παρουσιαστεί στο Κεφ. 5, η φύση της αναδυόμενης λειτουργικότητας ενός συστήματος, η οποία δικαιολογεί την επίδειξη κατερχόμενης μορφικής επεξήγησης, συνδέεται, στη γενικότερη θεώρηση ενός αυτόνομου συστήματος, με την έννοια της κλειστότητας.

4.1.5 Η Διαχρονική Ανάδυση – Diachronic Emergence

Η *διαχρονική ανάδυση (diachronic emergence)* σχετίζεται με τη γενικότερη θεώρηση της *αναδυόμενης εξέλιξης (emergent evolution)*. Όλες οι προσεγγίσεις της θεώρησης της διαχρονικής ανάδυσης βασίζονται στην ιδέα ότι οι διάφορες *καινοτομίες* συμβαίνουν μόνο κατά την εξέλιξη και επομένως, απορρίπτεται κάθε θέση σχετικά με προϋπάρχουσες διαμορφώσεις. Όμως, για να θεωρηθεί ο διαχρονικός αναδυσμός ως μια σκληρή θεώρηση της ανάδυσης, θα πρέπει να ικανοποιεί την θέση της *επί της αρχής θεωρητικής μη-προβλεψιμότητας* των νέων δομών και ιδιοτήτων. Σε αυτό το πλαίσιο, μια ιδιότητα είναι γνησίως καινοτόμα εάν δεν μπορεί θεωρητικά να προβλεφθεί πριν την εμφάνισή της. Ο Stephan (1998) υποστηρίζει ότι:

«μια συστημική ιδιότητα μπορεί να θεωρηθεί ως μη-προβλέψιμη για δύο λόγους. Ο πρώτος είναι λόγω της μη-προβλεψιμότητας της μικρο-δομής της (για την πρώτη φορά που εμφανίζεται κατά την εξέλιξη), από την οποία αναδύεται και ο δεύτερος λόγω της μη-αναγωγικότητάς της, περίπτωση κατά την οποία η θεώρηση της μικρο-δομής ως προβλέψιμη ή μη, είναι περιττή.» (Stephan 1998, σελ. 645).

Η δεύτερη περίπτωση δεν προσφέρει τίποτα παραπάνω σε σχέση με την γενικότερη αρχή της μη-αναγωγικότητας (§4.1.3.2), επομένως η έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην περίπτωση της μη-προβλεψιμότητας των δομικών στοιχείων του συστήματος. Ωστόσο, στην παρούσα εργασία μια τέτοια ανάλυση δεν κρίνεται αναγκαία. Έχοντας κανείς επικεντρώσει στην έννοια της ανάδυσης βασισμένη στη μη-αναγωγικότητα λόγω μη συμπερασματολόγησης από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων του συστήματος, όταν αυτά παρατηρούνται σε απομόνωση ή σε άλλα (απλούστερα) είδη συστημάτων, η έννοια της μη-προβλεψιμότητας δεν προσφέρει κάτι ουσιαστικό, ενώ μπορεί να βρίσκεται ακόμη και σε λάθος δρόμο.

Αναλόγως, οι Collier & Muller (1998) θεωρούν λάθος την προσέγγιση της ανάδυσης βασισμένη στη μη-προβλεψιμότητα. Γενικότερα, διαφωνούν με την θεώρηση της ανάδυσης που λαμβάνει υπόψη την αρχή της μη-προβλεψιμότητας λόγω της μη-συμπερασματολόγησης των

χαρακτηριστικών (φυσικών) ιδιοτήτων των συστατικών οντοτήτων του συνόλου. Υποστηρίζουν τη θέση τους ισχυριζόμενοι ότι, η παραπάνω αρχή είναι λάθος διότι ο προσδιορισμός των χημικών ιδιοτήτων ενός συστατικού είναι εξαρτώμενος της εξειδικευμένης γνώσης των αντίστοιχων επιστημονικών πεδίων. Όσο η εν λόγω γνώση αυξάνεται, μπορούν να συμπεραθούν πολλά περισσότερα σχετικά με τις ιδιότητες μη-παρατηρούμενων και θεωρητικών συστατικών. Επιπροσθέτως, ενδυναμώνουν τη θέση τους αναφέροντας την περίπτωση του φαινομένου του *προσδιορισμένου χάους (deterministic chaos)*, μια κατάσταση που φαινομενικά επιδεικνύει μη-προβλέψιμη συμπεριφορά, αλλά, θεωρητικά είναι εκ των προτέρων προβλέψιμη.

Τα επιχειρήματα αυτά έχουν ως σκοπό να επισημάνουν ότι η ουσία της έννοιας της ισχυρής και γνήσιας ανάδυσης επικεντρώνεται στις αρχές που διέπουν τις ιδιότητες της:

- ✓ συνοχής,
- ✓ ολιστικότητας,
- ✓ μη-αναγωγικότητας των συστημικών ιδιοτήτων λόγω της μη-συμπερασματολόγησής τους από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων τους (συγχρονική ανάδυση),
- ✓ κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού, υπό την έννοια της κατερχόμενης μορφικής επεξήγησης (μέτρια ΚΣΑΑ).

Η αρχή της μη-προβλεψιμότητας μπορεί τυχαία να ισχύσει για κάποια αναδυόμενη ιδιότητα στην εξέλιξη του συστήματος, αλλά δεν κρίνεται απαραίτητη για την θεώρηση της γνήσιας ανάδυσης. Συνεπώς, η έννοια της ανάδυσης, εξεταζόμενη σε ένα συστημικό πλαίσιο της εξέλιξης και σε συνδυασμό με τις παραπάνω βασικές αρχές, προσφέρει μια θεώρηση της ανάδυσης σε σχέση με την έννοια της λειτουργικότητας του συστήματος. Βάσει των προαναφερθέντων ιδιοτήτων που συνιστούν την έννοια της ισχυρής ανάδυσης που θα υιοθετηθεί στην παρούσα εργασία, η κατανόηση της επιρροής της ολότητας του συστήματος στα επιμέρους στοιχεία του, αναζητείται στις δυνάμεις της οργάνωσης που διατηρούν τις αναδυόμενες ιδιότητες του συνόλου. Οι συγκεκριμένες δυνάμεις σχετίζονται άμεσα με τη μορφή του συνόλου και επομένως, εξαρτώνται από τη λειτουργικότητά του.

Ειδικότερα, υιοθετείται ένα είδος λειτουργικής οργάνωσης, κατά την οποία το νέο-εμφανιζόμενο επίπεδο οργάνωσης έχει ως αρχικές συνθήκες τις λειτουργικές διεργασίες των επιμέρους στοιχείων του αμέσως κατώτερου επιπέδου, ενώ το αμέσως υψηλότερο επίπεδο παίζει το ρόλο των συνοριακών συνθηκών που επιλεκτικά περιορίζει, βάσει της λειτουργικότητας του συνόλου, την πραγμάτωση όλου του συνόλου των δυνατών διεργασιών της οργάνωσης. Επιπλέον, οι προαναφερθείσες ιδιότητες επεξηγούν την εν λόγω λειτουργικότητα χωρίς να είναι επιφανιόμενες, σε αντίθεση με τη λειτουργικότητα που συνεπάγεται από τα κογνιτιβιστικά και τα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια (δείτε §4.1.7).

4.1.6 Ο Ρόλος του Περιβάλλοντος στην Ανάδυση

Βάσει όσων έχουν αναφερθεί παραπάνω το πρόβλημα της ανάδυσης μπορεί σύντομα να περιγραφεί ως εξής:

από ένα σύστημα S παράγεται το S' το οποίο δεν μπορεί να εξηγηθεί σε σχέση μόνο με το S , ή με άλλα λόγια, το S' δεν μπορεί να αναχθεί στο S . Η αναγωγή του S' στο S δεν είναι δυνατή λόγω της ανάδυσής κάτι νέου (κάτι καινούργιου) στο S .

Στη συγκεκριμένη περίπτωση το ερώτημα σχετίζεται με την προέλευση του καινούργιου. Αυτό το ερώτημα δεν μπορεί να απαντηθεί εάν κανείς δεν λάβει υπόψη το ρόλο του περιβάλλοντος. Στην (§3.3.2) σημειώθηκε ο ρόλος του περιβάλλοντος σχετικά με την εξέλιξη ενός αυτό-οργανωμένου συστήματος και πιο συγκεκριμένα ο ρόλος της ιδιότητας της αυτό-αναφοράς (§3.3.1) η οποία δεν μπορεί να υπάρξει παρά μόνο σε σχέση με το αντίστοιχο περιβάλλον. Αναλόγως, το πρόβλημα της ανάδυσης δεν λύνεται εάν κανείς δεν λάβει υπόψη του τη σημασία του πλαισίου δράσης (context) του συστήματος. Είναι λοιπόν σίγουρο ότι δεν μπορεί να παρατηρηθούν διεργασίες ανάδυσης σε ένα κλειστό σύστημα. Αυτό που έλειπε από το S αλλά

παρουσιάζεται ως καινούργιο στο S' είναι η μορφή του που προκύπτει από την αλληλεπίδραση του S με το περιβάλλον E . Έτσι, ισχύει ότι $S+E = S'$. Συνεπώς, η απομόνωση από το περιβάλλον είναι η πηγή του προβλήματος της ανάδυσης. Το άνοιγμα του συστήματος στο περιβάλλον οδηγεί σε δύο γενικότερα ήδη ανάδυσης, τα οποία αν και διακρίνονται μεταξύ τους φαίνεται να λειτουργούν συμπληρωματικά προς το γενικότερο όφελος της εξέλιξης της λειτουργικότητας του συστήματος.

4.1.6.1 Αναλογικά-ωθούμενη Ανάδυση

Η έννοια της *αναλογικά-ωθούμενης ανάδυσης*²⁶ (*analog-driven emergence*) (Andrade, 2003, Balbin & Andrade, 2004) αντιπροσωπεύει την:

«ανάδυση ενός νέου οντολογικού επιπέδου με ξεχωριστή ποιοτική συμπεριφορά που χαρακτηρίζεται από μια καινούργια λειτουργική δομή που λειτουργεί ως ένα σύνολο που παρουσιάζει συνοχή.» (Andrade, 2003, σελ. 91).

Ο Andrade (2003) υποστηρίζει ότι η συγκεκριμένη ανάδυση είναι παράγωγο μιας αυτό-οργανωμένης διεργασίας ή αυτό που οι Prigogine & Stengers (1984: 177-209) ονομάζουν 'τάξη μέσα από το χάος'. Προτείνει ότι αυτού του είδους η ανάδυση προκύπτει μέσω διεργασιών εσωτερικών 'μετρήσεων' (measurements) που έχουν ως αποτέλεσμα την εδραίωση νέων σχέσεων τύπου αναλογικό-αναλογικό μεταξύ υπαρχόντων στοιχείων του συστήματος και εν συνεχεία την εδραίωση σχέσεων μεταξύ καινούργιων καταστάσεων πραγμάτων του περιβάλλοντος που έχουν ιδιαίτερη σημασία για τους σκοπούς του εξελισσόμενου συστήματος. Ο Andrade βασισμένος στη δουλειά των Matsuno & Salthe (1995) υποστηρίζει ότι στο πλαίσιο της κλασσικής λογικής, η αναλογικά-ωθούμενη ανάδυση αντιστοιχεί στη μετάβαση κατά την οποία ο εξωτερικός παρατηρητής οφείλει να δημιουργήσει καινούργια κατηγορήματα/αποφάνσεις προκειμένου να δώσει μια επαρκή περιγραφή για την κατάσταση πραγμάτων του περιβάλλοντός του, η διαφορετικά, αντιστοιχεί στην εισαγωγή καινούργιων γραμμμάτων σε ένα αλφάβητο.

Η αναλογικά-ωθούμενη ανάδυση δεν μπορεί να τυποποιηθεί/φορμαλιστεί (να αναπαρασταθεί συμβολικά) εφόσον εκφράζει τη σχέση μεταξύ του γνωστικού πράκτορα²⁷ και του μερικώς περιγραφόμενου εξωτερικού περιβάλλοντος. Η τυποποίηση αναγκαστικά αναγάγει την παραπάνω σχέση δυναμικής αλληλεπίδρασης σε ένα σύνολο συντακτικών κανόνων μέσω του ασυνείδητου αλλά καταστροφικού (ως προς το αποτέλεσμα) αποκλεισμού της αυτό-αναφοράς (δείτε §3.3.1 και §3.3.4.1). Οι υποκειμενικοί στόχοι, οι εμπειρίες και η ικανότητα του γνωστικού πράκτορα να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του συνιστούν μια πολύ γενικότερη και ποικίλη έννοια από αυτή της μέτρησης. Επιπροσθέτως, αποτελούν την πηγή των δημιουργικών και μη-προβλέψιμων αλληλεπιδράσεων με εξωτερικές καταστάσεις πραγμάτων. Παρόλα αυτά όμως, η αναπαράσταση των αλληλεπιδράσεων υπό μορφή μετρήσεων βοηθάει την τυποποίηση/φορμαλισμό και παράλληλα, φωτίζει τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί η αντίστοιχη κωδικοποίηση.

Ο Andrade (2003) υποστηρίζει ότι η μέτρηση, η εγγραφή και η δράση είναι οι απαντήσεις του γνωστικού πράκτορα στις συγκεκριμένες και άμεσες προκλήσεις του περιβάλλοντος και είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία μη-προβλέψιμων λειτουργικών αλληλεπιδράσεων. Η καταγραφή

²⁶ Η αναλογικά- και ψηφιακά- ωθούμενη ανάδυση είναι δύο είδη ανάδυσης που απορρέουν από την γενικότερη αρχή του δυισμού κώδικα που φαίνεται να διέπει όλα τα αυτόνομα συστήματα που βρίσκονται στο επίπεδο της αναδρομικής αυτό-διατήρησης ή/και πέρα από αυτό (δείτε §5.3.1.4 και §5.3.4.4).

²⁷ Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε αυτή την περίπτωση το ζωντανό/γνωστικό σύστημα αναφέρεται ως 'πράκτορας'. Όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω, όταν το γνωστικό σύστημα φτάσει σε αυτό το επίπεδο της οργάνωσης, τότε το σύστημα φεύγει από το απλό επίπεδο βασικής αυτονομίας, το οποίο χαρακτηρίζει το χαμηλότερο επίπεδο ζωής, και αρχίζει να αναπτύσσει γνωστικές ιδιότητες, αλληλεπιδραστικά με το περιβάλλον του και για λογαριασμό του ίδιου του συστήματος, επομένως, το σύστημα πρακτορεύει.

της μέτρησης έχει ως αποτέλεσμα την μερική εσωτερίκευση των εξωτερικών αναφορών και την αναδιοργάνωση προηγούμενων εγγραφών. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία μιας νέας 'ψηφιακής' εγγραφής σύμφωνα με τις αλληλεπιδράσεις που εδραιώνονται με το περιβάλλον. Το πέρασμα από την αναλογική στη ψηφιακή φάση είναι εξαρτώμενο από το πλαίσιο δράσης του πράκτορα και επομένως αυτό-αναφορικό από τη στιγμή που αφορά τον ίδιο τον πράκτορα (Andrade, 1999; 2000; 2003). Η διαδικασία της μέτρησης, καταγραφής και δράσης είναι πάντα αυτό-αναφορική και επομένως δεν τυποποιείται (Andrade, 2003, σελ. 92 και επίσης δείτε §5.3.3, ειδικότερα την §5.3.3.2, καθώς και Κεφ. 7). Ωστόσο, η αυτό-αναφορά είναι ένα αναπόφευκτο χαρακτηριστικό της εξέλιξης του γνωστικού πράκτορα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αναλογικής κωδικοποίησης είναι οι διάφορες ρυθμίσεις του φαινοτύπου των βιολογικών συστημάτων στην παρουσία εξωτερικών ερεθισμάτων. Οι κωδικοποιήσεις εμφανίζονται ως ανεπαίσθητες αλλαγές στη μορφή των εμπλεκόμενων φαινοτύπων.

4.1.6.2 Ψηφιακά-ωθούμενη Ανάδυση

Η έννοια της ψηφιακά-ωθούμενης ανάδυσης (*digital-driven emergence*) λαμβάνει χώρα μέσω αναπαραγωγής, αναδιοργάνωσης, ανανέωσης του συνδυασμού και μετάλλαξης των ψηφιακών εγγραφών (Andrade, 2002). Η συγκεκριμένη ανάδυση προκαλεί την εμφάνιση γειτονικών και κατάλληλα ρυθμισμένων λειτουργιών μέσα σε ένα ήδη οργανωμένο και λειτουργικό σύνολο. Ο Andrade (2003) υποστηρίζει ότι η ψηφιακά-ωθούμενη ανάδυση είναι παρόμοια με την ανάδυση μέσω επανασυνδυασμού (*recombination emergence* – Cariani, 1991) και με την ανάδυση τύπου 'τάξη από τάξη' του Schrodinger. Συνήθως, στην περίπτωση της ψηφιακά-ωθούμενης ανάδυσης (π.χ. η αντιγραφή ενός γονιδίου) εμφανίζεται συσσώρευση ουδέτερων μεταλλάξεων, ενώ παράλληλα διατηρείται η λειτουργικότητα του πράκτορα. Κατά αυτόν τον τρόπο η δυναμικότητα του πράκτορα αναζωογονείται από το εσωτερικό του, προκειμένου να εκδηλωθεί αναλόγως στο εξωτερικό περιβάλλον, όταν ταιριάζει με την δυναμική αλλαγή του περιβάλλοντος. Οι αντίστοιχες αναδύμενες οντότητες είναι ποσοτικής φύσης. Ο Kauffman σημειώνει ότι:

«Το συγκεκριμένο φαινόμενο είναι πολύ σύνηθες και το συναντά κανείς στις εξελικτικές μεταπλάσεις ανάμεσα σε υπάρχοντα επίπεδα οργάνωσης υπό τη μορφή βαθμιαίων μεταβάσεων, οριακών φυλογενετικών διακλαδώσεων και μετατροπών των οντογενετικών προγραμμάτων και γενικότερα, στις διεργασίες επιλογής καλορυθμισμένων δομών από ποικίλα λεκανοπέδια (landscapes) (Kauffman, 1993 σελ. 95-109).

Αυτό που πρέπει να προσέξει κανείς σε αυτό το σημείο είναι ότι ενώ η ψηφιακά-ωθούμενη ανάδυση χρειάζεται κλειστότητα προκειμένου να ευδοκιμήσει, η παρατήρησή της γίνεται μόνο εάν και όταν το σύστημα ανοίξει προς καινούργιους περιβαλλοντικούς πόρους. Γενικότερα, η δομική κλειστότητα ευδοκιμεί όταν το εξωτερικό περιβάλλον παραμένει σταθερό (γεγονός σχεδόν εντελώς αδύνατο – δείτε Ashby, 1958). Σε περίπτωση διατήρησης της δομικής κλειστότητας του συστήματος οι ψηφιακές αναδύσεις αντιμετωπίζονται ως ουδέτερες μεταλλάξεις. Ο Andrade υποστηρίζει ότι, στο πλαίσιο της κλασσικής λογικής η ψηφιακά-ωθούμενη ανάδυση αντιστοιχεί σε μια περιγραφή που μπορεί να παραχθεί μέσω του επανασυνδυασμού των βασικών προϋπαρχόντων συμβόλων, όπως στην περίπτωση κατασκευής μιας νέας γραμματοσειράς από τα διαθέσιμα γράμματα μιας αλφαβήτου. Σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει ανάγκη εισαγωγής καινούργιων κατηγορημάτων (π.χ. καινούργιων γραμμάτων στο αλφάβητο).

Παρόλα αυτά, η ανάδυση δεν μπορεί να πραγματοποιείται μόνο στο συντακτικό επίπεδο, αλλά χρειάζεται, τόσο το σημαντικό, όσο και το πραγματικό (δείτε §2.1.2). Το πρόβλημα παρουσιάζεται όταν η αναδύμενη λειτουργία ή συμπεριφορά είναι μια πολύ μικρή διαφοροποίηση προηγούμενων λειτουργιών και συμπεριφορών αντιστοίχως. Σε αυτή την περίπτωση οι δύο λειτουργίες μπορούν να θεωρηθούν ίδιες και επομένως, δεν υπάρχει ανάγκη για εισαγωγή καινούργιων συμβόλων στην ψηφιακή περιγραφή. Ειδικότερα, στην περίπτωση των ζωντανών συστημάτων όπου η λειτουργία τους είναι ιδιαίτερος σημαντική, είναι πολύ δύσκολο να μιλήσει κανείς για ανάδυση τη στιγμή που η συμπεριφορά τους παραμένει σταθερή.

Όσο όμως και να φαίνεται ότι τα δύο ήδη ανάδυσης δεν διαφέρουν πρακτικά καθόλου, υπάρχει μια ειδοποιός διαφορά μεταξύ τους με μεγάλες ουσιαστικές προεκτάσεις για τον πράκτορα στον οποίο εμφανίζονται συμπληρωματικά.

Γενικότερα, η ανάδυση σχετίζεται με λειτουργικές αλλαγές στην αναμενόμενη συμπεριφορά του συστήματος, ανεξαρτήτως των μεγεθών των αλλαγών αυτών. Αυτό, εκτός της μετάθεσης των βασικών συστατικών συμβόλων, συνήθως, συνεπάγεται την εδραίωση νέων ειδών συμπεριφοράς και σχέσης με το περιβάλλον (δείτε §4.3.3 και §5.3.5.2 και §5.3.8). Η βασική διαφορά μεταξύ των δύο τύπων ανάδυσης είναι ότι η αναλογικά-ωθούμενη χρειάζεται *ανοιχτότητα* (*openness*) υπό τη μορφή της διεγερσιμότητας και της ευαισθητοποίησης σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες, ενώ η ψηφιακά-ωθούμενη απαιτεί την προήγηση μιας φάσης *κλειστότητας* (*closure*) υπό την έννοια της ομοιοστατικής/αυτό-ρυθμιστικής ανεξαρτησίας σε προηγούμενες περιβαλλοντικές παρενοχλήσεις.

Υπό το πρίσμα ενός *λειτουργικού πλαισίου δράσης* (*functional context*) η διάκριση μεταξύ των δύο ειδών ανάδυσης ερμηνεύεται ως η διαφορά μεταξύ της λογικής περιοχής όλων των βασικών λειτουργιών ή δράσεων που μπορούν να επιτευχθούν από τα διάφορα είδη συστημάτων και της περιοχής που καλύπτει όλες τις υψηλά ιδιάζουσες δράσεις που μπορούν να επιτευχθούν από ένα συγκεκριμένο σύστημα. Ο Rosen (2000, σελ. 184) και άλλοι ερευνητές όπως αναφέρθηκε στις §3.2 και §3.3.1, αλλά και όπως θα σημειωθεί αναλυτικότερα στο Κεφ. 5, υποστηρίζει ότι η κλειστότητα (υπό την έννοια της επιλεγμένης απομόνωσης – buffering) των περιβαλλοντικών συνθηκών είναι ένα γενικό χαρακτηριστικό των ζωντανών οργανισμών, το οποίο εμφανίζεται σε βάρος της ανοιχτότητάς τους στα υπόλοιπα συστήματα του περιβάλλοντός τους. Αν αυτό αληθεύει, τότε θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ότι τα ζωντανά συστήματα περνούν από τη φάση της ψηφιακά-ωθούμενης ανάδυσης στην αναλογικά-ωθούμενη.

Βάσει της θεώρησης των πλαισίων που έχουν παρουσιαστεί μέχρι τώρα, στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3) συνοψίζονται τα γενικά χαρακτηριστικά της ανάδυσης τους, ως προς το είδος της ανάδυσης και της ΚΣΑΑ που υπονοείται ότι επιτυγχάνουν.

Χαρακτηριστικά Ανάδυσης Γνωστικά Πλαίσια	Είδος Ανάδυσης					ΚΣΑΑ		
	Ασθενής	Συγχρονική	Διαχρονική	Αναλογικά- ωθούμενη	Ψηφιακά- ωθούμενη	Ισχυρή	Μέτρια	Ασθενής
Συμβολικά/Κοννεξιονιστικά	+				+	+		
Εξελικτικά			+	+				+
Αιτιολογικά			+		+			+
Κυβερνητική 2 ^{ης} τάξης -Αυτό -οργανωτικά/αυτοποιητικά		+	+	+			+	
ΔΘΣ	+			+				+

Πίνακας 3. Χαρακτηριστικά της ανάδυσης των βασικών γνωστικών πλαισίων.

4.1.7 Η Επιφαινομενικότητα του Κλασσικού και Εξελικτικού/Αιτιολογικού Λειτουργισμού (functionalism)

Στις §4.1.6.1, §4.1.6.2 και στο τέλος της §4.1.5 σημειώθηκε ότι η έννοια της ανάδυσης σχετίζεται άμεσα με τις λειτουργικές αλλαγές και την επικείμενη συμπεριφορά του συστήματος, ανεξαρτήτως του μεγέθους των αλλαγών αυτών. Γενικότερα, σε ένα νατουραλιστικό πλαίσιο αναζητείται η νατουραλιστική ανάδυση της λειτουργικότητας σε ένα σύστημα. Επιπροσθέτως, η λειτουργικότητα είναι ένα *κανονιστικό* (*normative*) φαινόμενο υπό την έννοια ότι μπορεί να της

αποδοθούν οι τιμές της ορθότητας, και μάλιστα από το ίδιο το σύστημα. Η κανονιστικότητα αναφέρεται στο γεγονός ότι ένα σύνολο διεργασιών που συνιστούν το σύστημα *οφείλει* να λαμβάνει χώρα με έναν συγκεκριμένο τρόπο, προκειμένου το εν λόγω σύστημα να συνεχίσει να υπάρχει.

Με άλλα λόγια, το σύστημα θα πρέπει να επιδεικνύει ένα είδος λειτουργικότητας που να επιδέχεται κρίση σχετικά με το εάν θεωρείται κατάλληλη για την υποστήριξη των στόχων του συστήματος στη συγκεκριμένη αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα παρουσιάζει ανάδυση *κανονιστικής λειτουργικότητας (normative functionality)*, η οποία σε ένα νατουραλιστικό πλαίσιο συνεπάγεται την ανάδυση *κανονιστικών αναπαραστάσεων (normative representations)* (δείτε §5.3.5.2). Είναι προφανές, ότι στην περίπτωση των ζωντανών/γνωστικών συστημάτων της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, η κανονιστικότητα του συστήματος ορίζεται ενδογενώς από την ίδια την οργάνωση του συστήματος και δεν ερμηνεύεται εξωτερικά, ούτε παράγεται από την παρατήρηση της εξελικτικής του ιστορίας ή της ιστορίας εκμάθησης.

Στη §2.6.4 παρουσιάστηκε η αδυναμία του κογνιτιβιστικού/υπολογιστικού λειτουργισμού να υποστηρίξει την ύπαρξη κανονιστικών αναπαραστάσεων. Στη συνέχεια της ενότητας θα παρουσιαστεί η γενικότερη αδυναμία των αιτιολογικών και εξελικτικών προσεγγίσεων του λειτουργισμού να εξηγήσουν και να δικαιολογήσουν την ανάδυση κανονιστικής λειτουργικότητας στο γνωστικό σύστημα.

4.1.7.1 *Επισυμβαίνοντα εναντίον Νατουραλισμού*

Πριν κανείς αναζητήσει και αναφερθεί στη νατουραλιστική ανάδυση της κανονιστικής λειτουργικότητας θα πρέπει να εξετάσει κατά πόσο η γενικότερη θεώρηση του νατουραλισμού είναι έγκυρη. Αν και ο νατουραλισμός (Feldman, 2006) θεωρείται ο πιο έκδηλος και φέρελπις αντίλογος στις φιλοσοφίες και επιστημονικές μεθόδους που κυριάρχησαν τον 20^ο αιώνα, έχει δεχτεί σχετικά λίγες επιθέσεις αμφισβήτησης. Η πιο ισχυρή αμφισβήτηση έρχεται από το πλαίσιο της *επακολούθησης* ή αλλιώς των *επισυμβαίνοντων (supervenience)* (McLaughlin & Bennett, 2006).

Η θεμελιώδης ιδέα του πλαισίου των επισυμβαίνοντων είναι ότι ένα σύνολο ιδιοτήτων ή γεγονότων *M* επισυμβαίνει σε ένα σύνολο ιδιοτήτων ή γεγονότων *P* αν και μόνο εάν δεν μπορεί να συμβούν αλλαγές ή διαφοροποιήσεις στο *M* χωρίς να συμβούν αλλαγές ή διαφοροποιήσεις στο *P*. Αν και η κεντρική ιδέα της επίθεσης αντικρούεται με το επιχείρημα της ανάγκης για επιστημολογική αξία των περιγραφών ενός φαινομένου (Maffie, 1990) και όχι με απλή δικαιολόγησή τους μέσω αντικειμενικά πραγματικών πεποιθήσεων (Kim, 1988), η επίθεση απέναντι στην ιδέα της νατουραλιστικής ανάδυσης είναι αρκετά ισχυρή, ιδιαίτερα, μετά την προσεκτική θεμελίωσή της από τον Kim σε μια σειρά από εργασίες (Kim 1990; 1991; 1992a; 1992b; 1993a; 1993b; 1997).

Συγκεκριμένα, ο Kim μέσω των επιχειρημάτων του θέτει το παρακάτω δίλλημα σχετικά με την οντολογική εγκυρότητα της νατουραλιστικής ανάδυσης: είτε ο νατουραλισμός είναι εσφαλμένος ή δεν μπορεί να υπάρξει περίπτωση γνήσιας (μη-επιφαινομενικής) ανάδυσης. Επί της ουσίας τα επιχειρήματά του έχουν περιληπτικά ως εξής:

- a). αν τα φαινόμενα υψηλότερου επιπέδου δεν είναι επισυμβαίνοντα στα κατώτερα επίπεδα τότε υπάρχει ένα είδος δυισμού και επομένως ο νατουραλισμός είναι εσφαλμένος,
- b). αν τα φαινόμενα υψηλότερου επιπέδου είναι επισυμβαίνοντα, τότε όλη η αιτιότητα βρίσκεται στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο επακολούθησης, δηλαδή αυτό των πιο στοιχειωδών σωματιδίων, όποιος τύπος σωματιδίου και να βρεθεί να/ότι το αντιπροσωπεύει.

Συγκεκριμένα, δεν μπορεί να υπάρξει κανένα υψηλότερο επίπεδο με αιτιώδη ισχύ ως αποτέλεσμα γνήσιας και όχι επιφαινομενικής ανάδυσης. Επομένως, όλη η αιτιότητα εντοπίζεται στα θεμελιώδη σωματίδια, όποια και να είναι αυτά.

Υπό αυτό το πρίσμα, οι αιτιώδεις οργανώσεις του υψηλότερου επιπέδου (φαινόμενα που ερμηνεύονται στο πλαίσιο του αναδυσμού ως γενικότερη αναδύομενη αιτιώδη ισχύς) θεωρούνται ως το σημείο συνάντησης των στοιχειωδών σωματιδίων προκειμένου να εμπλακούν σε αιτιώδεις αλληλεπιδράσεις. Ως εκ τούτου, όλα τα φαινόμενα υψηλότερου επιπέδου είναι αιτιωδώς επιφαινομενικά και επομένως, η εμφάνιση αιτιωδώς αποτελεσματικής (γνήσιας) ανάδυσης είναι αδύνατη.

Εκ πρώτης άποψης το δίλλημα που θέτουν τα επιχειρήματα του Kim δείχνει να ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Μια όμως προσεκτικότερη μελέτη των επιχειρημάτων δείχνει άμεσα την απόρριψή τους, αρχικά από την έννοια της συνοχής (δείτε §4.1.3.3) και εν συνεχεία από την έννοια της ΚΣΑΑ ως κατερχόμενη μορφική επεξήγηση (δείτε §4.1.4.4). Επί της αρχής, ένα σύστημα δεν είναι μικρό-αναγώγιμο εάν παρουσιάζει συνοχή και κατερχόμενη μορφική επεξήγηση, ή αναλυτικότερα, εάν μια ιδιότητα ενός συστήματος, το οποίο παρουσιάζει συνοχή, είναι ανεπλήρως σε μικροσκοπικές διακυμάνσεις λόγω αιτιωδών συνδέσεων μεταξύ των επιμέρους στοιχείων του, τότε το σύστημα δεν επιδέχεται μικρό-αναγωγή.

Προς το παρόν δεν θα υπάρξει άλλη αναφορά στην ιδέα των επισυμβαινόντων παρά στο Κεφ. 5 (δείτε §5.3.1.1) όπου θα παρουσιαστεί μια πιο συνολική αντίρρηση σε όσα συνεπάγονται από την υιοθέτηση της θεώρησής τους.

4.1.7.2 Η Αποτυχία Υποστήριξης Κανονιστικής Λειτουργικότητας στον Κλασσικό Λειτουργισμό

Ο Block (1980) διακρίνει μεταξύ τριών ειδών λειτουργισμού, τον *αναλυτικό* ή *αποσυνθετικό λειτουργισμό* (*decompositional functionalism*), τον *υπολογιστικό* (*computational functionalism* – δείτε §2.6.4) και τον *μεταφυσικό* (*metaphysical*). Ο αναλυτικός σχεδόν ταυτίζεται με τον υπολογιστικό. Ο αποσυνθετικός λειτουργισμός βασίζεται στην αποσύνδεση των στοιχείων του γνωστικού συστήματος και στην ξεχωριστή ανάλυση της λειτουργικότητας των επιμέρους στοιχείων του. Ο υπολογιστικός λειτουργισμός (Fodor, 1975) προτείνει, βασισμένος στο μοντέλο του υπολογιστή δεδομένων, ότι οι λειτουργικές καταστάσεις ενός γνωστικού συστήματος ισοδυναμούν με αυτές που μπορούν να παραχθούν από ψηφιακές μηχανές τύπου Turing. Ο μεταφυσικός λειτουργισμός ισχυρίζεται ότι οι νοητικές καταστάσεις είναι λειτουργικές καταστάσεις ανεξαρτήτως της φυσικής τους πραγματοποίησης. Γενικότερα, η κεντρική ιδέα των θεωρήσεων του κλασσικού λειτουργισμού είναι ότι η ουσία της λειτουργίας δεν είναι η φυσική της πραγματοποίηση αλλά οι αιτιώδεις δομές (υπό μορφή σχέσεων) που αναπτύσσονται μεταξύ των στοιχείων του συστήματος.

Όπως παρουσιάστηκε στην §2.2 (εκεί που μιλάω για το υπολογιστικό πλαίσιο νόησης) ο υπολογιστικός λειτουργισμός παρέχει την επιστημολογική βάση για μια τυποποιημένη θεωρία της νόησης μέσω λογικών σχέσεων μεταξύ των καταστάσεων, της εισόδου και της εξόδου του συστήματος. Από τη στιγμή που επί της αρχής διαφορετικά φυσικά συστήματα μπορούν να πραγματοποιήσουν τις ίδιες τυπολογικές (υπολογιστικές) σχέσεις, ο κλασσικός λειτουργισμός θεωρείται συνήθως ως η *υπόθεση πολλαπλής πραγμάτωσης* (*multiple realizability hypothesis*).

Η ανεξαρτησία μεταξύ του φυσικού και του λειτουργικού επιπέδου θεωρείται το δυνατό σημείο του λειτουργισμού (σε ότι αφορά την επεξηγηματική του αξία), αλλά ταυτόχρονα είναι και η αχίλλειος πτέρνα του. Οι δυσκολίες εμφανίζονται όταν κανείς προσπαθήσει, μέσω της θεώρησης του κλασσικού λειτουργισμού, να εξηγήσει την πολυπλοκότητα των υποκείμενων φυσικών μηχανισμών που υποστηρίζουν και κατ' επέκταση επεξηγούν τις παρατηρούμενες λειτουργίες.

Συγκεκριμένα, το βασικό πρόβλημα του κλασσικού λειτουργισμού είναι ότι χρησιμοποιεί 'κωδικοποιήσεις' (δείτε §2.6.1) προκειμένου να διαχωρίσει σε επιμέρους λειτουργίες τη συνολική λειτουργία ενός συστήματος. Ως εκ τούτου, η απόδοση της ερμηνείας των συγκεκριμένων λειτουργιών είναι εξωγενής και πλήρως εξαρτημένη από τον παρατηρητή. Για παράδειγμα, η εξήγηση του φαινομένου αναζήτησης τροφής από ένα έντομο μπορεί να ερμηνευθεί ως μια απλή 'μετακίνηση προς περιοχές πλούσιες σε πόρους', ενώ μια πιο προσεκτική μελέτη θα δείξει ότι σε πολλές περιπτώσεις (μυρμήγκια, μύγες κτλ.) υπάρχει μια

αρκετά πιο πολύπλοκη διεργασία που αναδύεται από τοπικές αλληλεπιδράσεις με άλλα έντομα της ίδιας φύσης μέσω ενός είδους χημικής επικοινωνίας (trofolaxis).

Ο κλασικός λειτουργισμός δεν είναι σε θέση να υποστηρίξει την εξήγηση της κανονιστικής λειτουργικότητας (δείτε §2.6.4 σχετικά με την πιθανότητα να βρίσκεται το αναπαραστασιακό περιεχόμενο σε λάθος), πόσο μάλλον την ανάδυση αυτής. Επομένως, το βασικό πρόβλημα που έπρεπε να απαντηθεί στα πλαίσια του λειτουργισμού είναι το πώς κανείς μπορεί να βεβαιωθεί σχετικά με την ερμηνευτική επάρκεια των λειτουργικών εξηγήσεων. Με άλλα λόγια, κανείς πρέπει να βεβαιωθεί σχετικά με το εάν η ερμηνεία ενός παρατηρητή σχετικά με τη λειτουργικότητα (ή μέρος αυτής) ενός συστήματος είναι απλά μια μεταφορική περιγραφή ή αντιπροσωπεύει αυτό που 'πραγματικά συμβαίνει' στο υπό μελέτη σύστημα. Δεδομένου ότι, κάθε συμπεριφορά ενός γνωστικού πράκτορα μπορεί επί της αρχής να υπόκειται σε αυθαίρετη λειτουργική ερμηνεία (Dennet, 1990), η Millikan, αλλά και άλλοι που βασίστηκαν στο αιτιολογικό μοντέλο (π.χ. Godfrey-Smith, 1994), προσπάθησαν να λύσουν το πρόβλημα συνδέοντας την εξήγηση της λειτουργικότητας του γνωστικού συστήματος με την εξελικτική του ιστορία. Όπως θα παρουσιαστεί στην παρακάτω ενότητα, η προσπάθεια αυτή δεν είναι επιτυχής εφόσον δεν μπορεί να περάσει το εμπόδιο της επιφαινομενικότητας.

4.1.7.3 Η Επιφαινομενικότητα της Κατάλληλης Λειτουργίας της Millikan

Η Millikan εισήγαγε την έννοια της κατάλληλης λειτουργίας (δείτε §2.4.1.1) προκειμένου να μπορέσει να δικαιολογήσει τη σχέση μεταξύ των φυσικών μηχανισμών και των λειτουργιών που υποστηρίζουν και κατ' επέκταση τη κανονιστικότητα της αντίστοιχης λειτουργικότητας. Πολύ περιληπτικά, υπενθυμίζεται ότι η F θεωρείται ως κατάλληλη λειτουργία του x όταν η απόδοση της F έχει βοηθήσει (έχει παίξει ουσιαστικό ρόλο) στον πολλαπλασιασμό των προγόνων του x . Για παράδειγμα, η λειτουργία (F) ενός κελύφους x μιας χελώνας είναι η προστασία της επειδή το κέλυφος έχει αναπαραχθεί επανειλημμένως και επί πολλές γενιές λόγω ακριβώς της προστατευτικής του λειτουργίας.

Με άλλα λόγια η κεντρική ιδέα της αιτιολογικής προσέγγισης στο λειτουργισμό είναι ότι τα όργανα ενός ζωντανού συστήματος έχουν συγκεκριμένες λειτουργίες (π.χ. η καρδιά αντλεί και τρομπάρει αίμα, ενώ το νεφρό το φιλτράρει κτλ.) στο μέτρο που έχουν την 'σωστή' εξελικτική ιστορία, δηλαδή, εάν οι απόγονοί τους είχαν επιλεγεί προκειμένου να εμφανίσουν τα συγκεκριμένα αποτελέσματα. Επομένως, οι προηγούμενες καρδιές είχαν επιλεγεί, και επομένως υπάρχουν ακόμη και τώρα, λόγω του ότι αντλούσαν αίμα, γεγονός το οποίο επέτρεψε στους οργανισμούς που τις είχαν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν και να καταλήξουν στα είδη των οργανισμών που είναι τώρα.

Ειδικότερα, η Millikan θεωρεί ότι το αιτιολογικό μοντέλο του εξελικτικού λειτουργισμού συνδέει με επιτυχία μια λειτουργιστική θεωρία αναπαραστάσεων με μια προσαρμοστική εξελικτική θεωρία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη θεμελίωση της επιστημολογικής κανονιστικότητας των αναπαραστάσεων στο γεγονός ότι οι οργανισμοί πρέπει να προσαρμόζονται σε ένα αντικειμενικό περιβάλλον μέσω μιας σχέσης που λειτουργεί κάτω από τη γενικότερη ομπρέλα της φυσικής επιλογής. Με αυτόν τον τρόπο η προσαρμογή και η αναπαραστάση συνδέονται μέσω της εξελικτικής λειτουργίας. Συνεπώς, το αναπαραστασιακό περιεχόμενο συγκεκριμενοποιείται από την φυσική επιλογή και επομένως, τα μυρμήγκια 'μετακινούνται προς περιοχές πλούσιες σε πόρους' επειδή χρησιμεύει στην εξέλιξή τους. Σε αυτό το μοντέλο, η κανονιστικότητα της αναπαραστάσεως θεωρείται απόρροια και συνάρτηση της κανονιστικότητας της βιολογικής λειτουργίας του συστήματος. Έτσι, η κανονιστική λειτουργία του νεφρού να φιλτράρει το αίμα εξαρτάται από την εξελικτική του ιστορία. Το μοντέλο της Millikan έχει μια μεγάλη δόση νατουραλισμού από τη στιγμή που βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά σε εξελικτικά γεγονότα και δικαιολογημένα θεωρείται ως η πιο ισχυρή προσέγγιση στη μοντελοποίηση της κανονιστικής λειτουργίας.

Δυστυχώς, η εξάρτηση στην εξελικτική ιστορία του συστήματος δεν είναι αρκετή για την υποστήριξη και εξήγηση της νατουραλιστικής ανάδυσης κανονιστικής λειτουργικότητας. Το πρώτο πρόβλημα της αιτιολογικής προσέγγισης είναι ότι δεν μπορεί να δικαιολογήσει την πρώτη

εμφάνιση μιας συγκεκριμένης λειτουργίας σε ένα σύστημα. Η πρώτη εμφάνιση χρήσιμων συνεπειών για τον οργανισμό από ένα συγκεκριμένο όργανο δεν θα μπορεί να θεωρηθεί ως αποτέλεσμα της λειτουργίας του οργάνου λόγω έλλειψης εξελικτικής ιστορίας της επιλογής για το συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Ωστόσο, το πρόβλημα λύνεται μετά από το πέρασμα μερικών γενιών όπου η συγκεκριμένη ιστορία της επιλογής υπάρχει (υποθέτοντας ότι η συγκεκριμένη λειτουργία θα έχει διατηρηθεί) και επομένως, μπορεί κανείς να μιλά σχετικά με τη συγκεκριμένη λειτουργία (που πλέον κρίνεται ως κατάλληλη) των απογόνων του οργάνου.

Ο Bickhard (200b; 2001; 2003) σημειώνει άλλο ένα πρόβλημα, το οποίο αν και έχει ήδη σημειωθεί και εμμέσως απαντηθεί από την Millikan (1989), ενέχει μια πραγματικά προβληματική και καταστροφική ερμηνεία για την αιτιολογική εξήγηση της νατουραλιστικής ανάδυσης. Αντιγράφοντας εν μέρει το πείραμα της δίδυμης γης (δείτε §1.4.1) εντελώς θεωρητικά, υποθέτει ότι με ένα μαγικό τρόπο ή από καθαρή τύχη διάφορα μόρια που βρίσκονται στο αέρα συγκροτούνται και δημιουργούν ένα λιοντάρι το οποίο είναι πανομοιότυπο (σε επίπεδο μορίου) με ένα λιοντάρι του ζωολογικού κήπου. Σε αυτή την περίπτωση, τα όργανα του λιονταριού που εμφανίστηκε ξαφνικά δεν θα έχουν καμία λειτουργία, λόγω έλλειψης εξελικτικής ιστορίας για το συγκεκριμένο λιοντάρι, ενώ αντιθέτως, τα όργανα του λιονταριού του ζωολογικού κήπου θα επιδεικνύουν κατάλληλη λειτουργία. Αυτό αποτελεί πρόβλημα για τη θεώρηση του αιτιολογικού μοντέλου. Η Millikan (1989, σελ. 292) έχει προβλέψει ότι η ιστορική εξάρτηση του μοντέλου των κατάλληλων λειτουργιών είναι ευάλωτη σε τέτοιες επιθέσεις, αλλά θεωρεί όλες τις αντίστοιχες 'λογικά πιθανές καταστάσεις' ως εσφαλμένα και παραπλανητικά κατασκευάσματα που δεν συμβαίνουν στην 'πραγματικότητα'. Με άλλα λόγια, θεωρεί ότι τέτοιες επιθέσεις δεν έχουν νόημα και ότι αποτελούν το τίμημα που πρέπει να πληρώσει κάθε νατουραλιστικό μοντέλο.

Το πρόβλημα όμως των διδύμων λιονταριών έχει ακόμη μια πολύ σημαντική προέκταση. Εκ παραδοχής, τα δύο λιοντάρια έχουν τις ίδιες τρέχουσες καταστάσεις, ενώ δεν έχουν τις ίδιες λειτουργίες (συγκεκριμένα, το ένα δεν έχει καθόλου λειτουργίες). Επομένως, όπως ισχυρίζεται ο Bickhard (2001):

«η τρέχουσα κατάσταση δεν επαρκεί για την μοντελοποίηση της αιτιολογικής λειτουργίας, αλλά χρειάζεται και η σωστή ιστορία του συστήματος» (Bickhard, 2001, §3.3).

Αυτό όμως είναι εξ' ορισμού προβληματικό. Πιο αναλυτικά, εάν η φυσική επιλογή θεωρηθεί ως παράγοντας μοντελοποίησης συστημάτων που παρουσιάζουν πολύπλοκη λειτουργικότητα, η οποία αν και εξελικτικά επιλεγμένη ενεργεί μέσω φυσικών πραγματώσεων της (εκφάνσεων), τότε, η φυσική επιλογή δεν μπορεί να θεωρηθεί ως οντολογικά παρούσα στο υπό μελέτη σύστημα. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και ο Maturana (1978) όταν υποστηρίζει ότι οι λειτουργικές επεξηγήσεις προσθέτουν απόλυτα χαρακτηριστικά στην τελική εξήγηση, καθώς η εξελικτική ιστορία ενός οργανισμού δεν είναι παρούσα στους μηχανισμούς που κατευθύνουν τη συμπεριφορά του²⁸. Για τον Maturana, οι επεξηγήσεις βασισμένες στη λειτουργικότητα είναι σημασιολογικές προβολές χωρίς πραγματικές προεκτάσεις και ως εκ τούτου κρίνονται ως οντολογικά παραπλανητικές.

Επομένως, μόνο η τρέχουσα κατάσταση μπορεί να έχει αιτιώδεις συνέπειες. Οι αιτιώδεις συνέπειες της εξελικτικής ιστορίας ενός συστήματος αποκτούν ισχύ μόνο εάν η συγκεκριμένη ιστορία δρα μέσω της τρέχουσας κατάστασης. Πιο συγκεκριμένα, το παρελθόν δεν μπορεί να προκαλέσει απολύτως τίποτα στο μέλλον χωρίς τη διαμεσολάβηση της τρέχουσας κατάστασης. Από τη στιγμή που η λειτουργία ενός συστήματος δεν συνίσταται από καμία ιδιότητα της τρέχουσας κατάστασής του, η εν λόγω λειτουργικότητα δεν μπορεί να θεωρηθεί ως αναδυόμενη

²⁸ Κάτι τέτοιο θα ήταν δυνατό μόνο σε μια επεξήγηση που θα βασιζόταν σε φαινόμενα που παρουσιάζουν την ιδιότητα της συνοχής, διαφορετικά, οι λειτουργικές επεξηγήσεις λειτουργούν αναγωγικά και επομένως, προσθέτουν στην επεξήγηση πράγματα και γεγονότα που διαφέρουν από το υπό μελέτη σύστημα και δεν σχετίζονται με αυτό – βλ §4.1.3.3.

στη τρέχουσα κατάσταση (Bickhard, 2000b). Παράλληλα, χάνεται κάθε δυνατότητα να θεωρηθεί ως ενδογενώς κανονιστική. Η οποιαδήποτε κανονιστικότητα της είναι περιγραφική και πλήρως παραγόμενη από τον παρατηρητή, τον χρήστη ή τον σχεδιαστή του συστήματος, υπό την ίδια έννοια όπου η λειτουργία ενός αυτοκινήτου θεωρείται η μεταφορά επιβατών ή ενός υπολογιστή η επεξεργασία κειμένων. Η περιγραφική κανονιστικότητα και κάθε είδος κανονιστικότητας που παράγεται από τον παρατηρητή, δεν μπορεί να θεωρηθεί ως νατουραλιστική κανονιστικότητα.

Τελικά, η αιτιολογική λειτουργία δεν μπορεί να μοντελοποιηθεί μέσω της τρέχουσας κατάστασης, με συνέπεια να μην μπορεί να θεωρηθεί ως αιτιωδώς αποτελεσματική. Συγκεκριμένα, αν και μπορεί να εξηγήσει το λόγο ύπαρξης ενός τύπου υποσυστημάτων, ή όπως λένε οι Allen & Beckoff (1995) μπορεί να παρέχει μια εξήγηση στην έννοια του 'being designed', δεν μπορεί να απαντήσει στα ερωτήματα που σχετίζονται με θέματα οργάνωσης (δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο η λειτουργικότητα σχετίζεται με τη φυσική της πραγμάτωση και με τα υπόλοιπα συστατικά του συστήματος), καθώς και την αρχή (την προέλευση) και τη φύση της λειτουργίας. Ο ορισμός της αιτιολογικής προσέγγισης είναι κυκλικός, από τη στιγμή που μια κατάλληλη λειτουργία χρειάζεται την προηγούμενη λειτουργικότητα των προγόνων της κοκ., και επομένως η όλη θεώρηση κρίνεται ως αιτιωδώς επιφαινομενική. Συνεπώς, δεν μπορεί να υποστηρίξει την νατουραλιστική ανάδυση της κανονιστικής λειτουργικότητας του γνωστικού συστήματος.

4.1.7.4 Η Επιφαινομενικότητα της Λειτουργικότητας του Dretske

Ανάλογα προβλήματα έχει και η θεώρηση του Dretske (§2.4.5.1). Η παραδοχή ότι η επεξήγηση συνιστά την οντολογία της αναπαράστασης (με άλλα λόγια, η παραδοχή της επεξήγησης ως συστατική της οντολογίας της αναπαράστασης) είναι παραδοχή ενός παρατηρητή και επομένως αποτυγχάνει να θεωρηθεί ως νατουραλιστική. Επίσης, η εξάρτηση του μοντέλου του Dretske από την ιστορία εκμάθησης (αντί της ιστορίας εξέλιξης όπως συμβαίνει στη Millikan) και η αδυναμία ορισμού του βάσει της τρέχουσας κατάστασης, κάνει το μοντέλο αιτιωδώς επιφαινομενικό.

4.2 Ενσωμάτωση και Ενσωματωμένη Γνωστική Διεργασία

Στην προηγούμενη ενότητα έγινε εκτενής αναφορά στην έννοια της ανάδυσης ως μια έννοια που υποστηρίζεται σε διαφορετικό βαθμό και με διαφορετικό τρόπο από τα αναφερθέντα γνωστικά πλαίσια και αναλόγως τα χαρακτηρίζει ως προς την ικανότητά τους να εξηγήσουν και να μοντελοποιήσουν την γνωστική διεργασία. Εκτός όμως από την γενικότερη ανάδυση καινούργιων οργανώσεων και ιδιοτήτων σε ένα σύστημα, ένα άλλο κοινό σημείο είναι η πραγματοποίηση μιας γενικότερης μορφής ανάδυσης μέσω ενός γενικότερου τύπου αλληλεπίδρασης μεταξύ των δομικών στοιχείων του συστήματος, ανεξαρτήτως προελεύσεως και αυτόνομης ή εξωγενούς καθοδήγησης. Με άλλα λόγια, η γενικότερη ανάδυση *εκφράζεται* μέσω συσχετίσεων και αλλαγών των δομικών στοιχείων του συστήματος και επομένως, υπό μία έννοια *περιλαμβάνεται* στο εν λόγω σύστημα. Η συμπερίληψη του φαινομένου της ανάδυσης από τα δομικά στοιχεία του συστήματος προκειμένου το φαινόμενο αυτό να μπορέσει να εκφραστεί, αντιπροσωπεύεται από την έννοια της *ενσωμάτωσης (embodiment)*. Η έννοια της ενσωμάτωσης έχει παίξει τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη μελέτη της γνωστικής διεργασίας, αναγνωρίζοντας πολλά προβλήματα των κλασικών γνωστικών προσεγγίσεων και ανοίγοντας τον δρόμο σε καινούργιες οπτικές στη γενικότερη μελέτη της νόησης.

Όπως προαναφέρθηκε, η γνήσια ανάδυση και η ενσωμάτωση αποτελούν δύο χαρακτηριστικές ιδιότητες του συστημικο-θεωρητικού πλαισίου δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος και του αντίστοιχου γνωστικού συστήματος. Στην §4.1 μελετήθηκαν αναλυτικά τα διάφορα είδη ανάδυσης προκειμένου να αναζητηθεί μια ικανοποιητική θεώρηση των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων που θα πρέπει να διέπουν ένα νατουραλιστικό πλαίσιο ανάδυσης της λειτουργικότητας ενός ζωντανού/γνωστικού συστήματος. Παρόμοια, στις ενότητες που ακολουθούν θα παρουσιαστούν οι βασικές προσεγγίσεις της έννοιας της ενσωμάτωσης, τα βασικά

χαρακτηριστικά και οι συνθήκες της ενσωματωμένης γνωστικής διεργασίας και τα διαφορετικά είδη ενσωμάτωσης και κατ' επέκταση, της ενσωματωμένης γνωστικής διεργασίας. Σκοπός της συγκεκριμένης διερεύνησης είναι η βαθύτερη κατανόηση του ρόλου της ενσωμάτωσης στην γνωστική διεργασία και η περαιτέρω σχετική συμπερασματολόγηση αναφορικά με τη χρησιμότητα και τον ρόλο των αναπαραστάσεων στη γνωστική διεργασία και κατ' επέκταση στην ανάδυση του νοήματος (δείτε §4.3).

4.2.1 Η Θεώρηση της Ενσωμάτωσης

Η παντοδυναμία της κλασικής (κυρίως Δυτικής) προσέγγισης του δυϊσμού στη μελέτη του νου μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα οδήγησε σε αναπάντητα προβλήματα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο μπορεί κανείς επιστημονικά να μελετήσει διάφορα φαινόμενα, τα οποία θεωρούνται ότι δεν ανήκουν στον φυσικό κόσμο. Όσο παράξενο και να ακούγεται, ο συμπεριφορισμός ήταν η πρώτη θεώρηση που απέρριψε τον δυισμό και άνοιξε τον δρόμο για μια μη-δυιστική και περισσότερο ενσωματωμένη προσέγγιση στη μελέτη της γνωστικής διεργασίας (Hamilton, 1964), (Morris, 1986). Ωστόσο, σε αυτή την περίπτωση δεν δόθηκαν οι απαντήσεις στα σημαντικά προβλήματα του χώρου, αλλά, όπως σημειώθηκε στο Κεφ. 1, ο συμπεριφορισμός αποτέλεσε το έναυσμα για μια πιο ενδελεχή μελέτη των νοητικών διεργασιών.

Τα πρώτα βήματα προς τη μελέτη ενός ενσωματωμένου νου έγιναν από τον von Uexküll στις αρχές του περασμένου αιώνα (von Uexküll, 1921; 1926; 1957; 1982), ο οποίος γενικότερα τάχθηκε υπέρ της εκδοχής της οργανισμικής ενσωμάτωσης (δείτε §4.2.3.3) υποστηρίζοντας ότι η γνωστική διεργασία δεν αναπτύσσεται σε όλα φυσικά σώματα αλλά περιορίζεται ακόμη περισσότερο απαιτώντας την ύπαρξη ζωντανών σωμάτων. Παράλληλα, υπήρξαν αρκετοί φιλόσοφοι που υποστήριζαν την ενσωματωμένη φύση της γνωστικής διεργασίας εξεταζόμενη σε ένα πιο αφηρημένο επίπεδο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η φαινομενολογία του Heidegger (Heidegger, 1927/1962) (Guignon, 1983) όπου υποστήριξε την κατανόηση της ανθρώπινης δραστηριότητας όχι ως αποτέλεσμα της διαχείρισης και επεξεργασίας *ανεξαρτήτων-του-πλαίσιου-δράσης αναπαραστάσεων (context-free representations)* αναφορικά με αντικείμενα του περιβάλλοντος, αλλά ως η πλήρως εξαρτημένη από το πλαίσιο δράσης εμπειρία του συστήματος σώμα/περιβάλλον.

Ο Dreyfus (1992) βασίστηκε στη φαινομενολογία του Heidegger προκειμένου να εξαπολύσει σκληρή κριτική κατά της απενσωματωμένης ΤΝ υποστηρίζοντας ότι η λύση του προβλήματος βρίσκεται στην σχεδίαση συστημάτων που μπορούν να αντιδράσουν σε συγκεκριμένες και προσωρινά επίκαιρες καταστάσεις αντίληψης/δράσης, παρά στην αναζήτηση δημιουργίας γενικευμένων και μακροπρόθεσμων πλάνων. Από το στόχαστρο του Dreyfus δεν ξέφυγαν ούτε τα συνεκτικά συστήματα τα οποία στήριζαν την δικαιολόγηση της προσέγγισής τους στην τεχνητή ομοιότητά τους με τη φυσιολογία του νευρικού συστήματος των ζωντανών συστημάτων. Όπως αναλυτικά σημειώθηκε στην §2.3 και §2.3.7 κάτι τέτοιο δεν ισχύει, άποψη που ενδυναμώνεται από τους Dreyfus & Dreyfus (1988) όταν υποστηρίζουν ότι, όπως και τα συμβολικά συστήματα, έτσι και τα συνεκτικά, χάνουν τα προτερήματα της ενσωμάτωσης σχετικά με τη γνωστική διεργασία με δύο τρόπους:

- a). με το να μην είναι *ένθετα* (embedded) στον 'πραγματικό' κόσμο με ότι αυτό συνεπάγεται σχετικά με τις αντίστοιχες σωματικές δραστηριότητες. Ακόμη και τα πιο εξελιγμένα νευρωνικά δίκτυα απαιτούν την διαμεσολάβηση ενός ανθρώπινου δασκάλου προκειμένου να αναπτύξουν εξωγενώς-αποδιδόμενο σημασιολογικό περιεχόμενο (δείτε §2.3.5) και
- b). λόγω του προηγούμενου προβλήματος δεν θα μπορέσουν ποτέ να οδηγηθούν σε χρήσιμες γενικεύσεις (δείτε §2.5.2 σχετικά με το πρόβλημα πλαισίου), παρά μόνο εάν αποκτήσουν μια μορφή ζωής παρόμοια με αυτή των ζωντανών συστημάτων, περίπτωση που απαιτεί το λιγότερο ένα είδος σώματος, ακόμη και ανθρώπινου.

Άλλες προσεγγίσεις σχετικά με τον ρόλο της ενσωμάτωσης στην εκμάθηση της γλώσσας, μέσω της αλληλεπίδρασης του γνωστικού πράκτορα με το περιβάλλον του (π.χ. Vygotsky, 1935/1978) και στον καθορισμό του είδους των ικανοτήτων που μπορούν να αναπτυχθούν από ένα γνωστικό πράκτορα (π.χ. Piaget, 1954/1971), έπαιξαν πρωταρχικό ρόλο στην εδραίωση του ιδιαίτερου ρόλου του σώματος στη μελέτη της νόησης. Μια από τις σημαντικότερες επιρροές θεωρείται η φαινομενολογική θεώρηση του νου από τον Merleau-Ponty (1945/1962). Ο Merleau-Ponty θεώρησε το σώμα ως κεντρικό σημείο καθορισμού της φαινομενολογίας του μυαλού, σε σημείο που υποστήριξε ότι οι έλλογοι πράκτορες έχουν προθέσεις που δεν είναι της επιλογής τους, αλλά αναγκάζονται να τις έχουν λόγω του ότι το σώμα τους είναι αυτό που είναι. Επιπλέον, ο τρόπος με το οποίο ο έλλογος πράκτορας αντιλαμβάνεται τα εξωτερικά αντικείμενα καθορίζεται από τον τρόπο αλληλεπίδρασης που επιτρέπει το σώμα του δεδομένης της φύσης των αντικειμένων.

Σε αυτή την ιδέα βασίστηκε ο Gibson (1979) για να διαμορφώσει τη θεωρία των *εξωτερικά παρεχόμενων ιδιοτήτων αλληλεπίδρασης (affordances)*. Η πιο σημαντική συνεισφορά της θεώρησης του Merleau-Ponty ήταν η υποστήριξη της ιδέας ότι το σώμα ενός πράκτορα είναι το απαραίτητο μέσο προκειμένου να αποκτήσει ένα εξωτερικό περιβάλλον²⁹, ενώ παράλληλα, η φύση των δραστηριοτήτων του σώματος καθορίζουν τη φύση των εμπειριών του πράκτορα.

Όπως σημειώνουν οι Chrisley & Ziemke (2002), παρόλη την έμφαση στην ιδιαίτερη σημασία του σώματος στη γνωστική διεργασία, η Άγγλο-Αμερικανική παράδοση ήταν τόσο ισχυρή, που οι συναφείς ιδέες άργησαν να υιοθετηθούν έναντι της θεώρησης της υπολογιστικής και πλήρως αναπαραστασιακής φύσης του μυαλού βασισμένη στην επεξεργασία εξωγενώς παρεχόμενων συμβόλων. Στα χρόνια που πέρασαν το πεδίο της ενσωματωμένης γνωστικής διεργασίας απέκτησε τη δική του επιστημολογία ως αποτέλεσμα υιοθέτησης πολλών και διαφορετικών θεωρητικών προσεγγίσεων της έννοιας της ενσωμάτωσης στη γενικότερη θεώρηση της γνωστικής διεργασίας. Ως αποτέλεσμα ήταν η ανάπτυξη της γενικότερης θεώρησης της *ενσωματωμένης γνωστικής διεργασίας (embodied cognition)* (από εδώ και στο εξής ΕΓΔ), η οποία όπως θα περιγραφεί παρακάτω, αν και διέπει σε διαφορετικό βαθμό σχεδόν όλα τα βασικά γνωστικά πλαίσια, υποστηρίζεται και εν μέρει δοκιμάζεται, αλλά περιορισμένα υλοποιείται, κάτω από το γενικότερο πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης και ειδικότερα αυτό των δυναμικών και βιολογικά-αναπτυσσόμενων συστημάτων.

4.2.2 Βασικά Χαρακτηριστικά της Ενσωματωμένης Γνωστικής Διεργασίας

Η επιστήμη της ΕΓΔ αναφέρεται σε ένα μεγάλο εύρος φιλοσοφικών θεωρήσεων, επεξηγηματικών πλαισίων και μεθοδολογιών σχεδίασης που προσπαθούν να εισάγουν την έννοια του σώματος (ή την ιδιότητα του να φέρει κάποιος σώμα) μαζί με όλες τις θεωρητικές και πρακτικές συνεπαγωγές του στη γνωστική επιστήμη. Μια αναλυτική, αλλά επ' ουδενί πλήρης, παρουσίαση της ιστορίας της ΕΓΔ γίνεται από τους Clark (1997), Wilson (2002), Anderson, (2003a) και Cowart (2004). Στις αμέσως επόμενες παραγράφους επιχειρείται η παρουσίαση των βασικών χαρακτηριστικών της ΕΓΔ, η προσεκτική ερμηνεία και ανάλυση των οποίων, φανερώνει κάποια ιδιαίτερα σημαντικά και μέχρι πρόσφατα παραμελημένα στοιχεία σχετικά με την αλληλεπίδραση των γνωστικών συστημάτων με το περιβάλλον τους.

Όπως θα φανεί από την παρακάτω αναλυτική παρουσίαση, οι ιδιότητες και τα στοιχεία της γνωστικής διεργασίας που θα τονιστούν (αλληλεπιδραστική φύση, περιβάλλον, έννοια των αναπαραστάσεων κτλ.) έχουν αξιολογηθεί, τονιστεί και υπονοηθεί πολύ νωρίτερα, μέσω των θεωρήσεων της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και των πλαισίων της αυτό-οργάνωσης. Για αυτό τον λόγο, η ΕΓΔ δεν αποτελεί συγκεκριμένη θεώρηση της γνωστικής διεργασίας, αλλά, θα έλεγε

²⁹ Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη άποψη έρχεται σε συμφωνία με την έννοια της κλειστότητας και της δημιουργίας συνόρου προκειμένου να μπορέσει το σύστημα να αποκτήσει το ανάλογο περιβάλλον για να αλληλεπιδράσει, όπως θα αναλυθεί εκτενώς στην §5.3.2. Δείτε επίσης §3.3.

κανείς, ότι αντιπροσωπεύει ένα μάζεμα διαφορετικών προσεγγίσεων στη γνωστική διεργασία, με γενικά και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, οι οποίες τις περισσότερες φορές υιοθετούν θεμελιώδεις ιδέες από το συστημικό-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και της αυτό-οργάνωσης και προσπαθούν να τις εντάξουν σε μια πιο γενικευμένη θεώρηση. Επομένως, η ΕΓΔ θεωρείται ως ένας λογικός συνέταιρος των διερευνήσεων του *εξωτερισμού* (δείτε §1.3.2, §1.3.4 και §1.4), της *παισιωμένης και χωροχρονικά κείμενης δράσης (situatedness)*, της *εξωτερικής υποβοήθησης της μάθησης (scaffolding)* και φυσικά, της *αλληλεπιδραστικής φύσης της γνωστικής διεργασίας (interactivity)*.

4.2.2.1 Γενικά Χαρακτηριστικά της ΕΓΔ

Αντίθετα από τις κλασσικές και υπολογιστικές θεωρήσεις στην γνωστική διεργασία σχεδόν όλες οι προσεγγίσεις της ΕΓΔ διέπονται από τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- i.* παραδοχή του ρόλου του σώματος και των κιναισθητικών του διεργασιών στη γνωστική διεργασία,
- ii.* κατανόηση και μελέτη της γνωστικής διεργασίας στα πλαίσια της βιολογικής και εξελικτικής της λειτουργίας, η οποία υποστηρίζει τις δραστηριότητες του σώματος,
- iii.* αντιμετώπιση της γνωστικής διεργασίας ως μια πραγματικού χρόνου και *χωροχρονικά κείμενη σε συγκεκριμένο πλαίσιο δράσης (situated)* διεργασία με αδιαχώριστα εμπλεκόμενες φάσεις αντίληψης και δράσης,
- iv.* θεώρηση της γνωστικής διεργασίας ως προσαρμογή (adaptation) με εξελικτική ιστορία που μπορεί να χρησιμεύσει στην κατανόηση της λειτουργίας της.

4.2.2.2 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά της ΕΓΔ

Πέρα από τα γενικά χαρακτηριστικά της ΕΓΔ υπάρχουν αρκετά ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της προσέγγισης που όπως προαναφέρθηκε τονίζουν σημαντικά αλλά παραμελημένα στοιχεία της γνωστικής διεργασίας όπως:

- i.* η αλληλεπιδραστική και προσαρμοστική της φύση
- ii.* ο ρόλος του περιβάλλοντος,
- iii.* η αναθεώρηση της έννοιας των αναπαραστάσεων, ξεκινώντας από την πλήρη απόρριψή τους.

4.2.2.2.1 Ένθεση

Οι Chrisley & Ziemke (2002) αναφέρουν το χαρακτηριστικό της *ένθεσης (embeddedness)* ως βασικό για τη δικαιολόγηση της αλληλεπιδραστικής και προσαρμοστικής φύσης της γνωστικής διεργασίας. Αντίστοιχα ο Clark (1997) υποστήριξε ότι η αναγνώριση του ρόλου του σώματος στη νόηση διευκολύνει και συνεπάγεται την προσέγγιση που θεωρεί τη νόηση ως μερικώς συνιστάμενη και σχετιζόμενη με το περιβάλλον. Η Wilson (2002) χαρακτηριστικά τονίζει ότι:

«Το περιβάλλον είναι μέρος του γνωστικού συστήματος. Η ροή πληροφορίας μεταξύ του νου και του κόσμου είναι τόσο πυκνή και συνεχής έτσι ώστε για τους μελετητές της γνωστικής διεργασίας το μυαλό από μόνο του δεν αποτελεί ουσιαστικό σημείο ανάλυσης.» (Wilson, 2002, σελ. 626).

Οι άμεσες συνέπειες της επέκτασης της μελέτης της νόησης στα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος είναι σχετικά προφανείς. Στην ουσιαστική ύπαρξη ενός περιβάλλοντος, που σχεδόν πάντα παρουσιάζει μεγαλύτερη ποικιλία και δυναμική από το αντίστοιχο γνωστικό σύστημα (Ashby, 1958), το τελευταίο είναι υποχρεωμένο να προσπαθήσει να προσαρμοστεί στην εν λόγω ποικιλία. Σε αυτή την περίπτωση το γνωστικό σύστημα θα έχει ως σκοπό την ενδυνάμωση των διεργασιών επιβίωσης και αναπαραγωγής, προκειμένου να αντιμετωπίσει με μεγαλύτερη επιτυχία τις παρενοχλήσεις του περιβάλλοντός του. Παράλληλα, η εξέλιξη της

νόησής του, λόγω των διαρκών προσπαθειών προσαρμογής του, θα χρησιμοποιεί και σε μεγάλο βαθμό, θα βασίζεται, στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και δομικά στοιχεία του περιβάλλοντός του.

Εκτός όμως των άμεσων συνεπειών υπάρχουν και οι πιο ριζοσπαστικές εξηγήσεις και συνέπειες της εμπλοκής του περιβάλλοντος στη γνωστική διεργασία. Όπως προαναφέρθηκε, τόσο οι υποστηρικτές του εξωτερισμού όσο και διάφοροι θεωρητικοί της φαινομενολογίας υποστηρίζουν, λίγο ή πολύ, ότι το μυαλό και το νόημα δεν είναι στο κεφάλι του γνωστικού πράκτορα. Συγκεκριμένα, ο Merleau-Ponty (1962) υποστήριξε ότι ένας τυφλός μπορεί να θεωρηθεί ότι αισθάνεται όχι μέσω του χεριού που κρατάει το μπαστούνι, αλλά μέσω του ίδιου του μπαστουιού, υπό την έννοια ότι το μπαστούνι γίνεται μέρος του σώματος και το επίκεντρο της αίσθησης επεκτείνεται στην άκρη του μπαστουιού. Ο βασικός ισχυρισμός είναι ότι αντί η εξαγωγή συμπεράσματος του τυφλού να γίνεται μέσω των κραδασμών που εκλαμβάνονται από το χέρι του, το μπαστούνι εισέρχεται στο φαινομενολογικό κόσμο του πράκτορα με αποτέλεσμα τα σήματα που μεταδίδονται από την κίνηση του μπαστουιού ερμηνεύονται αυτομάτως ως χαρακτηριστικά των εμποδίων του αντίστοιχου περιβάλλοντος (Anderson, 2006). Σε αυτή την περίπτωση, η αντίληψη του γνωστικού συστήματος μελετάται καλύτερα, εάν κανείς συμπεριλάβει τα διάφορα εργαλεία στο γενικότερο σώμα του πράκτορα θεωρώντας ένα ενιαίο σύστημα αντίληψης-δράσης.

Στο ίδιο μήκος κύματος βρίσκονται και άλλοι ερευνητές (Bickhard, 1992; 2005, Clark, 1997; 2005) όταν υποστηρίζουν ότι η νόηση πρέπει να θεωρηθεί ως επιτελούμενη από ένα διαρκώς αναπτυσσόμενο σύστημα που συμπεριλαμβάνει τις ενέργειες ενός διαρκώς μεταβαλλόμενου περιβάλλοντος, οι οποίες λειτουργούν ως *σκαλωσιές υποβοήθησης (scaffolds)* από τον γνωστικό πράκτορα. Αυτή η χρήση του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την περιορισμένη δυνατότητα επεξεργασίας του γνωστικού πράκτορα οδηγεί στον επιλεκτικό περιορισμό του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα η Wilson (2002) τονίζει ότι:

«Οι γνωστικοί πράκτορες μεταφέρουν αρκετή από την γνωστική εργασία στο περιβάλλον τους. Λόγω περιορισμών στη δυνατότητα παρατήρησης και στην χρήση μνήμης οι γνωστικοί πράκτορες επωφελούνται το περιβάλλον για να μειώσουν τον γνωστικό φόρτο εργασίας.» (Wilson, 2002, σελ. 626, 627).

Πιο συγκεκριμένα, μελετητές όπως οι Kirsh & Maglio (1994) και ο Gallistel (1999), όπως αναφέρει ο Anderson (2006) θεωρούν ότι τα γνωστικά συστήματα εκμεταλλεύονται σταθερές ιδιότητες του περιβάλλοντος προκειμένου να απλοποιήσουν πληθώρα πολύπλοκων γνωστικών εργασιών. Ειδικότερα, οι διάφοροι γνωστικοί οργανισμοί μαθαίνουν να εκμεταλλεύονται φυσικές αναπαραστάσεις και άλλες παρόμοιες ενδείξεις ως σημαντικά στοιχεία στην διεκπεραίωση συγκεκριμένων εργασιών. Για παράδειγμα, οι ελέφαντες φαίνεται να γνωρίζουν ότι, ο κεραυνός που ακολουθεί την αστραπή σε ολόένα μικρότερα χρονικά διαστήματα υποδεικνύει τον ερχομό βροχής (Masson & McCarthy, 1996). Ακόμη πιο σημαντικό είναι το παράδειγμα της εκμάθησης των μελισσών μέσω της ηλιακής εφημερίας. Συγκεκριμένα, οι μέλισσες που βρίσκονται σε αναζήτηση τροφής επικοινωνούν την αντίστοιχη τοποθεσία μέσω ενός συμβολικού χορού. Ιδιαίτερη σημασία έχει η ικανότητα των μελισσών να προσαρμόζουν το χορό τους αναλόγως με την ώρα της ημέρας έτσι ώστε η πηγή τροφής να μπορεί να ανακαλυφθεί από τις άλλες μέλισσες ακόμη και σε στιγμές της ημέρας που το φως του ηλίου δεν βοηθάει ή δεν υπάρχει καθόλου (π.χ. μεσάνυχτα). Ο Gallistel (1999) θεωρεί ότι αυτό είναι αποτέλεσμα της γνώσης της θέσης του ήλιου σε συνάρτηση με την ώρα της ημέρας. Το πρόβλημα στην παραπάνω παραδοχή εντοπίζεται στο ότι η ηλιακή εφημερία διαφοροποιείται, τόσο μέσα στο χρόνο, όσο και για περιοχές με διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος, επομένως, θα πρέπει να αποτελέσει αποτέλεσμα εκμάθησης, και μάλιστα στην πολύ σύντομη χρονική διάρκεια ζωής (μόλις 3-4 εβδομάδες) των μελισσών.

Επομένως, οι Dyer & Dickinson (1996) θεωρούν ότι μέσω της εξέλιξης έχουν προκύψει μέσα στο σύστημα ένα σύνολο παραδοχών που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένες σταθερές ιδιότητες και πρότυπα του περιβάλλοντος που το βοηθάνε να μάθει την ηλιακή εφημερία. Έτσι, λόγω της άμεσης αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον οι μέλισσες αποκτούν την εμπειρία της ηλιακής εφημερίας σε συνάρτηση με τις εκάστοτε περιβαλλοντικές συνθήκες. Ως εκ τούτου, οι

αμετάβλητες (συμπεριλαμβανομένων και των δυναμικά σταθερών) περιβαλλοντικές ιδιότητες που μπορούν να γίνουν αντιληπτές από το γνωστικό σύστημα χρησιμοποιούνται με σκοπό την απλοποίηση πολύ δύσκολων διαδικασιών εκμάθησης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα (όπως θα αναφερθεί αναλυτικότερα παρακάτω) την απόρριψη υπόθεσης ύπαρξης λεπτομερών αναπαραστάσεων ενδογενώς του γνωστικού συστήματος (δείτε §4.3.1 και §4.3.3 - σε σχέση με το γενικότερο ερώτημα ανάγκης ύπαρξης αναπαραστάσεων).

Ένα άλλο πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό της γνωστικής διεργασίας, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως μια ειδικότερη συνέπεια της ένθεσης του γνωστικού συστήματος στο περιβάλλον, είναι το γεγονός ότι, τα διάφορα γνωστικά συστήματα μεταβάλλουν το περιβάλλον τους προκειμένου να απλοποιήσουν συγκεκριμένες γνωστικές εργασίες. Αυτό το χαρακτηριστικό συμπεριλαμβάνει τις περιπτώσεις δημιουργίας χωρικών διατάξεων για την απλοποίηση των διεργασιών αντίληψης, καθώς επίσης περιπτώσεις που κάποιος μετράει χρησιμοποιώντας τα δάχτυλά του, ή χρησιμοποιεί ένα χαρτί και ένα μολύβι προκειμένου να αποθηκεύει τα ενδιάμεσα αποτελέσματα μεγάλων υπολογιστικών προβλημάτων, κτλ. Η περαιτέρω ανάπτυξη τέτοιων βοηθημάτων αποτελεί αυτό που ο Bickhard και αργότερα ο Clark αποκάλεσαν ως *υποβοήθημα (scaffolding)*, εννοώντας την δημιουργία σχετικά σταθερών περιβαλλοντικών δομών (ή αλλιώς, γνωστικών εργαλείων) υποβοήθησης των γνωστικών δράσεων. Τα παραδείγματα τέτοιων επιβοηθημάτων εκτείνονται από τη σηματοδότηση στους δρόμους μέχρι τα διάφορα αριθμητικά συστήματα και τις διάφορες κοινωνικές δομές. Κάθε ένα από τα επιβοηθήματα αυτού του είδους επιτρέπουν από απλές έως εξαιρετικά πολύπλοκες γνωστικές δραστηριότητες.

Το άμεσο συμπέρασμα από την διαπίστωση ύπαρξης τέτοιων επιβοηθημάτων είναι ότι η νόηση και κατ' επέκταση η ευφυΐα, χαρακτηρίζονται από ποικίλα φαινόμενα, τα οποία αναδύονται κατά την αλληλεπίδραση του γνωστικού συστήματος με το περιβάλλον και επίσης, υποβοηθούνται από αυτό. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η θεώρηση της ανάπτυξης γνωστικών ικανοτήτων ως άμεσα εξαρτώμενης του περιβάλλοντος, καθώς και η εκμετάλλευση του περιβάλλοντος για την ενίσχυση των ικανοτήτων του συστήματος να αλληλεπιδρά και να συνεχίζει να μεταβάλλει το περιβάλλον του, εκπροσωπεί ακριβώς τον εξελικτικό χαρακτήρα της νόησης και είναι σε άμεση και πλήρη συμφωνία με το πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης (δείτε §3.3) και του κονστрукτιβισμού (§4.3.1.2).

4.2.2.2 Εξάρτηση από το χρόνο

Άλλο ένα χαρακτηριστικό της προσέγγισης της ΕΓΔ είναι η θεώρηση της νόησης ως *χωροχρονικά κείμενη σε πλαίσιο δράσης (situated)*. Όπως τονίζει η Wilson (2002):

«Η γνωστική διεργασία είναι χρονικά κείμενη, εφόσον λαμβάνει χώρα στο πλαίσιο δράσης ενός περιβάλλοντος πραγματικού χρόνου και συμπεριλαμβάνει διεργασίες αντίληψης και δράσης.» (Wilson, 2002, σελ. 626, 627).

Είναι αρκετά ευλογοφανές ότι το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό της ΕΓΔ είναι άμεση απόρροια του χαρακτηριστικού της 'ένθεσης' και της θεώρησης ότι, η γνωστική διεργασία είναι αποτέλεσμα προσαρμογής προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες επιβίωσης του γνωστικού συστήματος. Ως εκ τούτου, η χρήση σταθερών περιβαλλοντικών δομών για διευκόλυνση και επιτάχυνση της γνωστικής επεξεργασίας θεωρείται λογικό επόμενο.

Η χωροχρονικά κείμενη φύση της γνωστικής διεργασίας τονίζει το γεγονός ότι, το σύστημα εμπλέκεται σε διαρκείς και επαναλαμβανόμενες αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον και επομένως, κανείς οφείλει να την μελετήσει υπό το πρίσμα πραγματοποίησης πολύ συγκεκριμένων και γρήγορων, ανατροφοδοτούμενων βρόγχων αντίληψης-δράσης (Anderson, 2006). Επιπροσθέτως, τονίζει την ανάγκη κατανόησης της γνωστικής διεργασίας σε σχέση με τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος κάτω από την πίεση της αλληλεπίδρασης πραγματικού χρόνου με το περιβάλλον. Ανάλογα ο Clark (1997) υποστηρίζει ότι, λαμβάνοντας υπόψη την νόηση ως ανάγκη για την ανάπτυξη ταχύτερων και αποτελεσματικών μηχανισμών επιβίωσης θα πρέπει κανείς να περιμένει ότι κάποιες πτυχές της θα είναι πλήρως αντενεργές και οδηγημένες από το περιβάλλον.

4.2.2.3 Μη-Υπολογιστική και Μη-Αναπαραστασιακή Φύση της ΕΓΔ

Λαμβάνοντας υπόψη το χαρακτηριστικό της ένθεσης και της εξάρτησης από το χρόνο, πολλοί ερευνητές (όπως θα σχολιαστεί αναλυτικότερα στην §4.3.1) αναγνωρίζουν την παρουσία σώματος ως βασίμο λόγο απόρριψης της έννοιας των αναπαραστάσεων και κάθε συνεπαγωγή της χρήσης τους. Συγκεκριμένα, θεωρούν ότι, οι ιδιότητες του σώματος σε συνδυασμό με τη δυναμική του δράση στο περιβάλλον μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξηγήσουν φαινόμενα και ικανότητες των γνωστικών πρακτόρων, που μέχρι τώρα απαιτούσαν τη χρήση διακριτά υπολογιστικών και αναπαραστασιακών επεξηγηματικών όρων (Varela, Thompson, Rosch, 1991). Αν και αυτό, όπως σημειώνει μεταξύ άλλων ο Clark (1997) και όπως αναλυτικά θα σημειωθεί παρακάτω, δεν είναι ούτε απολύτως σωστό, άλλα ούτε απολύτως αναγκαίο (όπως θα υποστηριχτεί παρακάτω, μάλλον ισχύει το ακριβώς αντίθετο), υπάρχουν πολλοί ερευνητές που σε συνδυασμό με τα προαναφερθέντα υποστηρίζουν τη ΘΔΣ (δείτε §3.3.5) ως τον καταλληλότερο εκφραστή της ΕΓΔ. Ιδιαίτερα, η χρονικά κείμενη και το συνεχές και αδιάκοπο των φύσεων της ΕΓΔ και του περιβάλλοντος, αντίστοιχα, οδήγησαν στη θεώρηση της ΘΔΣ ως τη φορμαλιστική βάση μοντελοποίησης της ΕΓΔ και της νόησης γενικότερα.

Αναλυτικότερα, η δυναμική προσέγγιση της ΕΓΔ και η απορρέουσα απόρριψη των αναπαραστάσεων βασίζεται στη γενικότερη παραδοχή ότι ακόμη και η νόηση που λαμβάνει χώρα εκτός πραγματικού χρόνου (*off-line cognition*) βασίζεται στο σώμα. Συγκεκριμένα, η Wilson (2002) τονίζει ότι:

«Η εκτός πραγματικού χρόνου γνωστική διεργασία βασίζεται στο σώμα. Ακόμη και στην περίπτωση απεμπλοκής από το περιβάλλον, η δραστηριότητα του μυαλού είναι θεμελιωμένη σε μηχανισμούς που εξελίχθηκαν για αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, δηλαδή μηχανισμοί κιναισθητικής επεξεργασίας και ελέγχου.» (Wilson, 2002, σελ. 626).

Ο Anderson (2006) προτείνει το διαχωρισμό της παραπάνω παραδοχής σε δύο διαφορετικές υπο-παραδοχές. Η πρώτη είναι ότι η φύση και η δομή της νόησης και των συστατικών της (π.χ. ιδέες και αναπαραστάσεις) είναι θεμελιωμένες στη φύση και στη δομή της συμπεριφοράς του σώματος του γνωστικού πράκτορα. Θερμοί υποστηρικτές αυτής της παραδοχής είναι οι Lakoff & Johnson (1999), οι οποίοι αναφέρουν ως χαρακτηριστικό παράδειγμα τον τρόπο με τον οποίο η δομή της αντίληψης ενός χρώματος, με την εστία απόχρωσης (*focal hue*) να θεμελιώνει την βασική ιδέα του χρώματος και άλλες συναφείς αποχρώσεις να ορίζονται σε σχέση με την εστία απόχρωσης, ανάγεται περιγραφικά στα κομβικά σημεία της νευρικής αντίδρασης του συστήματος χρωματικής όρασης των γνωστικών πρακτόρων. Επίσης, υποστηρίζουν ότι ο προγραμματισμός ενεργειών με συγκεκριμένο αποτέλεσμα (*planning*) βασίζεται σε μεγάλο βαθμό, στην ιδιότητα της προσανατολισμένης μετακίνησης.

Αναλυτικότερα, οι Lakoff & Johnson (1999) θεωρούν ότι, πολλές διαφορετικές πτυχές της νόησης βασίζονται στις θεμελιώδεις έννοιες της προσανατολισμένης κίνησης (επάνω, κάτω, εμπρός, όπισθεν, δεξιά και αριστερά) μέσω εσωτερικών αντιστοιχίσεων περιοχών σκέψης (*cross-domain "mappings"*). Οι εν λόγω περιοχές κληρονομούν ένα είδος συλλογιστικής σχετικά με τον τρόπο που συνδέονται οι χρησιμοποιούμενες έννοιες, με το τι έπεται και το τι προηγείται, ακολουθώντας μια δομή παρόμοια με τη δομή που χρησιμοποιεί το σώμα όταν προσπαθεί σκόπιμα να μετακινηθεί σε ένα δυναμικά μεταβαλλόμενο χώρο.

Η δεύτερη παραδοχή σε σχέση με την εξάρτηση της νόησης στο σώμα, ακόμη και σε περιπτώσεις μη χωροχρονικά κείμενης αλληλεπίδρασης, είναι άμεση απόρροια της πρώτης και υποστηρίζει ότι, η γνωστική διεργασία βασίζεται στο σώμα, τόσο στην ασύγχρονη αλληλεπίδραση, άλλα, όσο και στην περίπτωση απουσίας φυσικής αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον (Anderson, 2006). Αυτό είναι ένα λογικό επόμενο, από τη στιγμή που οι βασικές έννοιες και ιδέες θεωρούνται θεμελιωμένες στη δομή του σώματος. Στο ίδιο μήκος κύματος κινείται η Wilson (2001; 2006) όταν υποστηρίζει ότι, πολλές εκφάνσεις της αφηρημένης γνωστικής διεργασίας χρησιμοποιούν το κιναισθητικό σύστημα με τρόπους κατά πολύ αμεσότερους από αυτές που υπονοεί το μοντέλο της αντιστοίχισης περιοχών σκέψης.

Ανάλογα, οι Svensson, Lindblom & Ziemke (forthcoming) ισχυρίζονται ότι οι περισσότερες γνωστικές διεργασίες υψηλού επιπέδου βασίζονται στο σώμα υπό την έννοια της πραγματοποίησης μερικών *προσομοιώσεων* ή *μιμήσεων* (*emulations*) μέσω της επαναδραστηριοποίησης του νευρικού δικτύου που δραστηριοποιείται στις καθαρά σωματικές αλληλεπιδράσεις αντίληψης-δράσης (δείτε §5.1.6 και §5.3.6). Διάφορα ανάλογα παραδείγματα εξάρτησης, εδραίωσης και ενίσχυσης της εκμάθησης των πιο αφηρημένων και πολύπλοκων εννοιών στις βασικές έννοιες και ιδιότητες του σώματος δίνονται από τον Anderson (2006), τα οποία και θεωρούνται ως λογικό επόμενο μιας εξελικτικής προσέγγισης στη γνωστική διεργασία.

4.2.2.2.4 Βιολογικό Υπόστρωμα

Οι Chrisley & Ziemke (2002) τονίζουν τη βιολογική διάσταση της ΕΓΔ σημειώνοντας ότι, αρκετοί ερευνητές (π.χ. Millikan, 1984, Cummins, 1984, Godfrey-Smith, 1994) έχουν δώσει έμφαση στην κατανόηση των φυσικών γνωστικών συστημάτων, σε σχέση με τη βιολογική λειτουργία και τον σκοπό που υπηρετούν τα διάφορα γνωστικά υποσυστήματα στη φυλογενετική ανάπτυξη των σωμάτων τους. Αυτό, συνεχίζουν οι Chrisley & Ziemke, απαιτεί την κατανόηση των περιβαλλόντων εξέλιξης των αντίστοιχων σωμάτων και επομένως, ένας ουσιαστικός περιορισμός στη μοντελοποίηση της ανθρώπινης γνωστικής διεργασίας είναι η εξελικτική ικανότητα των αντίστοιχων μοντέλων.

Ο Anderson (2006) χρησιμοποιεί το στοιχείο της βιολογικής και εξελικτικής φύσης της ΕΓΔ για να υποστηρίξει αναλυτικότερα ότι, η γνωστική διεργασία εξελίχθηκε σε συστήματα με συγκεκριμένα φυσικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες. Ακολουθώντας σημειώνει ότι, το γεγονός ότι, το πρωταρχικό φυσικό όργανο που υποστηρίζει τη νόηση είναι υπεύθυνο και για τον συντονισμό των διεργασιών αντίληψης-δράσης, δεν είναι αποτέλεσμα σύμπτωσης. Αν και ο παραπάνω ισχυρισμός βασίζεται στην επιστημονική γνώση βάσει των μέχρι τώρα θεωρήσεων και πειραματικών μελετών και αναφέρεται στη γνωστική διεργασία, όπως την αντιλαμβάνεται κανείς παρατηρώντας έναν έλλογο πράκτορα, η παραδοχή της νόησης ως μια πολύπλοκη προσαρμογή του συστήματος ελέγχου του σώματος με σκοπό την επιβίωση και την αναπαραγωγική του επιτυχία είναι σχεδόν καθολική. Αυτό δικαιολογεί την θεώρηση της ιστορικής συνεξέλιξης φυσικών και γνωστικών ιδιοτήτων και ακόμη περισσότερο, την εξέλιξη της γνωστικής διεργασίας στο πλαίσιο ενός φυσικού συστήματος. Υπό αυτό το πρίσμα, η σκέψη ότι, συγκεκριμένες γνωστικές ιδιότητες θα έχουν ιστορικά διατηρηθεί μέσω της φυσικής επιλογής λόγω της κατάλληλης συνεισφοράς τους στους αντίστοιχους ζωντανούς οργανισμούς, κρίνεται απολύτως λογική.

Όπως αναφέρεται στην επόμενη παράγραφο, το υπόστρωμα της ενσωμάτωσης δεν χρειάζεται να είναι απαραίτητως βιολογικό. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι, η ουσία της προαναφερθείσας θεώρησης είναι ότι, στην πιο πολύπλοκη έκφασή της η ΕΓΔ ταυτίζεται με τη δράση του συστήματος έχοντας ως μέσο σύνδεσης την ιδιότητα της ζωής (δείτε §3.2.1).

4.2.3 Ποικιλία Ειδών Ενσωμάτωσης

Η ύπαρξη βιολογικού υποστρώματος δεν είναι αναγκαία για να θεωρηθεί ένα σύστημα ενσωματωμένο. Οι Chrisley & Ziemke (2002) και ακόμη αναλυτικότερα ο Ziemke (2003) υποστηρίζουν την ύπαρξη διαφορετικών ειδών ενσωμάτωσης. Σημειώνουν επίσης ότι, λίγο ή πολύ, τη σήμερον ημέρα η ενσωμάτωση θεωρείται από τους περισσότερους ερευνητές ως 'η πλέον απαραίτητη συνθήκη' (*condition sine qua non*) για την εμφάνιση οποιασδήποτε μορφής νοημοσύνης, φυσικής ή τεχνητής. Επιπροσθέτως, αναφέρουν διάφορα είδη ενσωμάτωσης όπως η *μηχανιστική ενσωμάτωση* (*mechanistic embodiment* - Sharkey & Ziemke, 2001), η *φυσική ενσωμάτωση* (*physical embodiment* - Ziemke, 1999; Riegler, 2002), η *οργανισμική ενσωμάτωση* (*naturalistic-organismic embodiment* - Zlatev, 2001) και *κοινωνική ενσωμάτωση* (*social embodiment* - Barsalou & colleagues, in press).

Τα διάφορα είδη της ενσωμάτωσης είναι αρκετά δικαιολογημένα, αλλά ένα πρόβλημα που παραμένει είναι το κατά πόσο άλλα είδη σώματος, πέρα από τα φυσικά, επιτρέπουν την

εμφάνιση ενσωματωμένης γνωστικής συμπεριφοράς. Για παράδειγμα, οι Pfeifer & Scheier (1999) υποστηρίζουν ότι η ανάπτυξη και εμφάνιση νοημοσύνης απαιτεί την ύπαρξη ενός φυσικού σώματος, ενώ η Wilson (2002) απορρίπτει εντελώς μια τόσο μονομερή θεώρηση ενός τόσο πολύπλοκου φαινομένου (ίσως του πιο πολύπλοκου που έχει ποτέ παρατηρηθεί και μελετηθεί). Γενικότερα, όπως τονίζουν οι Chrisley & Ziemke (2002), το να θεωρηθεί ένα σύστημα ως ενσωματωμένο ισοδυναμεί με το να πραγματοποιείται σε κάποιο είδος υποστρώματος. Υπό αυτή την έννοια, ένας *εικονικός πράκτορας (virtual agent)* που πραγματοποιείται στα πλαίσια ενός λογισμικού, το οποίο χρησιμοποιεί τους πόρους ενός υπολογιστικού συστήματος, θεωρείται ως ενσωματωμένος. Όπως ιδιαίτερος επισημαίνουν οι Chrisley και Ziemke, υπό αυτό το πρίσμα, μόνο πλήρως διανοητικές οντότητες ή κάποιου είδους πνεύματα μπορούν να θεωρηθούν ως απενσωματωμένα. Έτσι, ακόμη και η υπόθεση του φυσικού συστήματος συμβόλων φαίνεται να αναγνωρίζει την ανάγκη ενσωμάτωσης ενός γνωστικού συστήματος, ακόμη και υπό την πιο ασθενή και αφηρημένη έννοια (δείτε §2.2.3.1).

Στις επόμενες παραγράφους ακολουθεί η περιγραφή τριών από τα σημαντικότερα είδη ενσωμάτωσης έχοντας ως γνώμονα την ποικιλία των εν δυνάμει εκφάνσεών της, σε αντίθεση με την απαίτηση ύπαρξης φυσικού σώματος. Όπως θα παρουσιαστεί, σχεδόν όλα τα θεωρητικά πλαίσια προσέγγισης της γνωστικής διεργασίας υποστηρίζουν ένα βαθμό ενσωμάτωσης, ο οποίος, από ότι φαίνεται, χαρακτηρίζει τη δυνατότητα εξέλιξης και ανάπτυξης των γνωστικών ικανοτήτων του αντίστοιχου συστήματος.

4.2.3.1 Ενσωμάτωση ως Δομική Σύζευξη

Η έννοια της *δομικής σύζευξης* (δείτε §3.2.1) θεωρείται από τον Ziemke (2003) ως η πιο ευρεία έκφανση της ενσωμάτωσης. Ορμώμενοι από αυτή, οι Quick & colleagues (1999) προσπάθησαν να δώσουν μια ακριβής περιγραφή της έννοιας της ενσωμάτωσης. Συγκεκριμένα, είπαν ότι:

«Ένα σύστημα X είναι ενσωματωμένο σε ένα περιβάλλον E εάν μεταξύ τους υπάρχουν κανάλια παρενοχλήσεων. Αυτό σημαίνει ότι το X είναι ενσωματωμένο στο E εάν για κάθε στιγμή t που υπάρχουν τα X και E , ένα υποσύνολο των δυνατών καταστάσεων του E σε σχέση με το X έχει την ικανότητα να παρενοχλήσει την κατάσταση του X και παράλληλα, ένα υποσύνολο των δυνατών καταστάσεων του X σε σχέση με το E έχει την ικανότητα να παρενοχλήσει την κατάσταση του E .» (Quick & colleagues., 1999).

Όπως σημειώνει ο Riegler (2002), η παραπάνω περιγραφή της ενσωμάτωσης είναι η μοναδική που υπάρχει σε αυτό το επίπεδο, αλλά ταυτόχρονα, είναι τόσο γενική και χαρακτηρίζει όλα τα συστήματα ως δομικώς συζευγμένα με το περιβάλλον τους σε ένα βαθμό. Ως εκ τούτου, αυτή η περιγραφή της ενσωμάτωσης δεν χρησιμεύει για τη διάκριση μεταξύ γνωστικών και μη-γνωστικών συστημάτων, όπως στην περίπτωση του γρανιτώδους κοιτάσματος X στην Ανταρκτική τούντρα E , το οποίο παρενοχλείται διαρκώς από τον άνεμο ενώ με τη σειρά του παρενοχλεί την ροή του ανέμου. Βάσει της παραπάνω περιγραφής, το σύστημα αυτό είναι ενσωματωμένο αλλά είναι σχεδόν απίθανο να απασχολήσει, τουλάχιστον στο άμεσο μέλλον, τους μελετητές της γνωστικής διεργασίας.

4.2.3.2 Ιστορική και Φυσική Ενσωμάτωση

Όπως αναφέρθηκε στις §4.2.2.2.1 και §4.2.2.2.4, αρκετοί ερευνητές τόνισαν τη σημασία του περιβάλλοντος αλλά και της εξελικτικής ιστορίας του συστήματος στη θεώρηση της ΕΓΔ. Συγκεκριμένα, η *ιστορική ενσωμάτωση (historical embodiment)* ενός γνωστικού συστήματος θεωρείται ως το αποτέλεσμα της ιστορίας των αλληλεπιδράσεων συστήματος-περιβάλλοντος, η επιτυχία της οποίας οδηγεί σε ταυτόχρονη προσαρμογή (Varela, Thompson & Rosch, 1991). Στο ίδιο μήκος κύματος βρίσκεται και ο Riegler (2002) όταν υποστηρίζει ότι η επίδειξη δυνατοτήτων ενός συστήματος στο περιβάλλον του είναι ένδειξη ενσωμάτωσης. Το συγκεκριμένο είδος ενσωμάτωσης είναι πιο περιορισμένο από εκείνο της δομικής σύζευξης και τονίζει την σημασία της εξέλιξης στην ΕΓΔ, χωρίς να αποκλείει την εμφάνισή της στα μη φυσικά συστήματα.

Από την άλλη πλευρά, η εκδοχή της *φυσικής ενσωμάτωσης* (*physical embodiment*) απορρίπτει τους εικονικούς πράκτορες και τους πράκτορες λογισμικού, λόγω μη ύπαρξης φυσικού σώματος, υπό την έννοια της θέσης των Pfeifer & Scheier (1999). Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι ενώ, τόσο η ιστορική όσο και η φυσική ενσωμάτωση μπορούν να θεωρηθούν ειδικές περιπτώσεις της γενικότερης δομικής σύζευξης, καμία δεν απορρίπτει, αλλά ούτε συμπεριλαμβάνει την άλλη (Ziemke, 2003). Η γενικότερη άποψη ότι ένα λογισμικό σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως ενσωματωμένο εάν είναι το αποτέλεσμα διεργασιών αυτό-οργάνωσης και όχι συγκεκριμένης σχεδίασης (Riegler, 2002) παρότρυνε ερευνητές της TN, όπως ο Brooks (1991b; 1991c), να ισχυριστούν ότι προκειμένου ένα λογισμικό σύστημα να θεωρηθεί ‘φυσικά ενσωματωμένο’ θα πρέπει να συνδεθεί με το περιβάλλον του μέσω κιναισθητικών εργαλείων. Κατά αυτό τον τρόπο, ο Brooks θεωρεί ότι ένας πράκτορας που πραγματοποιείται είτε σε υλικό είτε σε λογισμικό περιβάλλον μπορεί να επιτύχει διεργασίες αυτό-οργάνωσης (εάν του το επιτρέπει η σχεδίασή του). Η κιναισθητική σύνδεση θα προσφέρει αυτό που ο Brooks ονομάζει *φυσική αγκίστρωση* (*physical grounding*) των νοητικών διεργασιών του πράκτορα στο περιβάλλον. Αυτού του είδους οι προσπάθειες για την σχεδίαση τεχνητών γνωστικών πρακτόρων μαζί με τα πλεονεκτήματα αλλά και τα προβλήματά τους θα αναλυθούν περαιτέρω στο Κεφ. 8.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα αιτιολογικά μοντέλα, όπως αυτό του Dretske, ανήκουν σε αυτή την κατηγορία υποστηρίζοντας ένα είδος ιστορικής δομικής σύζευξης σε πολύ μεγάλο βαθμό. Αν και το συγκεκριμένο πλαίσιο δεν κάνει συγκεκριμένη αναφορά στην ύπαρξη φυσικού σώματος, ωστόσο, υποστηρίζει τη δομική σύζευξη μέσω της ιστορίας εκμάθησης του συστήματος.

4.2.3.3 Οργανισμική Ενσωμάτωση και Αυτονομία

Η εκδοχή της *οργανισμικής ενσωμάτωσης* (*organismic embodiment*) για πολλούς έχει τις ρίζες της στον von Uexküll (1921; 1981), αλλά η σημερινή της μορφή έχει επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από τους Maturana & Varela (1980; 1987), οι οποίοι εξισώνουν τη γνωστική διεργασία με την αλληλεπίδραση των ζωντανών συστημάτων με το περιβάλλον τους (δείτε §3.2.1), με απώτερο σκοπό του συστήματος, την επιβίωσή του. Έτσι, διακρίνουν μεταξύ των ζωντανών συστημάτων, τα οποία θεωρούν ως αυτόνομα και αυτοποιητικά, και των κατασκευασμένων από κάποιον έλλογο πράκτορα, τα οποία θεωρούν ως *αλλοποιητικά* (*allopoietic*). Ανάλογα, ο von Uexküll θεωρεί τα σχεδιασμένα και κατασκευασμένα συστήματα ως ετερόνομα λόγω του ότι οι νόμοι βάσει των οποίων λειτουργούν δεν ανήκουν στο σύστημα αλλά στον σχεδιαστή του. Η βασική διαφορά μεταξύ ζωντανών και τεχνητών συστημάτων περιγράφεται από τον von Uexküll υποστηρίζοντας ότι *οι μηχανές ενεργούν βάσει εξωγενούς σχεδίου*, ενώ *οι ζωντανοί οργανισμοί είναι διεργασίες σχεδίασης*³⁰ (von Uexküll, 1981).

Όπως εκτενώς παρουσιάστηκε στην §3.2 τα αυτοποιητικά συστήματα διαφέρουν ριζικά από τα αλλοποιητικά. Ενώ η οργάνωση των τελευταίων μπορεί να δοθεί υπό τη μορφή διαδοχικών αλυσιδωτών βημάτων (αλγόριθμος – δείτε §2.2.3.2), στην περίπτωση των αυτοποιητικών συστημάτων η οργάνωση αναδύεται από τις διεργασίες εσωτερικά του συστήματος με ένα εντελώς μη-γραμμικό και επομένως μη-αλγοριθμικό τρόπο. Στην περίπτωση των αλλοποιητικών συστημάτων δεν υπάρχει αυτογενής/αυθόρμητη συγκρότηση σε μια ολότητα, αλλά τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος είναι ανεξάρτητα από την οργάνωσή του. Ως εκ τούτου, οι αλλαγές που λαμβάνουν χώρα σε ένα αλλοποιητικό σύστημα χωρίς αυτό να χάσει την οργάνωσή του είναι ανεξάρτητες του συστήματος. Αντιθέτως, ένα ζωντανό σύστημα είναι ‘πραγματικά’ αυτόνομο, υπό την έννοια ότι οι λειτουργίες του δημιουργούν και διατηρούν μια ολότητα διακρίνοντάς/εξατομικεύοντάς την από το μέσο (περιβάλλον) στο οποίο πραγματοποιείται.

Το είδος της δομικής σύζευξης που επιτυγχάνει ένα αυτοποιητικό σύστημα θεωρείται ως οργανισμική ενσωμάτωση και όπως είναι αναμενόμενο, παρατηρείται μόνο στα ζωντανά

³⁰ Στο Κεφ. 5 θα αναφερθεί η σχέση αυτονομίας και σχεδίασης και στο Κεφ. 6 θα αναλυθεί η διεργασία της σχεδίασης και η ανάδυση της δημιουργικότητας.

συστήματα. Τελευταία, υπάρχει μια προσπάθεια για σχεδίαση αυτό-οργανωμένων μηχανών στις περιοχές της TN και της TZ. Αν και αρκετοί ερευνητές θεωρούν ότι μπορούν και παρέχουν στις μηχανές τις κατάλληλες προδιαγραφές για την επίτευξη διαρκούς αυτό-οργάνωσης (Lipson & Pollack, 2000) αυτό που επιτυγχάνουν είναι η παροχή μερικής (αρκετά περιορισμένης) τεχνητής οντογένεσης (*artificial ontogeny*). Αν και η οντογένεση είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της αυτονομίας ενός συστήματος, σε καμία περίπτωση δεν είναι ικανή για να δημιουργήσει ένα αυτόνομο σύστημα (υπό την έννοια που χαρακτηρίζει η απαιτητική θεώρηση της αυτοποίησης) (Ziemke, 2003).

Γνωστικά Πλαίσια	Είδος Ενσωμάτωσης	Βαθμός ενσωμάτωσης
Συμβολικά/Κοννεξιονιστικά	Ανάλογη του επιλεγόμενου συστήματος συμβόλων	Μικρός
Εξελικτικά	Οργανισμική	Μέτριος
Αιτιολογικά	Ιστορική δομική σύζευξη	Μέτριος
Κυβερνητική 2 ^{ης} τάξης -Αυτό – οργάνωση	Οργανισμική	Ισχυρή
Αυτοποίηση	Οργανισμική δομική σύζευξη	Ισχυρή
ΕΓΔ/ΔΘΣ	Οργανισμική/Ιστορική δομική σύζευξη	Ισχυρή/Μέτρια

Πίνακας 4. Τα είδη και ο βαθμός ενσωμάτωσης των βασικότερων γνωστικών πλαισίων.

Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στο Κεφ. 5 η αυτονομία ενός συστήματος είναι ιδιαίτερα σημαντική για την εδραίωση ενός νατουραλιστικού πλαισίου δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος, και παράλληλα του γνωστικού συστήματος που το φέρει, εφόσον, η λειτουργικότητα του τελευταίου, όπως εκτενώς θα αναλυθεί στο Κεφ. 5, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αυτονομία του και ειδικότερα, με τον βαθμό αυτονομίας που δύναται να επιδειξει το σύστημα. Η σύνδεση των δύο εννοιών και η ανάπτυξη του βαθμού αυτονομίας του γνωστικού συστήματος γίνεται μέσω ενός νέου είδους αναπαραστάσεων που είναι απολύτως χρήσιμο για την εξέλιξη του νοήματος και του γνωστικού συστήματος, όπως θα παρουσιαστεί στην §4.3.

4.3 Η Ανάγκη για Ένα Νέο Είδος Αναπαραστάσεων

Η ανάλυση των γνωστικών πλαισίων που παρουσιάστηκαν μέχρι στιγμής δικαιολογεί τη διάκρισή τους σε τρεις βασικές ομάδες. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν η υπολογιστική και η συνεκτική προσέγγιση στη γνωστική διεργασία. Τα δύο αυτά πλαίσια βρίσκονται κάτω από την γενικότερη ομπρέλα του κογνιτιβισμού και χαρακτηρίζονται από τη χρήση αντικειμενικών και εξωτερικά παραγόμενων συμβολικών αναπαραστάσεων προκειμένου να εξηγήσουν τη λειτουργική επεξεργασία του σημασιολογικού περιεχομένου (δείτε §2.2, §2.3 κτλ.). Παρουσιάζουν χαμηλό βαθμό ενσωμάτωσης (δείτε §3.3.5.2) και το σημαντικότερο, δεν μπορούν να υποστηρίξουν μια νατουραλιστική ανάδυση κανονιστικής λειτουργικότητας και κατ' επέκταση την ανάδυση και παραγωγή των αντίστοιχων αναπαραστάσεων (δείτε §4.1.7.2).

Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει τα εξελικτικά και αιτιολογικά μοντέλα (δείτε §2.4). Η χρήση των αναπαραστάσεων είναι και εδώ απαραίτητη για την εξήγηση της παραγωγής και επεξεργασίας του σημασιολογικού περιεχομένου, αλλά σε αυτή την περίπτωση το αναπαραστασιακό περιεχόμενο θεωρείται άμεσα συνδεδεμένο με την εξελικτική ιστορία της λειτουργικότητας του συστήματος (δείτε §2.4.2) ή την ιστορία εκμάθησης και εκπαίδευσής του (δείτε §2.4.5.1). Τα αιτιολογικά και εξελικτικά μοντέλα υποστηρίζουν μια ισχυρή εκδοχή ιστορικής δομικής σύζευξης και οργανισμικής ενσωμάτωσης αντίστοιχα, επομένως, ο βαθμός ενσωμάτωσής τους θεωρείται αρκετά, έως πολύ μεγαλύτερος από των κογνιτιβιστικών πλαισίων. Παρόλα αυτά, αποτυγχάνουν να προσφέρουν μια νατουραλιστική εξήγηση της ανάδυσης κανονιστικών

αναπαραστάσεων από τη στιγμή που η εξήγηση της υποκείμενης λειτουργικότητας είναι επιφανομενική (δείτε §4.1.7.3 και §4.1.7.4).

Η τρίτη ομάδα αφορά στα πλαίσια της αυτοποίησης και γενικότερα στα δυναμικά πλαίσια της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, της αυτό-οργάνωσης, της ΘΔΣ και του συμπλέγματος θεωριών της ΕΓΔ. Τα πλαίσια αυτά παρουσιάζουν εξ' ορισμού μεγάλο βαθμό ενσωμάτωσης, εφόσον θεμελιώδες στοιχείο της θεώρησής τους είναι η δομική σύζευξη του συστήματος με το περιβάλλον και επιπροσθέτως, θεωρούν τα δομικά στοιχεία του συστήματος ως ιδιαίτερος απαραίτητα για την υλοποίηση της ενδογενώς ορισμένης οργάνωσης. Ως εκ τούτου, η ανάδυση της οργάνωσής τους δεν μπορεί να θεωρηθεί επιφανομενική εφόσον εμμέσως, πλην σαφώς, η θεώρησή τους υπονοεί την κανονιστικότητα της λειτουργικότητας που υποστηρίζει την αντίστοιχη ανάδυση. Το βασικότερο χαρακτηριστικό αυτής της ομάδας είναι ότι κανένα από τα πλαίσια δεν υποστηρίζει και επομένως, δεν θεωρεί αναγκαία, την ύπαρξη αναπαραστάσεων στην εξήγηση και μοντελοποίηση, επομένως και στην πραγματοποίηση/υλοποίηση της γνωστικής διεργασίας και της ανάδυσης του νοήματος.

4.3.1 Απόρριψη των Αναπαραστάσεων στο Γενικότερο Πλαίσιο της Κυβερνητικής 2^{ης} Τάξης

Δεδομένου ότι (όπως άλλωστε προκύπτει από την παραπάνω ανάλυση) οι προσεγγίσεις που ανήκουν στο γενικότερο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης υποστηρίζουν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό τη μορφή της ανάδυσης αλλά και της ενσωμάτωσης που απαιτεί ένα νατουραλιστικό πλαίσιο θεώρησης της γνωστικής διεργασίας και ανάδυσης του νοήματος, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι η έννοια της αναπαράστασης είναι περιττή αλλά και παραπλανητική στην εξήγηση της γνωστικής διεργασίας. Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται μια σύντομη περιγραφή των επιχειρημάτων βάσει των οποίων η έννοια της αναπαράστασης απορρίπτεται από τα συγκεκριμένα πλαίσια.

4.3.1.1 Αυτοποίηση - Εξωτερικές Παρενοχλήσεις αντί Αναπαραστάσεων

Η απόρριψη των αναπαραστάσεων στα αυτοποιητικό πλαίσιο δεν είναι πρόσφατη υπόθεση και έχει τις ρίζες της στο περίφημο πείραμα εξέτασης του συστήματος όρασης του βατράχου (Lettvin & colleagues, 1959/1965). Στο εν λόγω πείραμα, παρατηρείται η αντίδραση ενός βάτραχου όταν αυτός ερεθίζεται με ένα εξωτερικό σήμα αποτελούμενο από μια μαύρη κηλίδα που περιβάλλεται από φως. Οι συγγραφείς καταλήγουν ότι, η μόνη αντιστοιχία που μπορεί να επιβεβαιωθεί μεταξύ του βατράχου και του περιβάλλοντος, είναι αυτή ανάμεσα στην πηγή του εξωτερικού σήματος και τον αμφιβληστροειδή του ματιού του βατράχου. Κάθε φορά που ένας συγκεκριμένος τύπος νευρικής ίνας ερεθιζόταν από την πηγή του φωτός, ο βάτραχος συμπεριφερόταν σαν να προσπαθεί να πιάσει μια μύγα, και κινούταν αναλόγως προς την μαύρη κηλίδα. Οι συγγραφείς και αργότερα οι Maturana & Varela (1980) καταλήγουν ότι, το συγκεκριμένο φαινόμενο μπορεί να ερμηνευθεί ως απουσία αντιστοιχίας μεταξύ μιας εξωτερικής κατάστασης τους περιβάλλοντος και του νευρικού συστήματος του βατράχου. Επομένως, ο βάτραχος δεν έχει/φέρει αναπαραστάσεις της μύγας. Η άποψη αυτή ενδυναμώνεται από το γεγονός ότι, κάθε είδος παρενόχλησης στο σωστό τύπο νευρικών ινών έχει ως αποτέλεσμα την προσπάθεια εκ μέρους του βατράχου να πιάσει την υποτιθέμενη μύγα. Αυτό συμβαίνει ανεξαρτήτως της πηγής της παρενόχλησης και επομένως, ανεξαρτήτως από το εάν υπάρχει μια μύγα στο άμεσο περιβάλλον του βατράχου.

Ως εκ τούτου, για τον αυτοποιητικό γνωστικό πράκτορα δεν υπάρχουν αναπαραστάσεις και δεν υπάρχουν είσοδοι και έξοδοι υπό την κλασική κογνιτιβιστική έννοια των όρων. Το μόνο με το οποίο έρχεται ο πράκτορας αντιμέτωπος είναι οι εξωτερικές παρενοχλήσεις που ερεθίζουν ένα κλειστό και διασυνδεδεμένο δίκτυο νευρώνων, τα οποία διαρκώς εμπλέκονται στη διαμόρφωση καινούργιων ειδών οργάνωσης. Επιπλέον, το νόημα που χρησιμοποιεί ένας τέτοιος πράκτορας προκειμένου να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον του δεν έχει διακριτή φύση ούτε προσφέρεται για εύκολη και αλγοριθμική επεξεργασία, όπως στην περίπτωση των κογνιτιβιστικών πλαισίων.

Αντιθέτως, είναι το αποτέλεσμα συνεχών δομικών συμπλοκών του συστήματος με το περιβάλλον οι οποίες εδραιώνονται μέσα από την εξελικτική ιστορία του συστήματος.

4.3.1.2 Κονστρουκτιβισμός και Ριζοσπαστικός Κονστρουκτιβισμός- Κατατάξεις αντί Αναπαραστάσεων

Θα περίμενε κανείς ότι λόγω της άμεσης και πολύ ισχυρής θεμελίωσης της γνωστικής διεργασίας στο βιολογικό υπόβαθρο, το πλαίσιο της αυτοποίησης αποτελεί την εξαίρεση όσον αφορά την απόρριψη των αναπαραστάσεων. Αυτό δεν αληθεύει ακόμη και στην πιο αφηρημένη έκφανση της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, τη φιλοσοφική θεώρηση του *κονστρουκτιβισμού (constructivism)* (Piaget, 1971; von Glasersfeld, 1974; 1982; 1987; 1995; Pask, 1975; 1976).

Η βασική θεώρηση του κονστρουκτιβισμού είναι ότι το σύστημα προβαίνει στην κατασκευή εσωτερικών *κατατάξεων (classifications)* οι οποίες αναλόγως εντάσσονται στα αντίστοιχα πλαίσια δράσης βάσει μιας ιεραρχίας ανάπτυξης (Piaget, 1971). Όπως αναφέρθηκε στις §3.3.2 και §3.3.4.1 οι κατατάξεις δεν θεωρούνται αναπαραστάσεις του περιβάλλοντος αλλά ιδιοτιμές που παράγονται κατά την ενσωματωμένη αλληλεπίδραση ενός γνωστικού συστήματος με το περιβάλλον του (von Glasersfeld, 1995). Ανάλογα, οι ίδιο-συμπεριφορές αναφέρονται στους μηχανισμούς μέσω των οποίων μια κατάταξη κατασκευασμένη στο παρελθόν μπορεί να *αναπαρασταθεί (represented)* δηλαδή, να *ζανακατασκευαστεί (reconstructed)* ή να *αναπαραχθεί (replayed)* από το σύστημα.

Η ικανότητα της αύξησης της ποικιλίας και της δημιουργίας νέων ίδιο-συμπεριφορών εξαρτάται από τη στοιχειώδη ψυχολογική ανάπτυξη που βασίζεται στη φυσιολογική υπόσταση του πράκτορα (Piaget, 1971). Ο μηχανισμός αυτός παράγει ιεραρχίες ίδιο-συμπεριφορών που έρχονται στο προσκήνιο είτε μέσω της δομικής σύζευξης του γνωστικού συστήματος με το περιβάλλον (Maturana, 1978) ή μέσω συνομιλιών με άλλα συστήματα (Pask, 1975; 1976). Με άλλα λόγια, τα γνωστικά συστήματα εκκινούν με μια πληθώρα στοιχειωδών αισθητηριακών ιδιοτήτων που ορίζονται από την φυσιολογία τους (Thelen & Smith, 1994; Thelen, 1995). Η συγκεκριμένη ενσωμάτωση επιτρέπει έναν αριθμό αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον προκειμένου να δημιουργηθούν κάποιες εσωτερικές σταθερές (ιδιοτιμές, ελκυστήρες) που θα χρησιμοποιηθούν για την κατάταξη των αντίστοιχων αλληλεπιδράσεων. Για τους κονστρουκτιβιστές, όλες οι γνωστικές ιδιότητες ενός συστήματος αναπτύσσονται λόγω της ικανότητας να παρουσιάζει αναδυόμενες κατατάξεις ή ίδιο-συμπεριφορές μέσω διαδικασιών μάθησης.

Ο κονστρουκτιβισμός ως φιλοσοφική θεώρηση έχει πολλές εκφάνσεις, με πιο γνωστή αυτή του ριζοσπαστικού κονστρουκτιβισμού (von Glasersfeld, 1995), λόγω της ευρείας εφαρμογής της στην εκπαιδευτική επιστήμη. Ο ριζοσπαστικός κονστρουκτιβισμός θεωρεί ότι:

«οποιαδήποτε αναφορά στην έννοια των αναπαραστάσεων είναι εντελώς παραπλανητική και αδιάφορη με το πρόβλημα της κατασκευής της γνώσης και επομένως δεν μπορεί να γίνει αποδεκτή.» (Von Glasersfeld, 1995, σελ. 115).

Συγκεκριμένα, ο von Glasersfeld απορρίπτει την έννοια της αναπαράστασης ως ένα πληροφοριακό κατασκευάσμα. Ισχυρίζεται ότι κανείς δικαιούται να μιλάει για αναπαραστάσεις και μεταφορά πληροφορίας μόνο όταν, στην εδραίωση ενός σημασιολογικού κώδικα, τόσο τα χρησιμοποιούμενα σύμβολα που κάνουν τις υποδείξεις όσο και οι οντότητες (καταστάσεις πραγμάτων) στις οποίες οι υποδείξεις αναφέρονται είναι προσβάσιμα και γνωστά στον παρατηρητή. Σε διαφορετική περίπτωση, το πληροφοριακό κανάλι δεν μπορεί να οριστεί και επομένως είναι αδύνατη η εδραίωση αναπαραστασιακής σχέσης. Με αυτό τον τρόπο, ο κονστρουκτιβισμός 'κλειδώνεται' μέσα στην αρχική αυτονομία που του επιτρέπει η φυσιολογία του συστήματος (τα όρια της ενσωμάτωσής του) και η συνοχή των εσωτερικών μοντέλων του πράκτορα. Η ανάπτυξη της γνωστικής ικανότητας του συστήματος ορίζεται ως η διεργασία

κατασκευής ολοένα και πιο πολύπλοκων κατατάξεων μέσω της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον και με άλλους πράκτορες³¹.

Εκτός των αναπαραστάσεων, ο κονστρουκτιβισμός απορρίπτει την εξωτερική φυσική επιλογή. Από τη στιγμή που κανείς θα δεχτεί την φυσική επιλογή, τότε, επί της ουσίας, δέχεται την σχέση ή την αντιστοιχία μεταξύ του εξωτερικού κόσμου και των εσωτερικών κατατάξεων που σε αυτή την περίπτωση θεωρούνται αναπαραστάσεις. Σε αυτόν ακριβώς το λόγο αποδίδεται η απόρριψη της φυσικής επιλογής από το πλαίσιο της αυτοποίησης.

4.3.1.3 ΘΔΣ και ΕΓΔ – Νοημοσύνη Χωρίς Αναπαραστάσεις

Είναι πλέον αρκετά φανερό ότι οι θεωρήσεις της ΕΓΔ αλλά και της ΘΔΣ (ως ο καταλληλότερος εκφραστής της ΕΓΔ σε επίπεδο σχεδίασης και ανάπτυξης αντίστοιχων τεχνητών συστημάτων – δείτε Κεφ.8) έχουν τις ρίζες τους στη γενικότερη θεώρηση του κονστρουκτιβισμού και του πλαισίου της αυτό-οργάνωσης. Τα πλαίσια αυτά, αν και πιο ‘εφαρμόσιμα’ από τις φιλοσοφικές και συστημικό-θεωρητικές τους εκφράσεις, συνεχίζουν να απορρίπτουν εντελώς την έννοια της αναπαράστασης. Ενώ τα κογνιτιβιστικά πλαίσια επικεντρώνουν τη σχεδίαση και ανάπτυξη ενός τεχνητού πράκτορα στην υψηλού επιπέδου επεξεργασία των σημασιολογικών κατηγοριών που επιλέγει ο σχεδιαστής, η ΕΓΔ και η ΘΔΣ δίνουν έμφαση στην φυσική αλληλεπίδραση του πράκτορα με το περιβάλλον. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ταχύτατη ανάπτυξη της έρευνας στους τομείς των *ρομποτικών μηχανών βασισμένων στη συμπεριφορά (behaviour-based robotics)*, στην *προσομοίωση προσαρμοστικής συμπεριφοράς (simulation of adaptive behaviour)*, στην *μεταμοντέρνα ρομποτική (post-modern robotics)* και γενικότερα σε όλες τις περιοχές που συνέστησαν αυτό που αργότερα ονομάστηκε ως *καινούργια ΤΝ (new AI)*.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί ότι η καινούργια προσέγγιση στην ΤΝ δεν είχε την ίδια πρόοδο με την κλασική ΤΝ (GOFAI – δείτε Κεφ.8). Ενώ οι υπολογιστικοί πράκτορες μπορούν και συναγωνίζονται (πολλές φορές επιτυχώς) τους μεγάλους σκακιστές, τα ρομπότ δεν μπορούν να προσανατολιστούν σε ένα χώρο συγκεκριμένων διαστάσεων για να ανάψουν τον διακόπτη του φωτός. Αυτό θα έπρεπε να ήταν αναμενόμενο από τη στιγμή που όπως αναφέρθηκε στην §3.3.5.3, η ΘΔΣ δεν αντιπροτείνει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο θεώρησης της γνωστικής λειτουργίας. Το ίδιο πρόβλημα παρουσιάζει το πλαίσιο της ΕΓΔ, εφόσον πρακτικά, δεν προσφέρει τίποτα παραπάνω από τη βασική υπόδειξη της φυσικής σύνδεσης του πράκτορα με το περιβάλλον καθώς και μερικές παρατηρήσεις για τη χωροχρονικά κείμενη φύση της γνωστικής διεργασίας.

Λόγω ουσιαστικής απουσίας αντικαταστάτη του υπολογιστικού πλαισίου, υπήρξαν ποικίλες μεμονωμένες προσπάθειες σχεδίασης και ανάπτυξης τεχνητών γνωστικών πρακτόρων (ρομπότ). Μια από τις σημαντικότερες προσπάθειες βασισμένη στις αρχές της ΕΓΔ αποτελεί η δουλειά του Brooks (1991b; 1991c; 1997), η προσέγγιση του οποίου στη σχεδίαση και ανάπτυξη τεχνητών πρακτόρων θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα στο Κεφ.8. Ο Brooks (1989; 1991b, 1991c; 1995) αντικατέστησε τον παραδοσιακό έλεγχο υψηλού επιπέδου του ρομπότ με ένα σχήμα δημιουργίας ξεχωριστών και ιεραρχικών λειτουργικών μονάδων συμπεριφοράς. Συγκεκριμένα, στην αρχιτεκτονική του Brooks ο υψηλού επιπέδου (*από επάνω-προς-κάτω – top-down*) υπολογισμός αντικαθίσταται με μια από *κάτω-προς-επάνω (bottom-up)* και υπό μια έννοια, αναδυόμενη αυτό-οργάνωση³² των μονάδων συμπεριφοράς του ρομπότ, που έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ποικίλης συμπεριφοράς σε σχέση με το περιβάλλον αλληλεπίδρασης.

Αν και όπως θα αναλυθεί στο Κεφ.8 η συγκεκριμένη προσέγγιση παρουσιάζει αρκετά σημαντικά μειονεκτήματα, προσφέρει μια εναλλακτική στην μοντελοποίηση της νόησης. Αντί της

³¹ Στην §5.3.7.1 θα εξηγηθεί ο λόγος κατά τον οποίο το πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης μένει στο επίπεδο της πληροφορίας και δεν προχωράει στο επίπεδο του νοήματος.

³² Όπως θα αναλυθεί στο Κεφ.8, σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει αυτό-οργάνωση, αλλά λόγω της διαφορετικότητας της προσέγγισης χρησιμοποιείται ο συγκεκριμένο όρος από τον Brooks.

δημιουργίας μοντέλων βάσει καθολικών κατατάξεων και ταξινόμησεων του εξωτερικού κόσμου, δοκιμάζεται η ενσωματωμένη αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον με μόνα εφόδια τα διάφορα στοιχεία χαμηλού επιπέδου (υπό μορφή μονάδων επεξεργασίας) και την μεταξύ τους συσχέτιση. Το αποτέλεσμα είναι ένα σύστημα που κατασκευάζει από μόνο του τις διάφορες κατατάξεις του περιβάλλοντος χωρίς τη χρήση εξωτερικών κανόνων. Ο Brooks καταλήγει ότι δεν χρειάζονται αναπαραστάσεις και εσωτερικά μοντέλα για την εμφάνιση νοημοσύνης στο εν λόγω σύστημα. Το ίδιο το περιβάλλον αποτελεί μοντέλο του εαυτού του (Brooks, 1991a).

Μια άλλη αρκετά σημαντική προσπάθεια σχεδίασης τεχνητού πράκτορα βασισμένη στα πλαίσια της ΕΓΔ και της ΘΔΣ έγινε από τους Beer (1990; 1995b) και Beer & Chiel (1997). Ελλείπει ενός πλήρους εναλλακτικού μοντέλου, ο Beer προσπάθησε κατά κάποιο τρόπο να αντιγράψει τη φύση και βασίστηκε στα ευρήματα της νευροηθολογίας (neuroethology) προκειμένου να μοντελοποιήσει βασικές κιναισθητικές λειτουργίες στα ρομπότ (υπολογιστική νευροηθολογία – computational neuroethology). Στη συνέχεια οι Beer & Galacher (1992) προσπάθησαν να εξελίσσουν τεχνητούς νευρωνικούς ελεγκτές (*artificial neural network controllers*) μέσω γενετικών αλγορίθμων.

Το κοινό στοιχείο σε όλες τις παραπάνω προσεγγίσεις είναι, ότι εν απουσία μιας πλήρως εναλλακτικής θεώρησης, αποφεύχθηκε η συγκεκριμένη και εκ των προτέρων σχεδίαση του συστήματος ελέγχου του ρομπότ και κατά κάποιο τρόπο αφέθηκε στα χέρια της φυσική επιλογής (τεχνητής επιλογής λόγω ύπαρξης ενός υπολογιστικού γενετικού αλγόριθμου), η οποία περιορίζεται από την ποικιλία του εκάστοτε πειραματικού περιβάλλοντος. Σε αυτές τις περιπτώσεις, αλλά και σε πολλές άλλες (π.χ. Harvey, 1992; Cliff & Noble, 1997; Van Gelder, 1992; Wheeler, 1994), η χρήση των αναπαραστάσεων δεν αποτελεί μια *εκ των προτέρων* παραδοχή για τη σχεδίαση γνωστικών πρακτόρων, αλλά παραμένει ως ανοικτή ερώτηση σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας τους.

4.3.2 Προβλήματα της Απόρριψης Αναπαραστάσεων

Οι αντιρρήσεις στην υπόθεση θεώρησης και χρήσης της έννοιας της αναπαράστασης στοχεύουν στην κλασική μορφή αναπαραστάσεων που υποδεικνύει το κλασικό κογνιτιβιστικό μοντέλο. Συγκεκριμένα, η απόρριψη στοχεύει εναντίον της θεώρησης ενός μηχανισμού που μπορεί να κατακερματιστεί σε υπομονάδες επεξεργασίας πληροφορίας που ελέγχονται εσωτερικά από ανθρωπάρια (humuncular modules), και οι οποίες επικοινωνούν κάνοντας χρήση ενός λεξιλογίου συμβολικών αναπαραστάσεων. Ο Beer, θέλοντας να τονίσει την μη δυνατότητα διάκρισης των πολύπλοκα εξελιγμένων συστημάτων ελέγχου των ρομπότ σε επιμέρους στοιχεία σημειώνει ότι:

«...τα συστήματα υψηλής κατανομής και ποικίλης αλληλοσυνδεσιμότητας (όπως τα εξελιγμένα νευρωνικά δίκτυα) δεν επιδέχονται λειτουργική αποσύνθεση σε επί μέρους αναπαραστάσεις και σε αλγοριθμικές μονάδες επεξεργασίας αυτών.» (Beer, 1995a, σελ. 128).

Ωστόσο, ο Beer και όλοι οι υποστηρικτές του στοχεύουν προς τη λάθος κατεύθυνση. Από την μία πλευρά έχουν δίκιο στο ότι, τα πολύπλοκα και εξελιγμένα βιολογικά συστήματα δεν μπορούν να διαχωριστούν σε επί μέρους μονάδες. Πράγματι, το νευρικό σύστημα των ελλόγων πρακτόρων είναι ίσως το πιο πολύπλοκο και μη-γραμμικό σύστημα που έχει ποτέ μελετηθεί. Όμως, η πολυπλοκότητα, καθώς και η υπόσταση ενός τεχνητού νευρωνικού δικτύου, δεν έχουν καμία σχέση με την πολυπλοκότητα ενός βιολογικού συστήματος και επίσης, όπως αναφέρθηκε στην §2.3 τα συνεκτικά συστήματα δεν αποφεύγουν τη χρήση συμβολικών αναπαραστάσεων. Επιπροσθέτως, οι διεργασίες ενός συνεκτικού δικτύου μπορούν να διαχωριστούν, σε ένα μεγάλο βαθμό, σε επιμέρους διαδικασίες και επομένως δεν αποφεύγουν τον περιορισμό του ανθρωπάριου (δείτε §3.3.5.3.1). Επομένως, από τη στιγμή που ο Beer και οι υπόλοιποι ερευνητές χρησιμοποιούν την λανθασμένη αναλογία μεταξύ τεχνητών και βιολογικών νευρωνικών δικτύων ως βασικό επιχειρήμα για την απόρριψη των αναπαραστάσεων, το ερώτημα παραμένει.

Ένα επίσης πολύ σημαντικό πρόβλημα είναι ότι, ελλείπει αναπαραστάσεων δεν υπάρχει εργαλείο εξήγησης της λειτουργικότητας του συστήματος (δείτε §3.3.5.3). Γενικότερα, αν κανείς επιθυμεί να εξηγήσει την εκ προθέσεως συμπεριφορά ενός πράκτορα σε σχέση με μια κατάσταση πραγμάτων, θα πρέπει να εξηγήσει τον μηχανισμό που την παράγει. Ξεκινώντας από τη λογική του von Glasersfeld, αλλά προχωρώντας ένα βήμα παρακάτω, αν και τα χρησιμοποιούμενα σύμβολα (ή γενικότερα, οντότητες) που κάνουν τις υποδείξεις, όσο και οι καταστάσεις πραγμάτων, στις οποίες οι υποδείξεις αναφέρονται, δεν είναι ταυτοχρόνως προσβάσιμα και επομένως, ασύνδετα μεταξύ τους, η έννοια της αναπαράστασης έρχεται να προσφέρει ένα κοινό λεξιλόγιο για την επίτευξη της απαιτούμενης σύνδεσης. Επί της ουσίας, η έννοια της αναπαράστασης έρχεται να συσχετίσει τη συμπεριφορά ενός συστήματος με τον υποκείμενο μηχανισμό και επομένως, *η αναπαράσταση θεωρείται μια λειτουργική ιδιότητα διεργασιακού τύπου που παίζει καθοριστικό ρόλο στην εκ προθέσεως συμπεριφορά ενός πράκτορα χάρη στην πληροφορία (σημασιολογικό περιεχόμενο – νόημα) που μεταφέρει εσωτερικά στο σύστημα αναφορικά με μια συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων* (δείτε §4.3.3).

Ο επεξηγηματικός ρόλος της αναπαράστασης σε σχέση με τη λειτουργικότητα του υπό μελέτη συστήματος είναι γενικότερα αποδεκτός και ιστορικά επιβεβαιωμένος, ανεξαρτήτως του τύπου και της μορφής της οντότητας που αντιστοιχεί στην (ή υποθετικά υλοποιεί την) εκάστοτε αναπαράσταση. Έτσι, πριν από αρκετές δεκαετίες, οι ερευνητές προσπάθησαν μέσω *νεύρο-υπολογιστικών (neurocomputational)* μεθόδων να κατανοήσουν τις διεργασίες του εγκεφάλου αναπτύσσοντας λειτουργικά μοντέλα νευρωνικών συστημάτων που προσπαθούσαν να μιμηθούν τις δυνατότητες επεξεργασίας της πληροφορίας των βιολογικών νευρικών συστημάτων. Η βασική παραδοχή ήταν ότι, ομάδες νευρώνων οργανώνονται σε λειτουργικά σύνολα και στις αντίστοιχες αρχιτεκτονικές επεξεργασίας που *αναπαριστούν την σχετική πληροφορία* με ποικίλους τρόπους (Hebb, 1949; 1966). Σε αυτή την περίπτωση, οι λειτουργικές καταστάσεις των υποκείμενων νευρικών υποσυστημάτων μπορούν να υποστηρίξουν εντελώς διακριτές διαμορφώσεις έως διαμορφώσεις διαρκούς και συνεχούς μεταβολής. Για παράδειγμα, οι O'Keefe & Dostrovsky (1971) ανακάλυψαν ότι συγκεκριμένο σύνολο νευρώνων στον υποθάλαμο ενός ποντικού ενεργοποιείται επιλεκτικά, όταν μετακινείται στο χωρικό περιβάλλον. Το αποτέλεσμα ήταν να 'ενοχοποιηθεί' ο ρόλος του εγκεφαλικού υποθαλάμου για τη χωρική πλοήγηση του ποντικού και συγκεκριμένα το σύνολο των νευρώνων που ονομάζονται 'place cells'.

Από τότε έχει διεξαχθεί πληθώρα πειραματικών ερευνών (δείτε π.χ. McNaughton, 1996; Knierim & colleagues, 1995) και αν και έχει παρατηρηθεί ισχυρή αντιστοιχία μεταξύ της τοποθεσίας που αντιλαμβάνεται το ποντίκι και συγκεκριμένης δραστηριότητας στο νευρικό του σύστημα, ο τρόπος με τον οποίο, οι εν λόγω συσχετίσεις ολοκληρώνονται με το υπόλοιπο κιναισθητικό σύστημα του ποντικού, παραμένει ακόμη αναπάντητος. Συγκεκριμένα, ένα από τα πιο πολύπλοκα προβλήματα είναι ο τρόπος με τον οποίο η ίδια περιοχή του υποθαλάμου λειτουργεί ταυτόχρονα ως χάρτης διαφορετικών περιοχών του περιβάλλοντος σε σχέση με άλλα ερεθίσματα του πλαισίου δράσης. Είναι πολύ πιθανό ότι, καθώς θα προχωράει η έρευνα στην συγκεκριμένη περιοχή, ο ρόλος των 'place-cells' θα αποδειχθεί επιφανόμενος μιας αρκετά πιο πολύπλοκης λειτουργίας. Μέχρι όμως την εμπεριστατωμένη εισήγηση μιας πιο πλήρους εξήγησης, τα 'place-cells' θα είναι η καταλληλότερη εξήγηση του τρόπου πλοήγησης των ποντικών στο χωρικό περιβάλλον.

Τα 'place-cells' είναι ένα παράδειγμα διακριτής διαμόρφωσης μιας αναπαραστασιακής οντότητας. Είναι ευλογοφανές³³ ότι η συγκεκριμένη περίπτωση δεν είναι ούτε μοναδική ούτε καθολική. Το γεγονός ότι, ομάδες νευρώνων μπορούν να οργανωθούν σε υψηλότερο επίπεδο από αυτό του μοναδικού νευρώνα, έχει αναγνωριστεί από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα (Sherrington, 1906). Για παράδειγμα, οι Freeman & Skarda (1985) παρουσίασαν τον τρόπο με τον οποίο οι ταλαντώσεις στον οσφρητικό βολβό των σπονδυλωτών οργανισμών εμπλέκουν περίπου 250 χιλιάδες νευρώνες για την κωδικοποίηση οσφρητικής πληροφορίας (οσμή). Οι

³³ Σε αυτό ακριβώς το σημείο αρχίζει να διαχωρίζεται η κλασική έννοια της διακριτής και καθολικής αναπαράστασης από άλλα είδη αναπαραστάσεων, π.χ. καταναμημένα, κτλ.

συγκεκριμένες ταλαντώσεις έχουν μια τυπική συχνότητα της τάξης των 40-90Hz, αλλά ένας τυπικός νευρώνας μπορεί να λειτουργήσει στα 5-10Hz. Επομένως, η βολβική ταλάντωση, αν δεν θεωρηθεί ως επιφαινόμενη, θα πρέπει να θεωρηθεί ως το αποτέλεσμα της συντονισμένης δραστηριότητα κατά μήκος του συνόλου του βολβού. Με άλλα λόγια, οι μακροσκοπικές ταλαντώσεις του βολβού αναδύονται από τη συνολική συμπεριφορά των νευρώνων, οι οποίοι με τη σειρά τους περιορίζονται από τη δραστηριότητα του κάθε νευρώνα ξεχωριστά (Faith, 1998).

Άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα οργάνωσης σε υψηλότερο επίπεδο από αυτό του απλού νευρώνα είναι η πιθανή κωδικοποίηση της περιοδικότητας του τόνου (ύψος ήχου – pitch) βάσει των διαστημάτων μεταξύ των αιχμών διέγερσης (interspike interval) ομάδας νευρώνων στο ακουστικό σύστημα (Cariani 1999; 2001). Τα διαστήματα μεταξύ των αιχμών διέγερσης διαμορφώνουν (υπό την μορφή αυτό-συσχετίσεων) εικονικές αναπαραστάσεις της περιοδικότητας των ακουστικών ερεθισμάτων, από τις οποίες συμπεραίνονται τονικές ισοδυναμίες και ομοιότητες, καθώς και άλλες αρμονικές σχέσεις. Αυτό είναι άλλη μια περίπτωση της διαμόρφωσης μιας αναπαραστασιακής δομής μέσω των υποκείμενων νευρικών δικτύων και κωδικοποιήσεων.

Η οσφρητική και ακουστική πληροφορία των προηγούμενων παραδειγμάτων υφίσταται σε ένα επίπεδο οργάνωσης διαφορετικό από αυτό ενός απλού νευρώνα. Επί της αρχής, δεν υπάρχει κανένα λογικό επιχείρημα που να απορρίπτει την εμφάνιση (ανάδυση) ενός αναπαραστασιακού οχήματος υπό μορφή μιας κατάστασης ή μιας διεργασίας προσδιορισμένης στο σύνολο του νευρικού συστήματος. Γενικότερα, οι αναπαραστάσεις, σε οποιοδήποτε επίπεδο και αν προσδιορίζονται, είναι ίσως το πλέον απαραίτητο εργαλείο ερμηνευτικής επεξήγησης της λειτουργικότητας ενός συστήματος ως προς την παραγωγή εκ προθέσεως συμπεριφοράς. Ο Faith (1997) χαρακτηριστικά τονίζει ότι:

«αν κανείς δεν κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο ένας οργανισμός αναπαριστά διάφορες καταστάσεις πραγμάτων του περιβάλλοντος, δεν θα μπορέσει να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο η συμπεριφορά του οργανισμού εναρμονίζεται σε σχέση με αυτές τις καταστάσεις πραγμάτων, παρά μόνο ότι η συγκεκριμένη εναρμόνιση λαμβάνει χώρα.» (Faith, 1997).

Βέβαια, θα πρέπει να υπάρχει μια εξήγηση για τον τρόπο με τον οποίο ένα συγκεκριμένο εξωτερικό ερέθισμα προκαλεί συγκεκριμένες αντιδράσεις. Αυτό όμως δεν παρέχει σε καμία περίπτωση μια εξήγηση της εκ προθέσεως συμπεριφοράς, η οποία μπορεί να εξηγηθεί μόνο μέσω της έννοια της αναπαράστασης. Η σημασία των αναπαραστάσεων και γενικότερα των καταστάσεων διαμεσολάβησης και διευθέτησης (*mediating states*) καθώς και ο επεξηγηματικός τους ρόλος αναλύεται εκτενώς από τους Markman & Dietrich (2000).

4.3.3 Η Ανάγκη Θεώρησης Αναδύομενων και Ενσωματωμένων Αλληλεπιδραστικών Αναπαραστάσεων

Το βασικό επιχείρημα των υποστηρικτών της ΕΓΔ και της ΘΔΣ είναι ότι οι δυναμικές συζεύξεις μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος είναι τέτοιες που οποιοδήποτε αναπαραστασιακό κατασκεύασμα (πρωτίστως σε θεωρητικό, αλλά εν συνεχεία και σε πρακτικό επίπεδο) δεν θα χρησιμεύσει στην εξήγησή τους. Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, αυτή η ριζοσπαστική θέση έρχεται με αρκετά προβλήματα. Ένα ακόμη σημαντικό πρόβλημα είναι η εξήγηση και μοντελοποίηση των λεγόμενων *αναπαραστασιακά πεινασμένων (representational hungry)* φαινομένων (Clark & Toribio, 1994). Κατά τους Clark & Toribio τέτοια φαινόμενα συναντιόνται σε περιοχές όπου:

- a). το πρόβλημα αφορά λογικό συμπέρασμα, μη-υφιστάμενες ή αντιφατικές καταστάσεις πραγμάτων,
- b). το πρόβλημα απαιτεί από τον πράκτορα να είναι επιλεκτικά ευαίσθητος σε παραμέτρους, των οποίων οι φυσικές εκδηλώσεις είναι πολύπλοκες και δεν υπόκεινται σε συγκεκριμένους κανόνες (απεριόριστα διαζευκτικές καταστάσεις).

Οι Bickhard & Terveen (1995) υποστηρίζουν ότι η δεύτερη περίπτωση ανάγεται στην πρώτη, αλλά αυτό έχει μικρή σημασία απέναντι στο γεγονός ότι τέτοιες καταστάσεις είναι αρκετά συχνές στην καθημερινή δράση των γνωστικών πρακτόρων και μια θεώρηση εναλλακτική του κογνιτιβισμού θα έπρεπε να μπορεί να τις αντιμετωπίσει. Στο ίδιο μήκος κύματος βρίσκονται οι Moreno, Umerez & Ibanez (1997) όταν θεωρούν ότι, με την απόρριψη των αναπαραστάσεων οι ΕΓΔ και οι υποστηρικτές της ΘΔΣ χάνουν έναν πολύ ικανό σύμμαχο στην εξήγηση και μοντελοποίηση γνωστικών φαινομένων υψηλότερου επιπέδου (high-level cognition).

Παρόμοια επιχειρηματολογεί ο Elliasmith (1998) όταν διαφωνεί με τη θεώρηση της ΔΘΣ από τον van Gelder (δείτε §3.3.5.2) ως το θεωρητικό υπόβαθρο για τη μελέτη της γνωστικής διεργασίας. Συγκεκριμένα, υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι ως γνωστικοί πράκτορες είναι ταυτοχρόνως δυναμικά συστήματα, αλλά και ικανοί χειριστές συμβόλων και επομένως, ο van Gelder, υιοθετώντας την προσέγγιση της ΘΔΣ και απορρίπτοντας της έννοια της αναπαραστάσης, έχει ουσιαστικά αγνοήσει ένα πραγματικά δύσκολο πρόβλημα, δηλαδή, τον τρόπο με τον οποίο ένα δυναμικό σύστημα θα μπορούσε να υποστηρίξει την ανάδυση αναπαραστασιακής συμπεριφοράς και επομένως, της νοημοσύνης που παρατηρείται στους ανθρώπινους πράκτορες.

Παράλληλα, οι Bickhard (1993) και Bickhard & Terveen (1995) επισημαίνουν και άλλες περιπτώσεις που απαιτούν τη χρήση αναπαραστάσεων. Παραδείγματα τέτοιων περιπτώσεων είναι όταν το σύστημα αντιμετωπίζει την επιλογή μεταξύ δύο ή περισσότερων αμέσως επόμενων δράσεων στην πορεία της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Επίσης, αναπαραστάσεις χρειάζονται όταν η λειτουργικότητα του συστήματος πρέπει να είναι ελέγξιμη από το ίδιο το σύστημα.³⁴ Η δυνατότητα ενδογενούς ελέγχου των αναπαραστάσεων κρίνεται απαραίτητη σε όλες τις εκ προσθέσεως αλληλεπιδράσεις ενός συστήματος, διότι σε αυτή την περίπτωση το σύστημα σκοπίμως δρα προς ένα συγκεκριμένο στόχο (goal-directed system) και θα πρέπει να έχει την ικανότητα να εντοπίσει και να διορθώσει τη λάθος επιλογή του.

Άλλη μια περίπτωση που απαιτούνται αναπαραστάσεις είναι όταν ένα αρκετά πολύπλοκο και ποικίλο σύστημα εμπλέκεται σε νέου τύπου αλληλεπιδράσεις. Η ποικιλία του θα του δώσει τη δυνατότητα να εμπλακεί σε γνωστικές διεργασίες υψηλού επιπέδου προκειμένου να αντιμετωπίσει τις καινούργιες προκλήσεις και επομένως η συγκεκριμένη περίπτωση καλύπτεται από την περίπτωση (α) των Clark & Toribio (1994).

Τέλος, δεδομένου ότι το λάθος και ο εσωτερικός του εντοπισμός από το ίδιο το σύστημα είναι συστατικά ζωτικής σημασίας για τη διεργασία μάθησης του συστήματος, συνεπάγεται ότι προκειμένου να εμπλακεί το σύστημα σε διεργασίες εκμάθησης, απαιτείται η χρήση αναπαραστάσεων και μάλιστα τέτοιου τύπου που να μπορούν εσωτερικά να ελεγχθούν και να εντοπιστούν σε περίπτωση λάθους. Βάσει όλων των παραπάνω, οι Bickhard και Terveen καταλήγουν ότι:

«Οι προσεγγίσεις δυναμικών συστημάτων αναφορικά με τη σύζευξη μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος στην πορεία αβέβαιων αλληλεπιδράσεων απαιτούν την ύπαρξη και χρήση αλληλεπιδραστικών αναπαραστάσεων (interactive representations) ενδογενώς του συστήματος, προκειμένου αυτό να έχει την ικανότητα λειτουργικής απάντησης στην αναπόφευκτη εμφάνιση λάθους επιλογής δράσης.» (Bickhard & Terveen, 1995, σελ. 211).

Η θέση των Bickhard και Terveen είναι εντελώς αντίθετη από την επίσημη θέση των υποστηρικτών της ΕΓΔ και της ΘΔΣ και του γενικότερα κονστρουκτιβιστικού πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και της αυτό-οργάνωσης (δείτε §4.3.1). Τα εν λόγω πλαίσια δεν λαμβάνουν υπόψη ότι, ενώ τα γνωστικά συστήματα ενδογενώς κατασκευάζουν τις διάφορες κατατάξεις του περιβάλλοντος, οι κατατάξεις αυτές μπορεί να είναι λανθασμένες. Σε αυτή την

³⁴ Όπως αναφέρθηκε στην §2.6.5 το σύστημα οφείλει πάντα να μπορεί να ελέγξει την καταλληλότητα της λειτουργικότητάς του, και επομένως, υπό αυτό το πρίσμα, οι αναπαραστάσεις είναι πάντα απαραίτητες.

περίπτωση το σύστημα μπορεί να μην καταφέρει να εκπληρώσει τον πρωταρχικό σκοπό της επιβίωσης.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση κατά την οποία, ένας πίθηκος 'κατασκευάζει' (εσωτερικά σε αυτόν) ένα άγριο σαρκοφάγο ως ένα μεγάλο σύμπλεγμα από μπανάνες, ο πίθηκος δεν θα καταφέρει να επιβιώσει για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σε αυτή την περίπτωση το ερέθισμα του σαρκοφάγου ζώου προκαλεί λάθος *αναπαραγωγή* στον πίθηκο και η αντίστοιχη *κατάταξη* κρίνεται ως εσφαλμένη. Υπό αυτή την έννοια, σε ένα εξελικτικό και πραγματικό (δείτε §2.1.2) πλαίσιο ανάλυσης της γνωστικής διεργασίας, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι, ο πίθηκος έχει κατασκευάσει μια *αναπαράσταση* του λιονταριού, μόνο που στη συγκεκριμένη περίπτωση έχει *εσφαλμένα αναπαραστήσει* το περιβάλλον του. Αντίστοιχα, βάσει της ανάλυσης της §4.3.2, θα μπορούσε κανείς να μιλήσει για την κατασκευή από τον βάτραχο (δείτε §4.3.1.1) μιας αναπαράστασης της μύγας, προσδιορισμένη σε όλο το νευρικό σύστημα του βατράχου και ειδικότερα, στην οργάνωση του νευρικού του συστήματος (που έρχεται σαν αποτέλεσμα της αντίδρασης του βατράχου) μετά την εμφάνιση του αντίστοιχου ερεθίσματος.

Αν και αυτού του είδους η αλλαγή στην οπτική της ΕΓΔ και της ΘΔΣ άργησε να γίνει αποδεκτή, οι αντίστοιχοι ερευνητές κατέληξαν στην ανάγκη ύπαρξης αναπαραστάσεων. Συγκεκριμένα, άρχισε να γίνεται κατανοητό το γεγονός ότι οι εντελώς *ad hoc* και άμεσες λύσεις τύπου *ερέθισμα-αντίδραση* μπορεί να λύνουν προβλήματα πολύ χαμηλού γνωστικού επιπέδου (τα οποία είναι κατάλληλα για την συμπεριφορά των ρομπότ σε πολύ απλουστευμένα περιβάλλοντα), αλλά δεν επαρκούν σε λίγο πιο πολύπλοκες περιπτώσεις. Ο Kirsh (1991) χαρακτηριστικά σημειώνει ότι όσο οι διάφορες εργασίες στις οποίες εμπλέκεται ο πράκτορας γίνονται πιο πολύπλοκες, η ανάγκη θεώρησης εσωτερικών καταστάσεων που μεταφέρουν πληροφορία αναφορικά με το περιβάλλον γίνεται ολοένα και πιο αναπόφευκτη. Η αλλαγή στάσης σχετικά με την ανάγκη θεώρησης της έννοια της αναπαράστασης ενδυναμώνεται από πολλούς ερευνητές όπως οι Brooks (1995), Bickhard (1998; 2001), Clark & Wheeler (1998), Calabretta & colleagues (1998), Scheier & Pfeifer (1998), και Tani & Nolfi (1998), οι οποίοι αρχίζουν να αναγνωρίζουν ότι, ακόμη και σε πολύ απλές καταστάσεις, εντοπίζονται, στους διάφορους πειραματικούς τεχνητούς πράκτορες, μεμονωμένες μονάδες που δρουν σαν αναπαραστάσεις που παρεμβάλλονται *διαμεσολαβητικά* στην αλληλεπίδραση του πράκτορα με το περιβάλλον του.

Επιπροσθέτως, αναγνωρίζουν την χρησιμότητα των αναπαραστάσεων στην εξήγηση και μοντελοποίηση της διαμεσολάβησης (υπό την έννοια της διεκπεραίωσης), ακόμη και των πιο απλών εκ προθέσεως συμπεριφορών, αλλά υποστηρίζουν την ανάγκη διαφοροποίησης του τύπου των αναπαραστάσεων από την κλασσική τους μορφή. Οι παραδοχές αυτές είναι εντελώς απαγορευμένες για τη γενικότερη προσέγγιση του κονστρουκτιβισμού. Το βασικό επιχείρημα είναι ότι συνεπάγονται την μεταφορά πληροφορίας από το περιβάλλον προς το σύστημα, ενώ στο εν λόγω πλαίσιο η πληροφορία δεν έχει οντολογική υπόσταση, αλλά είναι μια έννοια που κατασκευάζεται από τον εξωτερικό παρατηρητή και εν συνεχεία αποδίδεται ως ιδιότητα στον γνωστικό πράκτορα (δείτε π.χ. von Glasersfeld, 1995; Riegler, 2001a; 2001b).

Δυστυχώς ή ευτυχώς, όπως αναλύθηκε παραπάνω, τα 'αναπαραστασιακά πεινασμένα' φαινόμενα πληθαίνουν και οι αναπαραστάσεις κρίνονται απαραίτητες. Οι Clark & Toribio (1994) υποστηρίζουν ότι τα αναπαραστασιακά πεινασμένα φαινόμενα απαιτούν αναπαραστασιακές οντότητες εσωτερικά του συστήματος για την *ανίχνευση* των σχετικών καταστάσεων πραγμάτων. Οι Bickhard & Terveen (1995) υποστηρίζουν ότι αυτού του είδους οι αναπαραστάσεις δεν ταυτίζονται με την κλασσική έννοια των αναπαραστάσεων και επομένως, η κατά τα άλλα απαραίτητη ανίχνευση δεν μπορεί να υποστηριχτεί/υλοποιηθεί από ένα σύνολο διακριτών και συντακτικών συμβόλων, ανεξαρτήτως μεγέθους του συνόλου. Ουσιαστικά, οι Bickhard και Terveen *παράλληλίζονται* με την κονστρουκτιβιστική απόρριψη μιας αναπαράστασης βασισμένη στην μεταφορά πληροφορίας.

Οι Moreno, Umerez & Ibanez (1997) επισημαίνουν ότι, διαφωνίες όπως η παραπάνω είναι πολύ συνηθισμένες στο χώρο της γνωστικής επιστήμης και οι περισσότερες ξεκινούν από μια σύγχυση γύρω από την ακριβή έννοια της αναπαράστασης. Συγκεκριμένα, αναφέρουν ότι παρόλη την ποικιλία των επεξηγήσεων σχετικά με την έννοια της αναπαράστασης, σχεδόν όλοι συναινούν

γύρω από έναν γενικό ορισμό που πρότεινε ο Haugeland (1991). Βάσει αυτού του ορισμού, η αναπαράσταση είναι ένα σύνολο πληροφοριακών εσωτερικών καταστάσεων, το οποίο διατηρεί μια αναφορική σχέση προς συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος, τα οποία δεν είναι απαραίτητα παρόντα (στην εκάστοτε αλληλεπίδραση) και τα οποία διαμορφώνουν ένα γενικό σχήμα που συστηματικά παράγει μια μεγάλη ποικιλία συσχετιζόμενων καταστάσεων, αναπαραστασιακής επίσης φύσης. Οι περισσότερες αντιρρήσεις και διαφωνίες σχετικά με την θεώρηση της έννοιας της αναπαράστασης από τον Haugeland πηγάζουν από την αναφορά του σε εσωτερικές πληροφοριακές καταστάσεις, ο ρόλος και η λειτουργία των οποίων παρεξηγείται λόγω του αφηρημένου και πλήρως απενσωματωμένου χαρακτήρα της.

Αλλά αυτό δεν είναι καθόλου αναγκαίο. Εάν το παράδειγμα με τον πίθηκο εξεταστεί σε ένα πραγματιστικό πλαίσιο σκέψης, η εσωτερικά κατασκευασμένη αναπαράσταση/κατάταξη δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ως μεταφορά οντολογικής πληροφορίας από το περιβάλλον προς τον πίθηκο. Όσο η εσωτερική ανά-κατασκευή και αναπαραγωγή του σαρκοφάγου ζώου από τον πίθηκο, επιτρέπει την επιβίωση του τελευταίου, η συγκεκριμένη κατάταξη θεωρείται ως αναπαράσταση της χωροχρονικά κείμενης αλληλεπίδρασης του πιθήκου με το περιβάλλον του. Αυτού του είδους η διάκριση μπορεί να πραγματοποιηθεί (υπό την έννοια της εσωτερικής κατασκευής) χωρίς την ανάγκη αποκλειστικής και πλήρους πρόσβασης στο περιβάλλον και αποτελεί αναδυόμενη αναπαράσταση με εσωτερικά αναγνωρίσιμες επιπτώσεις. Συγκεκριμένα, οι αναφορικές καταστάσεις στο εσωτερικό του συστήματος θα πρέπει να θεωρηθούν ως χωροχρονικά κείμενες (situated) στο πλαίσιο δράσης (context) των διαμορφούμενων δομών, έτσι όπως αυτές παράγονται μέσω της λειτουργικής/οργανωσιακής κλειστότητας του συστήματος. Οι διαμορφούμενες δομές αποτελούν αναπαραστάσεις του συστήματος και ο λειτουργικός τους ρόλος επιβεβαιώνει την καταλυτική δράση των αναπαραστάσεων στον συσχετισμό της συμπεριφοράς του συστήματος με την υποκείμενη οργάνωση.

Ειδικότερα, οι ενδό-διαμορφούμενες δομές καθορίζουν την εκ προθέσεως και σκόπιμη συμπεριφορά ενός συστήματος βάσει της ποικιλίας μορφών οργάνωσης που μπορούν να υποστηρίξουν στην αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον του. Υπό αυτή την έννοια, η εκάστοτε ενδό-διαμόρφωση (in-formation) αποτελεί πληροφορία του συστήματος αναφορικά με μια κατάσταση πραγμάτων, εφόσον πλήρως φέρει τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης του συστήματος, δηλαδή, το σημασιολογικό/πραγματικό περιεχόμενο ή αλλιώς το νόημα του συστήματος αναφορικά με μια συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων. Ως εκ τούτου, η οποιαδήποτε αντίδραση σε οποιοδήποτε εξωτερικό ερέθισμα/παρενόχληση στην πορεία της αλληλεπίδρασης ενός συστήματος με το περιβάλλον είναι αποτέλεσμα ενδογενούς ερμηνείας, υπό την έννοια ότι, αξιώνει (προκαλεί και συνεπάγεται) την ενδό-διαμόρφωση των δομών του συστήματος και επομένως την κατασκευή καινούργιου ή τη χρήση υπάρχοντος νοήματος και ταυτόχρονα πληροφορίας για την εκ προθέσεως συνέχιση της αλληλεπίδρασης.

Η παραπάνω αναλυτική περιγραφή της έννοιας της αναπαράστασης συνεπάγεται ένα είδος πληροφορίας, το οποίο κατασκευάζεται ενδογενώς του συστήματος και δεν έχει κανένα κοινό σημείο με τη θεώρηση της πληροφορίας ως οντότητα που μεταφέρεται ή επικοινωνείται μεταξύ συστημάτων μέσω συγκεκριμένων και προαποφασισμένων κωδικοποιήσεων (δείτε §2.1.1 και §2.6.1). Ο συγκεκριμένος ορισμός υποθέτει την ύπαρξη μη-καθολικών, μη-αλγοριθμικών αναπαραστάσεων. Το σύστημα και το περιβάλλον αντιμετωπίζονται ως ένα σύνολο (ολότητα) και οι αναπαραστάσεις θεωρούνται ως μια αναδυόμενη και σε καμία περίπτωση προκαθορισμένη ιδιότητα του συστήματος. Ως εκ τούτου, οι εν λόγω αναπαραστάσεις δύναται να περιγραφούν μόνο στο πλαίσιο δράσης της ενσωματωμένης συμπεριφοράς του συστήματος στο περιβάλλον του. Αντίστοιχα, κάθε αναπαραστασιακώς λειτουργική οργάνωση του συστήματος είναι ένα αναδυόμενο κατασκεύασμα της ενσωματωμένης αλληλεπίδρασης του συστήματος με το περιβάλλον.

Η προτεινόμενη προσέγγιση στο πολύπλοκο πρόβλημα της αναπαράστασης επηρεάζει τον τρόπο που κατανοεί κανείς τη σχέση μεταξύ των εννοιών της πρόθεσης (intentionality) και της πληροφορίας. Από την παραπάνω περιγραφή είναι φανερό ότι επί της αρχής, υποστηρίζεται ένας αναπαραστασιακά πληροφοριακός ορισμός της αναπαράστασης, κατά την οποία, η φύση του αναπαραστασιακού οχήματος (και επομένως, το είδος και ο βαθμός ενσωμάτωσής της) βασίζεται

στην ικανότητά της να μεταφέρει (υπό την έννοια της ποικιλίας της λειτουργικότητας που υποστηρίζει) πληροφορία (σημασιολογικό/πραγματικό περιεχόμενο – νόημα) αναφορικά με μια κατάσταση του περιβάλλοντος.

Ωστόσο, αυτού του είδους η προσέγγιση μπορεί να δώσει την εντύπωση ότι η έννοια της πρόθεσης μπορεί να αναχθεί στην επεξεργασία αναπαραστάσεων ή με άλλα λόγια, ότι οι αναπαραστάσεις είναι υπό μία έννοια οι ατομικές μονάδες της πρόθεσης και όταν συγκεντρωθούν αρκετές από αυτές τις μονάδες παράγεται *αναφορικότητα (aboutness)*. Αυτό παύει να ισχύει εάν κανείς θεωρήσει τις αναπαραστάσεις του συστήματος ως αναδυόμενες της συμπεριφοράς του. Η πληροφορία αποκτά αιτιώδη ιδιότητα μόνο στο πλαίσιο δράσης μιας εκ προθέσεως συμπεριφοράς. Έτσι, η αναφορικότητα δεν κατευθύνεται από κάτω-προς-τα-πάνω, δηλαδή, από τις αναπαραστάσεις που μεταφέρουν πληροφορία στις εκ προθέσεως συμπεριφορές. Αντίθετα, ακολουθεί τον δρόμο της εναπόθεσης από πάνω-προς-τα-κάτω. Ο εντοπισμός (μέσω ενός παρατηρητή) ενός δομικού συμπλέγματος (σε ένα σύστημα) που μεταφέρει πληροφορία αναφορικά με μια εξωτερική κατάσταση πραγμάτων δεν συνεπάγεται την ύπαρξη αναπαραστάσης, παρά μόνο στην περίπτωση που η συγκεκριμένη πληροφορία παίζει έναν αιτιώδη ρόλο στη συμπεριφορά του συστήματος. Οι αναπαραστάσεις δεν θεωρούνται ως τα στοιχειώδη σωματίδια της πρόθεσης, τα οποία εάν συγκεντρωθούν θα παράγουν νοημοσύνη, αλλά ως οι διαρκώς καθοριζόμενες (μέσω συνεχών διαμορφώσεων) ιδιότητες ενός συστήματος που έχει την ικανότητα να δράσει εκ προθέσεως.

Επομένως, μια συμπεριφορά θεωρείται *εκ προθέσεως (intentional)* αν και μόνο εάν *διευθετείται* μέσω *αναπαραστάσεων*, ενώ, ένας *μεταφορέας πληροφορίας* θεωρείται ως αναπαραστάση αν παίζει σημαντικό ρόλο στην *εκ προθέσεως συμπεριφορά του συστήματος*. Το παραπάνω μπορεί να ακούγεται κυκλικό, αλλά είναι η έμμεση απόρροια της αυτό-αναφορικής φύσης μιας νατουραλιστικά αναδυόμενης και όχι αναγώγιμης ιδιότητας. Συγκεκριμένα, όπως επισημάνθηκε στην §4.1, η αναγωγή της περιγραφής μιας εκ προθέσεως συμπεριφοράς συνεπάγεται την επίδειξη της παραγωγής της από ένα σύνολο ανεξάρτητων καταστάσεων χαμηλότερου επιπέδου. Αντιθέτως, η νατουραλιστική περιγραφή μιας πρόθεσης συνεπάγεται την επίδειξη της συστημικής της σχέσης με τις καταστάσεις του αμέσως χαμηλότερου επιπέδου. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η νατουραλιστική απόδοση μιας ιδιότητας συνεπάγεται την αναγωγή της, εκτός εάν το χαμηλότερο επίπεδο είναι επίσης εξαρτώμενο από το υψηλότερο (δείτε §4.1.3 και §4.1.4).

Η συγκεκριμένη υπόδειξη για τη θεώρηση του προτεινόμενου είδους αναπαραστάσεων έχει πρωταρχικό ρόλο στην οδήγηση της ένσκοπης και εκ προθέσεως αλληλεπίδρασης του γνωστικού συστήματος με το περιβάλλον του. Επομένως, η αναζήτηση ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάλυσης, υποστήριξης και εξήγησης της δημιουργίας και της εξέλιξης του νοήματος και του αντίστοιχου γνωστικού συστήματος, στο εύρος της βιολογικής έως της κοινωνικής του δράσης, μετατρέπεται στην ανάγκη θεωρητικής εδραίωσης ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάδυσης του προαναφερθέντος τύπου αναπαραστάσεων, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στον λειτουργικά ενσωματωμένο και αλληλεπιδραστικό τους χαρακτήρα.

4.3.4 Ένα Χαρακτηριστικό Παράδειγμα Δυσκολίας του Αναγκαστικού Υπολογισμού του Νοήματος

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, τα πλαίσια, τα οποία κριτικά παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, έχουν ως βασικό σκοπό την μελέτη και ανάλυση της παραγωγής του νοήματος στην αλληλεπίδραση του γνωστικού συστήματος, στόχος ο οποίος καλύπτει ένα μεγάλο πεδίο εφαρμογών που σχετίζεται κυρίως είτε με τη θεωρητική προαγωγή του θέματος είτε με τη μοντελοποίηση παρόμοιων φαινομένων είτε με την υπόδειξη προδιαγραφών, προϋποθέσεων και προαπαιτήσεων σχετικά με τη σχεδίαση αντίστοιχων τεχνητών συστημάτων και περιβαλλόντων. Από την ανάλυση που έχει γίνει μέχρι στιγμής, είναι προφανές ότι, σε καμία περίπτωση δεν επιδιώκεται η μέτρηση και ο αριθμητικός υπολογισμός του νοήματος. Αυτό το αποκλείει το περιγραφικό πολύπλοκο του θέματος (ακόμη και η πιο απλή αριθμητική προσέγγιση του απλούστερου γνωστικού φαινομένου απαιτεί την αυτό-αναφορική εφαρμογή μη-γραμμικών

εξισώσεων), αλλά, το σημαντικότερο εμπόδιο είναι ότι ο υπολογισμός του νοήματος αποκλείεται από την ίδια τη φύση του γνωστικού φαινομένου (δείτε §3.3).

Παρόλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις όπου ζητείται η σύγκριση μεταξύ των νοημάτων δύο ή περισσότερων γνωστικών συστημάτων. Μια τέτοια σύγκριση απαιτεί η επίλυση του προβλήματος της δίκαιης ψηφιακής υπογραφής, όταν δύο γνωστικοί πράκτορες καλούνται να επικοινωνήσουν μέσω ενός ψηφιακού εγγράφου, το οποίο ο ένας πρέπει να υπογράψει και ο άλλος να επαληθεύσει. Αν και εκ πρώτης όψεως θεωρεί κανείς ότι ο γνωστικός πράκτορας υπογράφει το συντακτικό επίπεδο του κειμένου, στην ουσία η υπογραφή επιβεβαιώνει το νόημα του κειμένου μέσω του οποίου ο υπογράφων (*signer*) και ο αποδέκτης και επικυρωτής (*relying party*) του υπογεγραμμένου κειμένου, προσπαθούν να επικοινωνήσουν. Στα πλαίσια δράσης εκτός των υπολογιστικών πληροφοριακών συστημάτων, τις περισσότερες φορές, η επικύρωση της υπογραφής στο συντακτικό επίπεδο, αλλά και η ουσιαστική (πρακτικά πραγματική) ερμηνεία του κειμένου που επρόκειτο να υπογραφεί, γίνεται από τον συμβολαιογράφο, ένα τρίτο πρόσωπο κοινής εμπιστοσύνης, ο οποίος φέρει την ιδιότητα (στην ιδεατή περίπτωση) μιας *έμπιστης τρίτης οντότητας* (*trusted third party*).

Αν κανείς υποθέσει την παραπάνω ανάλυση σχετικά με τον εσωτερικό χαρακτήρα της κατασκευής και ανάδυσης του νοήματος (και της σχετικής πληροφορίας) σε ένα γνωστικό σύστημα, είναι προφανές ότι το πρόβλημα της υπογραφής παρουσιάζει ένα λογικό όριο το οποίο επιβάλλεται από την απροσδιοριστία και την επαναλαμβανόμενη αναδρομικότητα της επικοινωνίας, από τη στιγμή που δεν υπάρχει τρόπος άμεσης πρόσβασης στα στοιχεία (νόημα) τα οποία επικοινωνούνται μεταξύ δύο ένσκοπων γνωστικών συστημάτων (όπως αναλυτικά θα παρουσιαστεί στο Κεφ. 6). Ως εκ τούτου, ούτε ο συμβολαιογράφος είναι σε θέση να δώσει μια πλήρη εξήγηση του νοήματος, το οποίο επιχειρεί να επικοινωνήσει ο υπογράφων στον επικυρωτή και επομένως το πρόβλημα απαιτεί την ύπαρξη άπειρων συμβολαιογράφων.

Παρόλα αυτά οι άνθρωποι συνεχίζουν να συνδιαλέγονται μέσω υπογεγραμμένων κειμένων και τα οποιαδήποτε προβλήματα επιλύονται στα δικαστήρια τα οποία, βασίζονται στο νομικό σύστημα και τις δομές του για την 'αντικειμενική' επίλυση της επικοινωνιακής απροσδιοριστίας. Στην περίπτωση της οποιασδήποτε ενυπόγραφης συνδιαλλαγής στο πλαίσιο των πληροφοριακών συστημάτων, οι αρμοδιότητες της έμπιστης τρίτης οντότητας δεν είναι τόσο προηγμένες και περιορίζονται στον γενικότερο έλεγχο του συντακτικού επιπέδου της επικοινωνίας (Chadwick & Basden, 2001; Sulin, 2001; Lekkas, 2003), χωρίς βέβαια να εκλείπουν αρκετά σημαντικά προβλήματα (Arnellos & colleagues 2005; Lekkas & colleagues, 2005).

Το πρόβλημα όμως που αφορά στην αμοιβαία επικύρωση του νοήματος των εμπλεκόμενων μερών, έτσι ώστε να προστατευθούν από οποιαδήποτε παρανόηση με πρακτικές επεκτάσεις, είναι αρκετά πιο πολύπλοκο. Γενικότερα, και δεδομένου ότι η συγκεκριμένη περίπτωση δεν επιδέχεται μια *εκ των έσω αναλυτική αντιμετώπιση*, αρχικά, θα μπορούσε κανείς να υποθέσει ότι, είτε το πρόβλημα εξετάζεται από μια ρασιοναλιστική και κογνιτιστική οπτική είτε από μια φαινομενολογική πλευρά, σε κάθε στιγμή της αλληλεπίδρασης, ένα γνωστικό σύστημα βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη λειτουργική κατάσταση. Η κατάσταση αυτή είναι το αποτέλεσμα της ιστορίας των αλληλεπιδράσεων του γνωστικού συστήματος με το περιβάλλον του. Οποιοσδήποτε αν είναι ο δομικός τύπος αυτής της κατάστασης (δηλαδή μπορεί να είναι μια διακριτή και προκαθορισμένη κατάσταση ή μία κατάσταση ορισμένη ως μια αναδύομενη ιδιότητα μέσω μια διεργασίας αυτό-οργάνωσης κτλ.), μπορεί να γίνει η υπόθεση, ότι η κατάσταση αυτή παίζει τον ρόλο της αναπαράστασης. Στο συγκεκριμένο πρόβλημα, δεν χρειάζεται κανείς να γνωρίζει την ακριβή φύση των εν λόγω αναπαραστάσεων. Αρκεί κανείς να γνωρίζει ότι, *οι αναπαραστάσεις των γνωστικών συστημάτων χρησιμοποιούνται προκειμένου το σύστημα να μπορέσει να συσχετίσει τη συμπεριφορά του με μια εξωτερική (και αρκετά απόμακρη) κατάσταση πραγμάτων*.

Όπως αναλυτικά περιγράφηκε παραπάνω, η αναπαράσταση είναι συνδεδεμένη με τον κόσμο του γνωστικού συστήματος βάσει του περιεχομένου που φέρει για συγκεκριμένες καταστάσεις πραγμάτων. Επίσης, οι αναπαραστάσεις δεν είναι περιγραφές των εξωτερικών καταστάσεων, αλλά ποικίλες και πολύπλοκες πληροφοριακές δομές που επιδεικνύουν τα είδη των σχέσεων

(πεποιθήση, επιθυμία, φόβος κτλ.) και τους πιθανούς τρόπους που μπορούν να επιτευχθεί τέτοιες σχέσεις μεταξύ του γνωστικού συστήματος και των αντίστοιχων καταστάσεων πραγμάτων. Με άλλα λόγια, το αναπαραστασιακό περιεχόμενο είναι το νόημα του συστήματος σχετικά με την κατάσταση πραγμάτων.

Επιπροσθέτως, προκειμένου οι νοηματικές δομές να παίξουν κάποιο ρόλο στην αλληλεπίδραση του συστήματος με τη συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων, θα πρέπει να υπάρξει κάποιο είδος εξωτερικής πρόκλησης (ερεθίσματος/παρενόχλησης), μέσω του οποίου θα επιλεγούν (με την γενικότερη έννοια του όρου). Η απάντηση στο ερώτημα, αν η συγκεκριμένη επιλογή είναι, είτε μια καθαρή απόδοση μιας διακριτής τιμής μέσω ενός πολύ συγκεκριμένου συστήματος εισόδου/εξόδου είτε μια γενικότερη παρενόχληση που καταλήγει στην ανάδυση μιας υποκείμενης αναπαραστασιακής οργάνωσης που οδηγεί τη συμπεριφορά του συστήματος, δεν έχει καμία πρακτική σημασία στο συγκεκριμένο πρόβλημα. Αρκεί κανείς να θεωρεί ότι θα πρέπει να υπάρχει μια οντότητα εξωτερικά του συστήματος που με κάποιο τρόπο σχετίζεται με την συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων που διεγείρει τις γνωστικές ικανότητες του συστήματος, με αποτέλεσμα τη διαμόρφωση καινούργιων αναπαραστασιακών δομών.

Με αυτόν τον τρόπο, δημιουργείται ενδογενώς του συστήματος καινούργια πληροφορία σχετικά με μια κατάσταση πραγμάτων. Επίσης, το σύστημα που έχει την ικανότητα να μεταχειρίζεται την καινούργια και ενδογενώς κατασκευασμένη σε αυτό πληροφορία προκειμένου να κατευθύνεται και να αλληλεπιδρά με μια συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων, θεωρείται ότι επιδεικνύει την ιδιότητα της πρόθεσης, όσον αφορά τη εν λόγω κατάσταση πραγμάτων. Η παραπάνω ανάλυση θα εφαρμοστεί στο πλαίσιο της επικοινωνίας του υπογράφοντα με το επικυρωτή προκειμένου να δώσει μια όσο το δυνατόν πληρέστερη, *εκ των έσω*, ανάλυση του προβλήματος.

Συγκεκριμένα, τα δύο μέρη της επικοινωνίας θεωρούνται ως γνωστικά συστήματα. Ο υπογράφων προτίθεται με συγκεκριμένο τρόπο για μια κατάσταση πραγμάτων. Η εκ προθέσεως στάση του παρέχει στον υπογράφοντα ένα νόημα για τη συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων. Ο υπογράφων αντιμετωπίζει αυτό το νόημα ως πληροφορία σχετικά με τη συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων και επιθυμεί να επικοινωνήσει το νόημα στον επικυρωτή, έτσι ώστε ο τελευταίος να ενημερωθεί για τις προθέσεις του υπογράφοντα σχετικά με τη συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων. Ο υπογράφων δημιουργεί ένα συντακτικό στοιχείο (π.χ. ένα έγγραφο - κάποιος άλλος μπορεί να το δημιουργήσει για λογαριασμό του υπογράφοντα) στο οποίο προσπαθεί να εκφράσει τη σχετική πληροφορία. Στη συνέχεια, ο υπογράφων αλληλεπιδρά με (διαβάζοντας) το συντακτικό στοιχείο για να αποφασίσει εάν είναι κατάλληλο προκειμένου να εκφράσει (σε έναν βαθμό διαφορετικό για κάθε χρήστη) το νόμά του, δηλαδή, τον τρόπο που σχετίζει τη γνωστική του κατάσταση με τη συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων. Στην περίπτωση που ο υπογράφων είναι ικανοποιημένος με τη συγκεκριμένη έκφραση και επιθυμεί να επιβεβαιώσει ότι το αντίστοιχο συντακτικό στοιχείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή πληροφορίας σχετικά με την κατάσταση πραγμάτων, υπογράφει το έγγραφο.

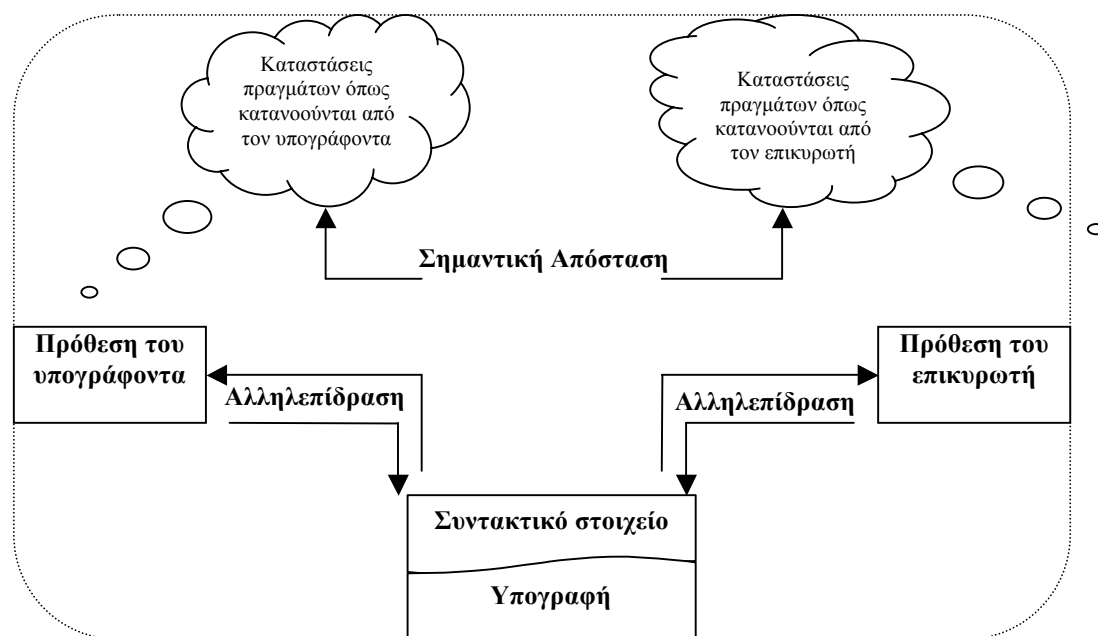
Σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνουν οι εξής παρατηρήσεις:

- ο υπογράφων υπογράφει το νόμά του που εκφράζεται από το συντακτικό στοιχείο και όχι το συντακτικό στοιχείο καθ' αυτό,
- το συντακτικό στοιχείο δεν φέρει κανένα νόημα από μόνο του, αλλά χρησιμοποιείται ως ερέθισμα από την αναπαραστασιακή δομή του υπογράφοντα με αποτέλεσμα να δημιουργείται ενδογενές νόημα σχετικά με την κατάσταση πραγμάτων.

Εάν ο υπογράφοντας συμπεράνει ότι αυτό το νόημα είναι σε συμφωνία με την πρόθεσή του σε σχέση με τη συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων, τότε συμπεραίνει ότι το συντακτικό στοιχείο είναι αξιόπιστο. Σε αυτή την περίπτωση, θεωρεί, δεδομένου ότι θέλει να επικοινωνήσει το σχετικό νόημα και ότι χρησιμοποιεί την ίδια (προσυμφωνημένη) συλλογή συμβόλων (αλφάβητο) αλλά και τους κανόνες διάταξής τους (συντακτικό) με τον επικυρωτή, ότι το συγκεκριμένο συντακτικό στοιχείο είναι ικανό να πληροφορήσει τον επικυρωτή, με τον ανάλογο τρόπο, για τη συγκεκριμένη περίπτωση.

Σε αυτό το σημείο θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί, λαμβάνοντας υπόψη την ομοιότητα (μέσα σε ένα αρκετά συγκεκριμένο εύρος τιμών) της υλικής υπόστασης μεταξύ του υπογράφοντα και του επικυρωτή, ότι τα ίδια ερεθίσματα (χρησιμοποιούν και οι δύο το ίδιο συντακτικό στοιχείο) θα έχουν ως αποτέλεσμα την ίδια πληροφορία. Σε αυτή την περίπτωση, προκειμένου να επιτευχθεί αξιόπιστη επικοινωνία, το μόνο που πρέπει να εξασφαλιστεί είναι η ακεραιότητα του συντακτικού στοιχείου. Το πρόβλημα είναι όμως αρκετά πιο πολύπλοκο. Όπως έχει αναλυτικά σημειωθεί σε προηγούμενες ενότητες, η ιστορία των αλληλεπιδράσεων ενός γνωστικού συστήματος παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση καινούργιων νοημάτων στην παρουσία περιβαλλοντικών παρενοχλήσεων. Αυτός είναι και ένας από τους βασικούς λόγους του γνωστού προβλήματος της αίσθησης και της αναφοράς (δείτε §1.4.1). Το νόημα που κατασκευάζεται σε ένα γνωστικό σύστημα όταν αλληλεπιδρά με ένα συγκεκριμένο συντακτικό στοιχείο σχετίζεται άμεσα με τον ρόλο που παίζει στη συνολική δραστηριότητα του συστήματος (πραγματική διάσταση της πληροφορίας). Επομένως, βασικό ρόλο παίζει ο τρόπος με τον οποίο ένα σύστημα αλληλεπιδρά με μια έννοια και όχι η ορολογική διάσταση που μεταφέρεται από το συντακτικό στοιχείο. Ως εκ τούτου, σε όλες σχεδόν τις αντίστοιχες περιπτώσεις, υπάρχει ένα εμπόδιο που παρενοχλεί την ταυτόσημη ερμηνεία του ίδιου συντακτικού στοιχείου από δύο ή περισσότερα γνωστικά συστήματα.

Από τη στιγμή που στο συγκεκριμένο πρόβλημα ο σκοπός είναι ο σημασιολογικός (σημαντικός – ουσιαστικός) συντονισμός του υπογράφοντα με τον επικυρωτή σε σχέση με μια συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων, το κοινό εργαλείο του συντονισμού (π.χ. το συντακτικό στοιχείο) θα πρέπει να έχει την ιδιότητα να επηρεάσει αξιόπιστα κάθε μέρος της επικοινωνίας σχετικά με την κατάσταση. Επομένως, η λειτουργικός ρόλος της υπογραφής είναι διττός, τόσο στο συντακτικό επίπεδο (ακεραιότητα του συντακτικού στοιχείου) όσο στο σημαντικό επίπεδο, στο οποίο λαμβάνει χώρα μια υποκειμενική επικύρωση του νοήματος, η με άλλα λόγια, ο υπογράφων και ο επικυρωτής επιβεβαιώνουν τη συμφωνία τους για μια κατάσταση πραγμάτων, ενώ στην πραγματικότητα διαφωνούν. Η απροσδιοριστία στη χρήση ενός συντακτικού στοιχείου για τον αξιόπιστο συντονισμό δύο ή περισσότερων γνωστικών συστημάτων αναφορικά με μια συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων απεικονίζεται θεωρητικά στο Σχ. 15.



Σχήμα 15. Σημαντική απόσταση μεταξύ υπογράφοντα και επικυρωτή.

Το πρόβλημα του σημασιολογικού συντονισμού του υπογράφοντα με τον επικυρωτή επικεντρώνεται στην *επικοινωνιακή αξιοπιστία* του συντακτικού στοιχείου, η οποία μπορεί να αποδοθεί σε δύο διαφορετικές αλλά αλληλοσυνδεόμενες διαστάσεις: στην *δομική αξιοπιστία*

(*structural reliability*) του συντακτικού στοιχείου και στην *αξιοπιστία του λεκτικού περιεχομένου* (*lexical content reliability*) του συντακτικού στοιχείου (Arnellos & colleagues 2005; Arnellos & colleagues, submitted). Αφήνοντας εκτός της συγκεκριμένη ανάλυσης την εξέταση της αξιοπιστίας του λεκτικού περιεχομένου του συντακτικού στοιχείου, ως ένα γενικότερο θέμα της έλλογης και ιδιαίτερα της ανθρώπινης επικοινωνίας, φαίνεται ότι *η δομική αξιοπιστία του συντακτικού στοιχείου υπεισέρχεται ως προς δύο στόχους:*

- a).* ως προς τα δομικά χαρακτηριστικά του σε σχέση με την ικανότητά του να μεταφέρει τις επιλογές του υπογράφοντα στον επικυρωτή, με τρόπο συμβατό με την ικανότητα και των δύο μερών για εκ προθέσεως αλληλεπίδραση με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και
- b).* ως προς την ικανότητα της δομής του συντακτικού στοιχείου να αποκαταστήσει την πιθανή απώλεια της αξιοπιστίας του.

Για τις ανάγκες της παρούσας διατριβής, ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζεται η πρώτη περίπτωση. Η δεύτερη περίπτωση σε κάποιο σημείο σχετίζεται άμεσα με την πρώτη (για αυτό άλλωστε δεν έχει πλήρη λύση), αλλά αντιμετωπίζεται μέχρι του σημείου αυτού με τεχνικές λύσεις (Arnellos & colleagues, submitted).

Για την αντιμετώπιση της πρώτης περίπτωσης ζητείται λύση σχετικά με την αξιολόγηση της επιρροής τους συντακτικού στοιχείου στην διαμόρφωση του νοήματος των δύο μερών. Δεδομένης της απροσδιοριστίας της επικοινωνίας και της ανάλυσης που έχει προηγηθεί, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι, όσο μεγαλύτερη είναι η δομική ομοιότητα των συντακτικών στοιχείων με τα οποία αλληλεπιδρούν τα μέρη της επικοινωνίας, τόσο πιο παρόμοιες θα είναι οι ενδογενείς κατασκευές των αντίστοιχων νοηματικών δομών. Όμως, στο συγκεκριμένο πρόβλημα, ούτε αυτό αρκεί εάν δεν εξασφαλιστεί ότι, *τα δύο μέρη έχουν τουλάχιστον τη δυνατότητα να αξιοποιήσουν πλήρως (σε συντακτικό επίπεδο) το συντακτικό στοιχείο κατά την αλληλεπίδρασή τους μαζί του.*

Συγκεκριμένα, δεν αρκεί τα δύο μέρη να μπορούν απλώς να αλληλεπιδράσουν με το ίδιο συντακτικό στοιχείο, αλλά θα πρέπει να είναι σε θέση να μεταχειριστούν την πολυπλοκότητα του συντακτικού στοιχείου και επομένως, θα πρέπει να έχουν τη σχετική γνώση για να μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν όλα του τα χαρακτηριστικά. Μόνο σε αυτή την περίπτωση μπορεί κανείς να μιλήσει για συνθήκες κάτω από τις οποίες η εφαρμογή και η επικύρωση της υπογραφής είναι ισοτιμη και για τους δύο συμβαλλόμενους. Σε αυτή την περίπτωση εκκινούν την αλληλεπίδρασή τους με το συντακτικό στοιχείο από όσο τον δυνατόν πιο ισοδύναμη βάση και επομένως, έχουν μια όσο το δυνατόν πιο ισοδύναμη ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν εκ προθέσεως με το συντακτικό στοιχείο, έτσι ώστε να συντονιστούν σημασιολογικά προς μια κοινή κατάσταση πραγμάτων. Με αυτόν τον τρόπο, η μείωση της αναπόφευκτης σημαντικής διαφοράς θεωρείται η μεγαλύτερη δυνατή, σε αντίθεση με την περίπτωση όπου ένας εκ των συμβαλλόμενων τυγχάνει να μην έχει την απαραίτητη γνώση για να αξιοποιήσει πλήρως το συντακτικό στοιχείο.

Προκειμένου κανείς να συμπερασματολογήσει προς αυτή την κατεύθυνση θα πρέπει να εξασφαλίσει την καταλληλότητα των δομικών χαρακτηριστικών του συντακτικού στοιχείου που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί και από τα δύο μέρη της επικοινωνίας. Ωστόσο, στην §2.2.4.1 παρουσιάστηκε αναλυτικά η γενικότερη αδυναμία των σημερινών θεωριών σύνταξης να υποστηρίξουν μια ισχυρή σύνδεση μεταξύ του συντακτικού της ανθρώπινης γλώσσας και των σημασιολογικών περιεχομένων που παράγει. Επομένως, φαίνεται ότι το βασικό εμπόδιο στο πρόβλημα των ψηφιακών υπογραφών είναι ότι, *δεν μπορεί να υπάρξει άμεση και μετρήσιμη σύνδεση μεταξύ ενός συντακτικού στοιχείου με το οποίο αλληλεπιδρά ένα γνωστικό σύστημα και του γενικού σημασιολογικού περιεχομένου που κατασκευάζεται από αυτό.*

Αυτό που μένει κανείς να εξετάσει είναι ο τρόπος με τον οποίο τα δομικά χαρακτηριστικά ενός συντακτικού στοιχείου σχετίζονται με την πιθανή ποσότητα πληροφορίας που μπορεί να δημιουργηθεί από ένα γνωστικό σύστημα. Αυτός είναι ίσως ο μόνος τρόπος προκειμένου να μπορέσει κανείς να συμπερασματολογήσει ως προς την καταλληλότητα της χρήσης ενός συντακτικού στοιχείου από τα δύο μέρη της επικοινωνίας.

Πιο συγκεκριμένα, η πιο πλήρης *εκ των έξω αναλυτική αντιμετώπιση*, που επιδέχεται το συγκεκριμένο πρόβλημα, είναι η μέτρηση της δομικής αξιοπιστίας των κωδικοποιήσεων που απαρτίζουν το συντακτικό στοιχείο, και τίποτα παραπάνω. Οι κωδικοποιήσεις (υπό τη μορφή συντακτικού στοιχείου) παίζουν τον ρόλο παρενοχλήσεων, στο κατά τα άλλα αυτόνομο γνωστικό σύστημα, τόσο του υπογράφοντα όσο και του επικυρωτή. Προκειμένου να μπορέσουν να λειτουργήσουν ως παρενοχλήσεις, κωδικοποιούνται μέσω μιας προσυμφωνημένης σύμβασης (ενός πρωτοκόλλου), γνωστής εκατέρωθεν. Η τεχνική της μέτρησης των δομικών χαρακτηριστικών του συντακτικού στοιχείου, ως προς τη δυνατότητα να μεταφέρει τις επιλογές του υπογράφοντα στο επικυρωτή, παρέχεται από την εξαιρετικά περιορισμένη, για τις ανάγκες του συγκεκριμένου προβλήματος, θεωρία της συντακτικής πληροφορίας του Shannon (δείτε §2.1.2).

Αναλυτικότερα, σύμφωνα με την ανάλυση των (Arnellos & colleagues, submitted), η *πληροφοριακή δυναμικότητα (informativeness)* ενός συντακτικού στοιχείου θεωρείται ως το μέτρο του μέσου όρου της δομής του. Συνεπώς, όσο πιο απρόσμενος είναι ο ερχομός ενός συντακτικού στοιχείου, τόσο πιο μεγάλη θα είναι η πληροφοριακή δυναμικότητά του και επομένως, τόσο μεγαλύτερος θα είναι ο μέσος όρος χωρητικότητας των δομικών του μονάδων (επί μέρους στοιχείων). Ανάλογος είναι και ο αριθμός των επιλογών του υπογράφοντα που μπορούν να μεταφερθούν στο επικυρωτή. Αυτός φαίνεται να είναι, προς το παρόν, ο μόνος τρόπος, προκειμένου να πλησιάσει ένας παρατηρητής μιας επικοινωνίας όσο το δυνατόν πιο κοντά στο νόημα που προσπαθεί να επικοινωνηθεί μεταξύ δύο γνωστικών συστημάτων.

Η συγκεκριμένη ανάλυση, και οι αντίστοιχες μετρήσεις για την επιλογή πρωτοκόλλου επικοινωνίας στο συντακτικό επίπεδο, βρίσκονται στα Arnellos & colleagues (2005; submitted), αλλά δεν απασχολούν την ανάλυση της παρούσας διατριβής. Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί από το παράδειγμα της αναζήτησης και του υπολογισμού του νοήματος στην περίπτωση των ψηφιακών υπογραφών είναι ότι, προς το παρόν, θα πρέπει να αποκλειστεί οποιαδήποτε σκέψη σχετικά με τη μέτρηση και τον εξωγενή εντοπισμό των νοημάτων ενός γνωστικού συστήματος.

Βέβαια, όταν το πρόβλημα είναι της φύσης του προβλήματος των ψηφιακών υπογραφών, ο προτεινόμενος τρόπος της εκ των έξω αναλυτικής προσέγγισης, φαίνεται ότι είναι η μόνη λύση. Ωστόσο, αν κανείς θέλει να αναζητήσει τη διερεύνηση της ανάδυσης του νοήματος σε ένα γνωστικό σύστημα, με σκοπό, τόσο τη βαθύτερη κατανόηση των λειτουργιών και των συμπεριφορών του συστήματος, όσο και την εκ μηδενός σχεδίαση αντίστοιχων συστημάτων, τότε θα πρέπει να αναζητήσει άλλες λύσεις και πλαίσια σκέψης, όπως αυτά του συστημικο-θεωρητικού πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και της αυτό-οργάνωσης, τα οποία επιχειρούν μια εκ των έσω αναδύμενη/κατασκευαστική προσέγγιση. Στο επόμενο κεφάλαιο, με βάση το συστημικο-θεωρητικό πλαίσιο, θα παρουσιαστεί ένα πιο ολοκληρωμένο πλαίσιο κατανόησης, ανάλυσης, εξήγησης και μοντελοποίησης της ανάδυσης του νοήματος και της γνωστικής διεργασίας.

4.4 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο αρχικά, εξετάστηκαν αναλυτικά δύο χαρακτηριστικές ιδιότητες που φέρνουν μαζί τους τα συστημικό-θεωρητικά πλαίσια της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και της αυτό-οργάνωσης, αυτές της ανάδυσης και της ενσωμάτωσης. Στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου, οι διάφορες μορφές/τύποι ανάδυσης εξετάστηκαν ως προς την ικανοποίηση της νατουραλιστικής προϋπόθεσης και ειδικότερα, ως προς την υποστήριξη και δικαιολόγηση της ολιστικής φύσης των γνωστικών συστημάτων, της ακαταλληλότητάς τους να υπόκεινται σε αναγωγική μελέτη, της μη-προβλεψιμότητας των αναδύμενων γνωστικών φαινομένων και της πραγματικά αιτιώδους και μη-επιφαινομενικής φύσης της λειτουργίας τους.

Η μορφή της ασθενούς ανάδυσης απορρίφθηκε λόγω της κατάληξής της σε επιφαινόμενα, ενώ η διαχρονική ανάδυση απορρίφθηκε λόγω μη-χρησιμότητας για την εκπλήρωση των προαναφερθέντων χαρακτηριστικών. Έτσι, υιοθετήθηκε ένας τύπος οργάνωσης που διέπεται από

τη μη-αναγωγικότητα των συστημικών ιδιοτήτων λόγω της μη-συμπερασματολόγησής τους από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων τους, καθώς επίσης από την κατερχόμενη σχέση αιτίου-αιτιατού, υπό την έννοια της κατερχόμενης μορφικής/τυπικής επεξήγησης. Η έννοια/ιδιότητα της συνοχής εισήχθη για να συνδέσει το επιλεγόμενο είδος της ανάδυσης με αυτό της ΚΣΑΑ. Η εισαγωγή της έννοιας/ιδιότητας της συνοχής κρίνεται άκρως απαραίτητη, προκειμένου να μπορέσει να εδραιωθεί η θεώρηση μιας γνήσιας ανάδυσης και επομένως, μιας πραγματικά νατουραλιστικής περιγραφής. Αναλυτικότερα, η νατουραλιστική περιγραφή ενός αναδύομενου φαινομένου, συνεπάγεται την επίδειξη της συστημικής του σχέσης με τις καταστάσεις του αμέσως χαμηλότερου επιπέδου. Ως εκ τούτου, η νατουραλιστική απόδοση μιας ιδιότητας συνεπάγεται την αναγωγή της, εκτός εάν το χαμηλότερο επίπεδο είναι επίσης εξαρτώμενο από το υψηλότερο, η με άλλα λόγια, εκτός εάν η αναδύομενη ιδιότητα αντιστοιχεί σε μια καινούργια και ξεχωριστή λειτουργική οργάνωση του συστήματος.

Το περιβάλλον και ο ρόλος του στις μορφές των αναλογικά- και ψηφιακά-οδηγημένων αναδύσεων συμπλήρωσε τα χαρακτηριστικά στοιχεία του γενικότερου τύπου της νατουραλιστικής ανάδυσης των γνωστικών φαινομένων, το οποίο θα υιοθετηθεί από το προτεινόμενο πλαίσιο. Το πρώτο μέρος του κεφαλαίου κλείνει με μια κριτική σχετικά με τη λειτουργικότητα που συναντάται στα κλασσικά/κογνιτιβιστικά και τα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια ανάλυσης και μοντελοποίησης της γνωστικής διεργασίας. Η κριτική αυτή συμπλήρωσε τα αρνητικά συμπεράσματα που διατυπώθηκαν στο Κεφ. 2 σχετικά με σημαντικές πτυχές της γνωστικής διεργασίας και του νοήματος, τις οποίες τα παραπάνω πλαίσια αδυνατούν να εξηγήσουν, να δικαιολογήσουν και να υποστηρίξουν. Υποστηρίχθηκε ότι τα εν λόγω πλαίσια παρουσιάζουν επίσης, επιφαινομενική λειτουργικότητα και επομένως, δεν έχουν την ικανότητα υποστήριξης, εξήγησης και μοντελοποίησης μιας πραγματικά νατουραλιστικής και κανονιστικής λειτουργικής οργάνωσης ενός γνωστικού συστήματος.

Στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου εξετάστηκε η έννοια/ιδιότητα της ενσωμάτωσης, η οποία, όπως παρουσιάστηκε, έχει παίξει τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη μελέτη της γνωστικής διεργασίας αναγνωρίζοντας πολλά προβλήματα των κλασσικών γνωστικών προσεγγίσεων και ανοίγοντας τον δρόμο σε καινούργιες οπτικές στη γενικότερη μελέτη της νόησης. Συγκεκριμένα, υποστηρίχθηκε ότι αν κανείς λάβει σοβαρά υπόψη την ιδιότητα της ενσωμάτωσης, τότε η νόηση θεωρείται ως μια διεργασία, της οποίας η ανάπτυξη και η υλοποίηση δεν μπορούν να διαχωριστούν από τις ενσωματωμένες αλληλεπιδραστικές διεργασίες στις οποίες κείται χωροχρονικά. Ως εκ τούτου, μια νατουραλιστική προσέγγιση στη γνωστική διεργασία, υποθέτει μια διαλεκτική μεταξύ ανεξαρτησίας και δομικής σύζευξης, δηλαδή μια αλληλεπιδραστική κατασκευή του νοήματος και της συμπεριφοράς του γνωστικού συστήματος, στην οποία, η ενσωμάτωση και η χωροχρονική εξάρτηση λαμβάνονται ως σημαντικές ιδιότητες της νόησης. Ο βαθμός της προαναφερθείσας ανεξαρτησίας δεν είναι απόλυτος και προκαθορισμένος, αλλά φαίνεται να εξαρτάται άμεσα από το είδος της ενσωμάτωσης (υπολογιστική, δομική, ιστορική/φυσική, οργανισμική) και να αναπτύσσεται μέσα από τη διαρκή αλληλεπίδραση του ενσωματωμένου συστήματος με το περιβάλλον. Επιπροσθέτως, οι διάφορες έννοιες της ΕΓΔ, αντίθετα με τα κογνιτιβιστικά πλαίσια, εισάγουν περιορισμούς αναφορικά με το χώρο και τον χρόνο της αλληλεπίδρασης. Οι περιορισμοί αυτοί κρίνονται αναγκαίοι για την παραγωγή της κατάλληλης γνωστικής συμπεριφοράς.

Στο τρίτο μέρος του κεφαλαίου εξετάζεται η χρησιμότητα και ο ρόλος της έννοιας της αναπαράστασης στη γνωστική διεργασία και κατ' επέκταση στην ανάδυση του νοήματος. Συγκεκριμένα, ανάμεσα στα πλαίσια που έχουν περιγραφεί μέχρι τώρα, τα συστημικό-θεωρητικά πλαίσια της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και της αυτό-οργάνωσης φαίνεται να βρίσκονται αρκετά πιο κοντά στην ικανοποίηση των προϋποθέσεων μιας νατουραλιστικής ανάδυσης ενσωματωμένων γνωστικών φαινομένων. Ωστόσο, φαίνεται ότι ένα νατουραλιστικό πλαίσιο ανάδυσης του νοήματος και εξέλιξης του γνωστικού συστήματος δεν μπορεί να βασιστεί αποκλειστικά στις αρχές και τα χαρακτηριστικά της αυτό-οργάνωσης. Η έλλειψη της έννοιας και του 'εργαλείου' της αναπαράστασης, καθώς και ο ασαφής και περιορισμένος προσδιορισμός του τρόπου και των μεθόδων αλληλεπίδρασης ενός αυτό-οργανωμένου συστήματος (από το καθαρά βιολογικό/αυτοποιητικό, ως το επίπεδο της θεώρησης των δυναμικών γνωστικών συστημάτων

και των αντίστοιχων ΕΓΔ) θέτουν σημαντικά προβλήματα, γενικότερα, στην εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων του συστήματος και ειδικότερα, στην ανάλυση και εξήγηση της εξέλιξης και της μετατροπής του νοήματός του.

Αναλυτικότερα, υποστηρίζεται ότι ο επεξηγηματικός ρόλος της έννοιας της αναπαράστασης, σε σχέση με τη λειτουργικότητα ενός γνωστικού συστήματος, κρίνεται απαραίτητος προκειμένου να μπορέσει κανείς να κατανοήσει τον τρόπο, με τον οποίο η συμπεριφορά του συστήματος εναρμονίζεται/συσχετίζεται με διάφορες εξωτερικές καταστάσεις πραγμάτων. Το παραπάνω συμπέρασμα ενισχύεται από την επισήμανση ύπαρξης αναπαραστασιακώς-πεινασμένων φαινομένων αλληλεπίδρασης, της ανάγκης ανίχνευσης και διόρθωσης λανθασμένων δράσεων του πράκτορα, της χρησιμότητας των διαφόρων διαμεσολαβητικών δομών στην ανάπτυξη γνωστικών ικανοτήτων υψηλού επιπέδου, και γενικότερα, για την ολοκληρωμένη επίτευξη ενσωματωμένων αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον.

Επομένως, βάσει των παραπάνω, και σε συνδυασμό με την υιοθέτηση του είδους της ανάδυσης που παρουσιάστηκε στο πρώτο μέρος, υποστηρίζεται η ανάγκη θεώρησης ενός νέου είδους λειτουργικών αναπαραστάσεων που κρίνεται αναγκαίο για την εξέλιξη του νοήματος σε ένα γνωστικό σύστημα, αλλά παράλληλα και του ίδιου του γνωστικού συστήματος. Συγκεκριμένα, προτείνεται ένα είδος αναπαραστάσεων, κατά το οποίο, κάθε αναπαραστασιακώς λειτουργική ενδο-διαμόρφωση (ως αποτέλεσμα των αυτό-οργανωτικών διεργασιών ενδογενούς κατασκευής του συστήματος) αποτελεί ένα αναδύομενο κατασκευάσμα της ενσωματωμένης αλληλεπίδρασης του συστήματος με το περιβάλλον και επίσης, φέρει το νόημα (σημαντικό και πραγματικό περιεχόμενο) του συστήματος αναφορικά με την αντίστοιχη κατάσταση πραγμάτων. Η αντίστοιχη πληροφορία που παράγεται ενδογενώς του συστήματος θεωρείται ως ενσωματωμένη στο πλαίσιο δράσης του συστήματος και επομένως, ικανοποιεί τις προϋποθέσεις της σημαντικής και πραγματικής διάστασης του περιεχομένου, όπως σημειώθηκε στην §2.1.1, προκειμένου να παρέχεται μια πιο πληρέστερη σχέση μεταξύ νοήματος και πληροφορίας.

Τέλος, βάσει του γενικότερου πλαισίου της ενσωματωμένης αλληλεπίδρασης των γνωστικών συστημάτων και των αναπαραστάσεων που φέρουν, όπως έχει αναλυτικά παρουσιαστεί σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζεται ένα παράδειγμα όπου φαίνεται η ιδιαίτερη δυσκολία εντοπισμού και ποσοτικού υπολογισμού του νοήματος στην ένσκηπη και εκ προθέσεως αλληλεπίδραση (επικοινωνία) δύο γνωστικών συστημάτων. Συμπεραίνεται ότι προς το παρόν, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί η παραμικρή μέτρηση του νοήματος που κατασκευάζει ένα γνωστικό σύστημα στο εσωτερικό του. Επίσης, επισημαίνεται το αδιέξοδο στο οποίο οδηγείται οποιαδήποτε 'εκ των έξω' αναλυτική προσέγγιση στη μελέτη του νοήματος και προτείνεται η ανάγκη διερεύνησης και θεωρητικής εδραίωσης ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάδυσης του προτεινόμενου τύπου αναπαραστάσεων, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο λειτουργικά ενσωματωμένο και αναδύομενο αλληλεπιδραστικό τους χαρακτήρα, σε ολόκληρο το προαναφερθέν εύρος εφαρμογής. Η θεμελιώδης έννοια που θα αποτελέσει τον πυρήνα του προτεινόμενου πλαισίου, είναι αυτή της αυτονομίας.

5 - Το Συστημικό-Σημειωτικό Πλαίσιο Δημιουργίας και Εξέλιξης της Αυτονομίας Μέσω Ανάδυσης του Νοήματος

5.1 Συστημική Περιγραφή της Έννοιας της Αυτονομίας και των Γενικών Χαρακτηριστικών των Αυτόνομων Συστημάτων

Όπως φαίνεται από την ανάλυση που έχει πραγματοποιηθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, η αρχική αναζήτηση ενός πλαισίου εξήγησης της δημιουργίας και της εξέλιξης του νοήματος ενός γνωστικού συστήματος, έχει πλέον μετατραπεί στη θεωρητική διερεύνηση και εδραίωση ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάδυσης ενός λειτουργικά ενσωματωμένου και αλληλεπιδραστικού τύπου αναπαράστασης, το οποίο οδηγεί την ένσκηπη και εκ προθέσεως αλληλεπίδραση ενός γνωστικού συστήματος με το περιβάλλον του. Στο Κεφ. 4 ενισχύθηκαν οι βάσιμες υποψίες που δημιουργήθηκαν στο Κεφ. 3 σχετικά με την καταλληλότητα των συστημικο-θεωρητικών μοντέλων, έναντι των υπολοίπων, στην προσέγγιση της ανάδυσης του νοήματος και των αντίστοιχων γνωστικών φαινομένων. Συγκεκριμένα, το γενικότερο συστημικο-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής και της αυτό-οργάνωσης παρουσιάζει εξ' ορισμού μεγάλο βαθμό ενσωμάτωσης, ενώ η ανάδυση της λειτουργικής οργάνωσής του δεν μπορεί να θεωρηθεί επιφαινομενική, αλλά γνήσια αναδυόμενη. Από την άλλη μεριά, η απόρριψη της χρησιμότητας των αναπαραστάσεων μειώνει σε αρκετά μεγάλο βαθμό την θεωρητική και αναλυτική ικανότητα αυτών των πλαισίων αναφορικά με τους μηχανισμούς υποστήριξης της δημιουργίας, ανάπτυξης και εξέλιξης των αντίστοιχων λειτουργικών οργανώσεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία θεωρητικής και πρακτικής επεκτασιμότητας και προσαρμογής του γνωστικού συστήματος στο δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

Επομένως, η θεωρητική διερεύνηση και εδραίωση του ανάλογου πλαισίου δεν θεωρείται καθόλου εύκολη υπόθεση. Το συγκεκριμένο πλαίσιο θα πρέπει, εκκινώντας από το επίπεδο της αυτό-οργάνωσης, να υποστηρίζει τους περιορισμούς μιας νατουραλιστικής εξήγησης της λειτουργικότητας των αναδυόμενων αναπαραστάσεων και του αντίστοιχου περιεχομένου ενός γνωστικού συστήματος, με σκοπό την καταλληλότητα των αλληλεπιδράσεών του, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων του. Ωστόσο, μια προσεκτική παρατήρηση στα όσα παρουσιάστηκαν στο Κεφ. 4, δείχνει ότι ο τρόπος και ο βαθμός ικανοποίησης των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων της ανάδυσης και της ενσωμάτωσης σε ένα γνωστικό σύστημα, υποδηλώνουν τον βαθμό ανεξαρτησίας, η καλύτερα, τον βαθμό αυτονομίας του συστήματος ως προς το περιβάλλον του. Συγκεκριμένα, η θεωρία της αυτοποίησης αποτελεί την πρώτη προσπάθεια θεώρησης της αυτονομίας ενός ζωντανού/γνωστικού συστήματος μέσα από τα χαρακτηριστικά της λειτουργικής του οργάνωσης (δείτε §3.2.2). Είναι φανερό ότι η αντίστοιχη σχέση αυτονομίας και λειτουργικότητας διέπει οποιοδήποτε σύστημα εμφανίζει την αντίστοιχη δομική, ιστορική και οργανισμική ενσωμάτωση (δείτε §4.2.3). Ένα άλλο στοιχείο που ενισχύει την αυτονομία ενός συστήματος είναι η ενδογενής δυνατότητα κανονιστικής αξιολόγησης της λειτουργικότητάς του (δείτε §4.1.7), ιδιότητα που συναντάται μόνο στα αυτό-οργανωτικά συστήματα.

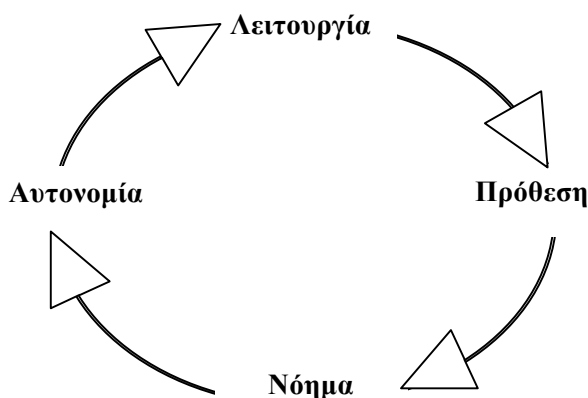
Γενικότερα, η θεώρηση του πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και της αυτό-οργάνωσης, προσδίδει στα αντίστοιχα συστήματα ένα αρκετά σημαντικό βαθμό αυτονομίας, ο οποίος δεν συναντάται στα κογνιτιστικά ή στα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια. Βέβαια, όπως παρουσιάστηκε στην §4.1, η αυτονομία του συστήματος δεν έρχεται δωρεάν, αλλά προσδίδει έναν πολύ μεγάλο βαθμό πολυπλοκότητας στο σύστημα, ο οποίος με τη σειρά του εισάγει περιορισμούς στη δυνατή ανάλυση και τον εντοπισμό των λειτουργικών χαρακτηριστικών των

δομών του. Παρόλα αυτά, η έννοια της αυτονομίας φαίνεται να συνδέει την ένσκηπη και εκ προθέσεως αλληλεπίδραση ενός γνωστικού συστήματος, με την νατουραλιστική ανάδυση των λειτουργικών αναπαραστάσεων του και του νοήματος το οποίο αυτές φέρουν.

Ειδικότερα, θα μπορούσε κανείς να πει, ότι ένα γνωστικό σύστημα που μπορεί να προβεί σε ένσκηπες πράξεις προς το περιβάλλον του, διέπεται από τις εξής ιδιότητες:

- a). *αλληλεπιδραστικότητα (interactivity)*: η ικανότητα του γνωστικού συστήματος να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του και να δρα μέσα σε αυτό, όντας παράλληλα υπεύθυνο για την εκκίνηση της αλληλεπίδρασης όποτε αυτό κρίνει αναγκαίο,
- b). *πρόθεση (intentionality)*: η ικανότητα του γνωστικού συστήματος να προβαίνει σε μια αλληλεπίδραση με κατευθυντικότητα σε τελικό σκοπό, μέσω της απόδοσης πεποιθήσεων, έμμεσων στόχων και επιθυμιών στις δράσεις του,
- c). *αυτονομία (autonomy)*: η ικανότητα του γνωστικού συστήματος να *λειτουργεί εκ προθέσεως* και *αλληλεπιδραστικά* μέσω μόνο των δικών του πόρων.

Επιπλέον, φαίνεται να υπάρχει μια πολύ ενδιαφέρουσα αλληλεξάρτηση μεταξύ των τριών αυτών ιδιοτήτων. Συγκεκριμένα, ο Collier (1999b) προτείνει ότι δεν μπορεί να υπάρξει *λειτουργία* χωρίς *αυτονομία*, *πρόθεση* χωρίς *λειτουργία* και *νόημα* χωρίς *πρόθεση*. Ο κύκλος κλείνει θεωρώντας το *νόημα* ως προϋπόθεση για τη διατήρηση της *αυτονομίας* ενός συστήματος κατά την διάρκεια της *αλληλεπίδρασης* του με το περιβάλλον (δείτε Σχ. 16).



Σχήμα 16. Αλληλεξάρτηση αυτονομίας, λειτουργίας, πρόθεσης και νοήματος σε ένα γνωστικό σύστημα.

Ως εκ τούτου η θεωρητική διερεύνηση και εδραίωση ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάδυσης των λειτουργικά ενσωματωμένων και αλληλεπιδραστικών αναπαραστάσεων, το οποίο οδηγεί την ένσκηπη και εκ προθέσεως αλληλεπίδραση ενός γνωστικού συστήματος με το περιβάλλον του, μετατρέπεται στην θεωρητική διερεύνηση και εδραίωση ενός νατουραλιστικού πλαισίου δημιουργίας και εξέλιξης ενός αυτόνομου συστήματος. Πριν όμως η ανάλυση της παρούσας εργασίας φτάσει σε αυτό το σημείο, θα γίνει μια καθαρά συστημική περιγραφή της έννοιας της αυτονομίας και των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων που την χαρακτηρίζουν και την εδραιώνουν στα γνωστικά συστήματα.

5.1.1 Ασθενής και Ισχυρή Αυτονομία

Η ιδέα της αυτονομίας χρησιμοποιείται ευρέως αλλά η έννοιά της είναι αρκετά δύσκολο να οριστεί και κατά επέκταση να κατανοηθεί. Διάφορα είδη συστημάτων όπως μηχανές, συσκευές ελέγχου, ρομπότ, υπολογιστικά προγράμματα, ζωντανά συστήματα, ανθρώπινα όντα, ινστιτούτα, χώρες, βιολογικά κύτταρα, όργανα ζώων και πολλές άλλες καταστάσεις πραγμάτων που εμφανίζουν μια αρκετά ποικίλη συμπεριφορά αποκαλούνται 'αυτόνομες' ή τουλάχιστον μπορούν να μελετηθούν και να συγκριθούν ως προς την αυτονομία που παρουσιάζουν στη συμπεριφορά

τους. Παρόλα αυτά, δεν είναι ακόμη καθόλου ξεκάθαρο εάν η αυτονομία πρέπει να θεωρείται ως μια καταστατική ιδιότητα ή είναι απλά ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα συγκεκριμένων συστημάτων, ή ακόμη, ένα καθαρά ποσοτικό θέμα (Ruiz-Mirazo & Moreno, 2000).

Η ετυμολογία της λέξης 'αυτονομία' υποδεικνύει ότι ένα σύστημα αποκαλείται αυτόνομο όταν είναι σε θέση να παράγει τους κανόνες που ελέγχουν και κατευθύνουν τη χαρακτηριστική λειτουργία του. Πιο συγκεκριμένα, ένα αυτόνομο σύστημα συνιστά μια ειδική μορφή οργάνωσης που συνεισφέρει στην *διατήρησή* του (*maintenance*) σε ένα μεταβλητό περιβάλλον. Ως εκ τούτου, ένα αυτόνομο σύστημα δεν πράττει απλώς 'για λογαριασμό του', αλλά επίσης, πράττει 'προς όφελος του'. Η συγκεκριμένη παρατήρηση οδηγεί στο θεμελιώδες πρόβλημα της σχέσης μεταξύ των δράσεων ενός αυτόνομου συστήματος και αυτών (των καταστάσεων) που το συνιστούν σε αυτόνομο σύστημα.

Το ερώτημα που προκύπτει είναι ότι, αν η αυτονομία χαρακτηρίζεται από *αυτό-διατηρούμενες δράσεις* (*self-maintaining actions*), τότε θα πρέπει κανείς να κατανοήσει την έκταση στην οποία οι δράσεις αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως συνέπειες της συμπεριφοράς του συστήματος ή διαφορετικά, την έκταση στην οποία αποτελούν τις πραγματικές *ιδιοσυστατικές* (*καταστατικές*) του αιτίες. Στην δεύτερη περίπτωση το ερώτημα που προκύπτει είναι εάν οι διεργασίες παραγωγής και αναπαραγωγής (δείτε §3.3.3.1) αυτής της οργάνωσης θα πρέπει να συμπεριληφθούν ανάμεσα στις απαιτήσεις της αυτό-διατήρησης. Τα συγκεκριμένα προβλήματα οδηγούν σε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις όσον αφορά την αντιμετώπιση της έννοιας της αυτονομίας:

- ✓ Από τη μία πλευρά βρίσκεται η 'ασθενής' σύλληψη της έννοιας, βάσει της οποίας ένα σύστημα θεωρείται αυτόνομο όταν είναι σε θέση να δράσει με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να συνεισφέρει στην διατήρησή του (ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα δημιουργήθηκε αρχικά).
- ✓ Η άλλη προσέγγιση είναι αρκετά πιο ριζοσπαστική και θεωρείται η 'ισχυρή' σύλληψη της έννοιας, βάσει της οποίας ένα σύστημα θεωρείται αυτόνομο όταν οι δράσεις του ταυτίζονται απόλυτα με την ύπαρξή του, δηλαδή, το σύστημα προέρχεται (με την έννοια της κατασκευής) από τις ίδιες του τις δράσεις.

Η εν λόγω διάκριση μεταξύ ασθενούς και ισχυρής αυτονομίας δεν παίζει σημαντικό ρόλο στην παρούσα εργασία³⁵. Συγκεκριμένα, στην ανάλυση που ακολουθεί, οι όποιες διεργασίες του συστήματος με σκοπό την μεταβολή της οργάνωσής του έτσι ώστε να αυξήσει την ποικιλία του, προκειμένου να μπορέσει να ανταπεξέλθει στις δυναμικές αλλαγές του περιβάλλοντος, θεωρούνται ότι συνιστούν δράσεις προς την επίτευξη, διατήρηση αλλά και ενίσχυση της αυτονομίας του.

5.1.2 Αυτονομία και Προσδοκία (Anticipation)

Στην §3.3.3.4 αναφέρθηκε ότι ένα *προβλεπτικό σύστημα* (*anticipatory system*) μπορεί να ρυθμίσει την κατάστασή του έτσι ώστε να διαμορφώσει αναλόγως τη συμπεριφορά του προκειμένου να μπορέσει μελλοντικά να αλληλεπιδράσει επιτυχώς με το περιβάλλον του. Οι προσδοκίες είναι άμεσα συνδεδεμένες με τη σημαντικότητα των αναπαραστάσεων, εφόσον από ένα προβλεπτικό σύστημα απαιτείται η ικανότητα να προνοεί και να λαμβάνει υπόψη του καταστάσεις πραγμάτων είτε με σαφή ή με έμμεσο τρόπο. Έτσι, ένα μη-προθετικό (non-intentional) σύστημα μπορεί να

³⁵ Η ισχυρή προσέγγιση αφορά περισσότερο στο πρόβλημα της αφετηρίας της ζωής (origin of life), το οποίο μελετάται στο καθαρά χημικό επίπεδο. Αν και οι απόψεις σχετικά με την ουσιαστική παρουσία νοήματος και αναπαραστάσεων σε αυτό το επίπεδο διεργασιών δίστανται (δείτε π.χ. Ruiz-Mirazo, Pereto & Moreno, 2004; Collier, 2003; Brier, 1992; 1999b; 2005) μπορεί χωρίς βλάβη της γενικότητας να θεωρηθεί ότι η φύση των εν λόγω διεργασιών δύναται επαρκέστατα να μελετηθεί χωρίς τη πρόσθετη χρήση εννοιών που να υποδεικνύουν την εμφάνιση διεργασιών ερμηνείας και επομένως την ενσυνείδητη παραγωγή ενδογενούς πληροφορίας.

είναι σε θέση να υλοποιήσει *υπηρεσίες πρόβλεψης (προσδοκίας/προσμονής) (anticipative services)* αλλά δεν μπορεί να προβλέψει για δικό του λογαριασμό από τη στιγμή που δεν μπορεί να προνοήσει. Οποιαδήποτε προνοητικότητα είναι αλλογενής και πιο συγκεκριμένα, αποτελεί παράγωγο του σχεδιασμού του. Επομένως, ο βαθμός προνοητικότητάς του θα είναι περιορισμένος από τη σχεδίασή του. Σε περίπτωση που ένας παρατηρητής δεν λάβει υπόψη τους περιορισμούς της σχεδίασης ενός αρκετά περίπλοκου και *παράγωγα προβλεπτικού συστήματος (derivatively anticipatory system)*, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να υπερεκτιμήσει τις ικανότητές του. Ωστόσο, στην περίπτωση που ένα παρατηρητής λάβει υπόψη τους περιορισμούς της σχεδίασης, δεν υπάρχει λόγος να θεωρήσει το σύστημα ως προβλεπτικό, αλλά ως ένα σύστημα που λειτουργεί κατά τις προσμονές του σχεδιαστή του.

Η *προσδοκία (anticipation)* συνδέει την επί του παρόντος δράση ενός συστήματος με κάποια μελλοντική κατάσταση, ένα μελλοντικό γεγονός ή μια μελλοντική διεργασία (δείτε §5.3.6 και §5.3.6.1). Επομένως, η προσδοκία αποτελεί αναπόσπαστο χαρακτηριστικό των αυτόνομων συστημάτων λόγω της ανάγκης τους να διαμορφώνουν τη δυναμική τους αλληλεπίδραση με το περιβάλλον έτσι ώστε μελλοντικά να επιτύχουν αποτελέσματα που θα συνεισφέρουν στην ακεραιότητά τους. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι η διαμόρφωση της αλληλεπίδρασης συμπεριλαμβάνει τη διαμόρφωση όλων των υποσυστημάτων που σχετίζονται με αυτή. Οι Christensen & Hooker (2000a) υποστηρίζουν ότι η αλληλεπιδραστική σχέση μεταξύ, μιας εκτελούμενης επί του παρόντος δράσης του συστήματος με το μελλοντικό και αξιολογούμενο ως προς την αυτονομία του συστήματος απαιτούμενο αποτέλεσμα, είναι η πιο βασική μορφή προσδοκίας³⁶.

Υπό αυτή την οπτική, τα αποτελέσματα που απαιτούνται στο μέλλον είναι αυτά που διατηρούν την αυτονομία του συστήματος. Γενικότερα, συνήθίζεται τα αποτελέσματα αυτά να ονομάζονται ως *συνθήκες κλειστότητας (closure conditions)* (ένας όρος που όπως θα αναφερθεί παρακάτω υιοθετείται από σχεδόν όλους τους ερευνητές που επιχειρούν μια συστημική προσέγγιση στην μελέτη και μοντελοποίηση της έννοιας της αυτονομίας – δείτε ενδεικτικά, Varela, 1979, Collier, 1999b, Collier, 2000, Collier, 2002, Collier, 2004c, Christensen & Hooker, 2000b, Ruiz-Mirazo & Moreno, 2000, Ruiz-Mirazo & Moreno, 2004, Ruiz-Mirazo, Pereto & Moreno 2004) των εμπλεκόμενων διεργασιών του συστήματος. Για παράδειγμα, σε ένα ζωντανό σύστημα, η διεργασία ‘αίσθηση πείνας – κινήγι – κατανάλωση τροφής’ επιτυγχάνει άμεση κλειστότητα με τις διεργασίες που παράγουν την αίσθηση κορεσμού και βαθύτερη κλειστότητα με τις διεργασίες που παράγουν θρέψη.

Επομένως, ένας τρόπος για να ξεπεραστούν τα προβλήματα της σχεδίασης προβλεπτικών συστημάτων είναι η θεμελίωση (στήριξη) των προβλεπτικών ικανοτήτων του συστήματος στην αυτονομία του (Bickhard & Terveen, 1995), (Bickhard, 2000b). Με άλλα λόγια, η σχεδίαση ενός προβλεπτικού συστήματος θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο, ώστε οι αντίστοιχες ιδιότητές του να συνεισφέρουν στην αυτονομία του ή ακόμη περισσότερο, στη δημιουργία νέων λειτουργιών που συνεισφέρουν στην αυτονομία του με διαφορετικούς τρόπους. Όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα στην §5.3.6, το δύσκολο πρόβλημα της προσδοκίας είναι ο ορισμός ενός *μελλοντικά κατευθυνόμενου περιεχομένου* της προσδοκίας ενός συστήματος. Ο μελλοντικός προσδιορισμός δίνει μια αρκετά καλή εξήγηση στη διαμόρφωση της πρόθεσης του συστήματος και παίζει πρωταρχικό ρόλο στην ανάπτυξη των γνωστικών ικανοτήτων του πράκτορα πέρα από το επίπεδο βασικής αυτονομίας.

5.1.3 Αυτονομία και Λειτουργικότητα

Η προσδοκία είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη λειτουργικότητα. Συγκεκριμένα, ακόμη και η πιο απλή λειτουργία απαιτεί τη θεώρηση/υπόθεση προσδοκιών προκειμένου να είναι

³⁶ Στην §5.3.6 άλλα και στο Κεφ. 6 θα αναφερθούν και άλλες πιο ανεπτυγμένες (εξελιγμένες και πολύπλοκες) μορφές προσδοκίας.

αποτελεσματική. Με τον όρο λειτουργικότητα (δείτε §4.1.7) χαρακτηρίζεται ο αιτιώδης ρόλος των επιμέρους στοιχείων ενός συστήματος προκειμένου να το διατηρήσουν ως μια ενιαία ολότητα και επομένως ο αιτιώδης ρόλος τους στην διατήρησή τους ως στοιχεία του συστήματος.³⁷ Η προσδοκία είναι ιδιότητα που χαρακτηρίζεται από κατευθυντικότητα σε τελικό σκοπό (end-directedness – δείτε §3.3.3.3) ή πιο απλά, διευθετείται μέσω στόχων και σκοπών του συστήματος. Έτσι, στις περισσότερες των περιπτώσεων, η προσδοκία απαιτεί λειτουργικότητα, η οποία είναι εξ' ορισμού μια διεργασία με κατευθυντικότητα σε τελικό σκοπό.

Η αμοιβαία σχέση μεταξύ προσδοκίας και λειτουργικότητας είναι ο λόγος όπου μερικά προβλεπτικά συστήματα δεν μπορούν από μόνα τους να δράσουν βάσει νοήματος ή να αναπαραστήσουν εκ προθέσεως. Συγκεκριμένα, η προθέσεις όλων των τεχνητών συστημάτων ελέγχου αλλά και αρκετών ζωντανών συστημάτων (που κυρίως δρουν ως υποσυστήματα ζωντανών οργανισμών) είναι δευτερογενείς καθότι είναι παράγωγα της λειτουργικότητας που προσδίδεται σε αυτά είτε από τους σχεδιαστές τους ή από τα συνολικότερα συστήματα στα οποία δραστηριοποιούνται. Η παράγωγη λειτουργικότητα και η παράγωγη πρόθεση απαιτεί αναφορά σε κάποιο εξωτερικό και λειτουργικά αυτόνομο ή προθετικά αυτόνομο σύστημα αντιστοίχως (Collier, 1999b).

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, ένα σύστημα θεωρείται αυτόνομο εάν χρησιμοποιεί τη δική του πληροφορία προκειμένου να μετατρέψει τον εαυτό του και το περιβάλλον του για να ενισχύσει την ικανότητα επιβίωσής του. Αυτό γίνεται μέσω των αντιδράσεων του στις παρενοχλήσεις του περιβάλλοντος αλλά και σε αυτές προερχόμενες από το εσωτερικό του. Ο κύριος περιορισμός στην επιβίωση ενός τεχνουργήματος (αποτέλεσμα σχεδίασης – artefact, δείτε Κεφ. 6) είναι ότι υπηρετεί σε ικανοποιητικό βαθμό τον σκοπό για τον οποίο έχει σχεδιαστεί. Για παράδειγμα, αν ένα ρομπότ που χρησιμοποιείται ως οικιακός βοηθός προκαλεί σύγχυση και ακαθαρσίες στο σπίτι, τότε δεν θα έχει μεγάλη αποδοχή. Παρόμοια, ένας οργανισμός δεν θα καταφέρει να επιβιώσει για μεγάλο χρονικό διάστημα εάν η λειτουργικότητά του δεν συνεισφέρει στην αυτονομία του. Το αποτέλεσμα θα είναι να μην καταφέρει να περάσει με επιτυχία τον 'έλεγχο' που επιβάλλει η φυσική επιλογή.

Η συγκεκριμένη οπτική είναι εντελώς αντίθετη από την αρκετά δημοφιλή αιτιολογική θεώρηση της λειτουργίας (δείτε §2.4 και §4.1.7.3, καθώς επίσης (Wright, 1973) και (Neander, 1991)). Όπως έχει αναλυτικά περιγραφεί στις παραπάνω ενότητες, στην αιτιολογική προσέγγιση μια ιδιότητα P επιλέγεται λόγω του ότι πράττει το F και λόγω του ότι πράττει το F , το σύστημα στο οποίο ανήκει η P επιλέγεται μέσω της φυσικής επιλογής. Με την οπτική της αυτονομίας, η βασική λειτουργία της P είναι να συνεισφέρει στην αυτονομία του συστήματος, γεγονός που κάνει το σύστημα πιο βιώσιμο από ότι θα ήταν χωρίς την P (πάντα με την προϋπόθεση ότι όλοι οι άλλοι παράγοντες διατηρούνται στην ίδια κατάσταση). Υπό αυτή την έννοια, η επιλογή είναι αποτέλεσμα της λειτουργικότητας και όχι η αιτία αυτής. Η κλασική αιτιολογική θεώρηση επικεντρώνεται στο αποτέλεσμα (σχεδόν όπως και ο συμπεριφορισμός), αντί στις εσωτερικές αιτίες. Βέβαια, είναι πολύ πιθανό ότι στις περισσότερες περιπτώσεις της εξέλιξης, η λειτουργία

³⁷ Αυτή είναι η κύρια ιδέα πίσω από τη θεώρηση του Rosen αναφορικά με την έννοια της πολυπλοκότητας. Ο Rosen ορίζει ένα πολύπλοκο σύστημα ως ένα σύστημα στο οποίο η παρουσία και η δράση κάθε στοιχείου δεν μπορεί να εξηγηθεί, αλλά επαφίεται στην εσωτερική και αιτιωδώς αποτελεσματική (κλειστότητα στην αιτία της αποτελεσματικότητας) αλληλεπίδραση στο σύστημα (Rosen, 1991). Η συγκεκριμένη θεώρηση είναι σημαντική για δύο λόγους: *α.* επειδή συνδέει άμεσα το βαθμό πολυπλοκότητας του συστήματος με το πρόβλημα της διατήρησής του ή της προφύλαξής του, *β.* επειδή συνδέει το βαθμό πολυπλοκότητας με το πρόβλημα της 'ταυτότητας' και την ξεκάθαρη διάκριση μεταξύ συστήματος (λειτουργικής μονάδας) και περιβάλλοντος. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι, η ξεκάθαρη διάκριση μεταξύ περιβάλλοντος και λειτουργικής μονάδας, που υποστηρίζει ο Rosen και η οποία, στο συγκεκριμένο μοντέλο, οφείλεται αποκλειστικά στην αποτελεσματική σχέση αιτίου-αιτιατού, διέπεται από μια κλειστότητα που θεμελιώνεται στην υλική αιτιότητα (material causality) μέσω των διεργασιών μεταβολισμού και επανόρθωσης. Η συγκεκριμένη 'ξεκάθαρη' διάκριση συνεπάγεται ένα είδος αυτονομίας που έχει να αντιμετωπίσει τα ίδια προβλήματα με αυτά της αυτοποίησης, όπως θα εξηγηθεί αναλυτικότερα στην §5.2.1.

μπορεί να γίνει κατανοητή μόνο σε σχέση με τον ρόλο της στη διατήρηση μιας συγγενικής σειράς οργανισμών (lineage), παρά σε σχέση με ένα μεμονωμένο σύστημα της σειράς. Ο (Collier, 1999b) υποστηρίζει ότι αν και αυτό απαιτεί γνώση της ιστορίας του συστήματος, παρόλα αυτά, η έμφαση θα πρέπει να παραμένει στη δυναμική διεργασία της διατήρησης και όχι μόνο στα αποτελέσματα. Η συγκεκριμένη άποψη αφορά επίσης συγγενικές σειρές γνωστικών λειτουργιών σε διεργασίες μάθησης, για αυτό και η προσέγγιση του Dretske υponοεί ένα είδος λειτουργικότητας που δεν επιτυγχάνει να υποστηρίξει την αυτονομία των γνωστικών διεργασιών ενός ζωντανού συστήματος (δείτε §4.1.7.4).

Τέλος, από τη στιγμή που η αυτονομία και οι διεργασίες που την υποστηρίζουν, συνεισφέρουν στην επιβίωση του συστήματος, οι σχετικές διαφοροποιήσεις του βαθμού της αυτονομίας του συστήματος ή/και των διαφόρων καταστάσεων πραγμάτων που συνεισφέρουν σε αυτή, θα υπόκεινται σε επιλογή. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα επιλεγμένα χαρακτηριστικά του συστήματος δεν γίνονται λειτουργικά λόγω της συγκεκριμένης επιλογής. Αντιθέτως, η λειτουργικότητα απορρέει από την συνεισφορά τους στην αυτονομία του συστήματος και επομένως, επιλέγονται μόνο εάν, όταν συνδυάζονται με άλλα γνωρίσματα, αυξάνεται η λειτουργικότητά τους. Ως εκ τούτου, μια ολοκληρωμένη επεξήγηση της βιολογικής λειτουργίας απαιτεί την ιστορία της επιλογής των χαρακτηριστικών του συστήματος, αλλά και τη θεώρηση της σχετικότητας της λειτουργικότητας σε σχέση με την αυτονομία του συστήματος και τη λειτουργικότητα των υπολοίπων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του συστήματος. Διαφορετικά, το εκάστοτε σύστημα αντιμετωπίζεται ως ένα μαύρο κουτί (σε σχέση με τις λειτουργίες του) και δεν μπορεί να ολοκληρωθεί η ανάλυση και εξήγηση της λειτουργικής κλειστότητας των διεργασιών του (δείτε §5.1.4). Είναι προφανές ότι τα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια σταματούν στην ιστορία της επιλογής των χαρακτηριστικών, ενώ το πλαίσιο που προτείνεται στην §5.3 λαμβάνει σοβαρά υπόψη τις δυναμικές σχέσεις μεταξύ των διεργασιών του αυτόνομου συστήματος (δείτε §5.3.1.4).

5.1.4 Αυτονομία και Συνοχή

Ο αυτό-αναφορικός και γενικότερα ανοικτός χαρακτήρας του προβλήματος της αυτό-διατήρησης (αυτό-συντήρησης) απαιτεί από το αυτόνομο σύστημα να είναι ανοικτό και ευέλικτο στα εξωτερικά σήματα, να έχει την ικανότητα να αυτό-μετατρέπει (self-modify) ένα μεγάλο εύρος προβλεπτικών λειτουργιών και την ικανότητα να αξιολογεί τις συγκεκριμένες αυτό-μετατροπές (Kampis, 1991). Ένα αρκετά χρήσιμο αλλά όχι απαραίτητο χαρακτηριστικό ενός αυτόνομου συστήματος είναι η δεύτερης τάξης δυνατότητα προβλεπτικής αυτό-μετατροπής μέσω της οποίας επιτυγχάνεται αυτό-κατευθυνόμενη προσαρμοστικότητα (adaptability – ικανότητα προσαρμογής). Η συγκεκριμένη ιδιότητα απαιτεί ένα είδος αυτό-αναπαράστασης και αναγνώρισης των στοιχείων που μπορούν να συνεισφέρουν στην αυτονομία του συστήματος, εφόσον σε αυτή την περίπτωση η απομάκρυνση των αποτυχημένων μετατροπών δεν οφείλεται αποκλειστικά στην φυσική επιλογή. Κατά αυτό τον τρόπο, οι αυτό-μετατροπές δεν θα έχουν άμεση γενετική βάση, και επομένως, η διαδικασία της φυσικής επιλογής δεν θα μπορέσει να τις διατηρήσει εκτός εάν καταφέρουν με κάποιο τρόπο να σταθεροποιηθούν γενετικά. Ο δρόμος που πρέπει να διανύσει ένα σύστημα για να καταφέρει να φτάσει στο επίπεδο αυτό-αναπαράστασης είναι αρκετά μακρύς και πολύπλοκος. Η περιγραφή αυτού του δρόμου καθώς και τα σημαντικότερα σημεία (επίπεδα και βαθμοί) ενός αυτόνομου συστήματος ξεκινούν από την πολύ σημαντική ιδιότητα της συνοχής (δείτε §4.1.3.3).

Η έννοια της αυτονομίας παραπέμπει στην έννοια της ταυτότητας (*identity*), η οποία βασίζεται στην έννοια της ενότητας/ολότητας (*unity*) (Collier, 2002; 2004b). Η ταυτότητα θεωρείται ως μια λογική ή μεταφυσική συνθήκη, η γενικότερη έννοια της οποίας αφορά το ίδιο όλες τις καταστάσεις πραγμάτων. Ωστόσο, παρουσιάζεται σε μεγαλύτερο βαθμό και είναι πιο συγκεκριμένη στην περίπτωση δυναμικών αντικειμένων, τα οποία ενώνονται σε μια ολότητα μέσω αιτιωδών αλληλεπιδράσεων, παρά στις περιπτώσεις που η ενότητα βασίζεται σε καθαρά λογικές ή συμβατικές συνθήκες. Όπως προαναφέρθηκε στην §4.1.3.3 μια πιο προσιτή έννοια είναι αυτή της ολότητας, η οποία ορίζεται ως η κλειστότητα των σχέσεων μεταξύ των επιμέρους

στοιχείων μιας κατάστασης πραγμάτων, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση της αντίστοιχης κατάστασης σε μια ολότητα (Wiggins, 1967; Perry, 1970). Στην περίπτωση κατά την οποία διάφορα επιμέρους στοιχεία συνίστανται σε μια ολότητα μέσω φυσικών διεργασιών, αναδύεται μια γενικότερη σχέση ενότητας, η οποία έχει δυναμική ή αιτιώδη βάση.

Η ειδική αυτή περίπτωση εμφανίζει την ιδιότητα της συνοχής, η οποία δεν παρουσιάζεται σε απόλυτη τιμή για κάθε περίπτωση, αλλά σε διάφορους βαθμούς. Η ιδιότητα της συνοχής ταυτοχρόνως ενοποιεί μια δυναμική κατάσταση πραγμάτων και τη διαχωρίζει από άλλες καταστάσεις πραγμάτων. Ο Collier (1999b; 2000; 2002; 2004b) θεωρεί ότι η ιδιότητα της συνοχής είναι ένα αποτελεσματικό κριτήριο *εξατομίκευσης (individuation)* και ότι η μεγαλύτερη χρησιμότητά της είναι ότι αναγκάζει τον παρατηρητή να αναζητήσει καταστάσεις δυναμικής κλειστότητας εκεί που (όπου) επιθυμεί να ισχυριστεί ότι μια κατάσταση πραγμάτων εξατομικεύεται και διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, η συνοχή θεωρείται ως η κλειστότητα της σχέσης ενότητας μεταξύ των επιμέρους στοιχείων ενός φυσικού συστήματος, το οποίο αποτελείται από δυναμικές και λειτουργικές διεργασίες που διατηρούν την ακεραιότητά του στην περίπτωση εξωτερικών αλλά και εσωτερικών διακυμάνσεων. Υπό αυτή την οπτική, η συνοχή συνεπάγεται ένα διαχωρισμό (διάκριση) των συστημάτων λόγω του ότι η εσωτερική συνοχή ενός συστήματος είναι ισχυρότερη των εσωτερικών διακυμάνσεων και των εξωτερικών απειλών του συστήματος.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός αρπακτικού ζώου τόσο η ενεργή όσο και η παθητική συνοχή (δηλαδή η δραστηριότητά του σχετικά με την αναζήτηση τροφής και η παθητική δομή του σκελετού του αντίστοιχα) το βοηθούν να διατηρήσει την ακεραιότητά του ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρουν στην διαφοροποίησή του (στον διαχωρισμό του) από άλλα αρπακτικά. Αναλυτικότερα, σε καμία περίπτωση δύο ή περισσότερα αρπακτικά δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους μέσω της φυσιολογίας τους ή του μεταβολισμού τους σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι αλληλεπιδρούν στα αντίστοιχα επίπεδα με το ίδιο τον εαυτό τους³⁸ (δείτε Christensen and Hooker, 2000b). Επίσης, η συνοχή μπορεί να είναι ισχυρή και ασθενής, σχετικά τοπική ή συνολική (π.χ. σε ένα βράχο ή σε ένα οργανισμό αντιστοίχως). Γενικότερα, η συνοχή θεωρείται ως η πολύπλοκη λειτουργική οργάνωση ενός συστήματος και επομένως, στο θεωρητικό επίπεδο, οτιδήποτε θεωρείται αυτοποιητικό παρουσιάζει συνοχή, αλλά το αντίθετο δεν ισχύει, όπως θα αναφερθεί εκτενέστερα παρακάτω (δείτε §5.2.1).

Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την ιδιότητα της αυτονομίας, η οποία σε ένα γενικότερο επίπεδο αντιμετωπίζεται ως ένας ειδικός τύπος συνοχής. Το χαρακτηριστικό της γνώρισμα είναι ότι διατηρείται μέσω της διαρκούς συνεισφοράς (*ενεργητικότητα*) των διεργασιών των επιμέρους στοιχείων του συστήματος στη διατήρησή του είτε με άμεσο ή με έμμεσο τρόπο. Συγκεκριμένα, τα διάφορα είδη δεσμών μεταξύ των επιμέρους στοιχείων ενός συστήματος υποστηρίζουν διαφορετικούς τύπους συνοχής. Μερικά συστήματα παρουσιάζουν ένα τύπο συνοχής που βασίζεται σε σταθερές δομικές σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του συστήματος αναγκάζοντάς τα να συνδέονται μεταξύ τους με ένα στατικό τρόπο (π.χ. πέτρες, βράχοι, κτλ.). Τα αυτόνομα συστήματα παρουσιάζουν ένα τύπο συνοχής που βασίζεται σε σχέσεις διεργασιών οι οποίες αναγεννούν (αναδημιουργούν και αναπαράγουν) διαρκώς μέσω αυτό-ενίσχυσης και αυτό-παραγωγής το σύστημα (π.χ. κύτταρα). Ο Collier (2002) υποστηρίζει ότι η απαίτηση για ενεργητικότητα θέτει συγκεκριμένους περιορισμούς σχετικά με το είδος των οργανωμένων συστημάτων τα οποία μπορούν να θεωρηθούν αυτόνομα. Έτσι, ένας βράχος ή ένα αέριο περιορισμένο σε ένα δοχείο δεν θεωρούνται αυτόνομα συστήματα δεδομένου ότι δεν παρουσιάζουν ενεργητικότητα υπό την έννοια που περιγράφηκε προηγουμένως. Η *ενεργητικότητα* απαιτεί τη *διεξαγωγή έργου*, η οποία με τη σειρά της απαιτεί την *ύπαρξη συνθηκών μη-θερμοδυναμικής ισορροπίας* (δείτε §3.3.4 και §5.3.1.2).

³⁸ Υπονοείται η αλληλεπίδραση με το ίδιο το σύστημά τους, μέσω γενικότερων και ειδικότερων διεργασιών αυτό-αναφοράς.

Ειδικότερα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ανάμεσα σε ένα αέριο, ένα βράχο και ένα κύτταρο παρατηρούνται κάποιες σημαντικές συστημικές διαφοροποιήσεις. Έτσι, ένα αέριο δεν παρουσιάζει καμία εσωτερική συνοχή, με αποτέλεσμα να λαμβάνει όποια μορφή του επιβάλλει το περιβάλλον στο οποίο εμπεριέχεται και να διασκορπίζεται εάν δεν περιορίζεται εξωτερικά (στο εξωτερικό του). Αντίθετα, ένας βράχος διατηρεί ισχυρούς και βαθείς εσωτερικούς δεσμούς που περιορίζουν την συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων του με τέτοιο τρόπο ώστε στο σύνολό του να συμπεριφέρεται δυναμικά σαν μια ακέραιη ολότητα. Αυτός ο τύπος συνοχής επιδεικνύει μεγάλο βαθμό παθητικότητας, ακαμψίας, και τοπικότητας, χαρακτηριστικά τα οποία υποστηρίζονται από την αντίστοιχη οργανωσιακή δομή. Πιο συγκεκριμένα, η παθητικότητα και η ακαμψία είναι αποτέλεσμα των ενεργειακά σταθερών αλληλεπιδράσεων που περιορίζουν τα συστατικά μόρια σε χωρικές θέσεις μέσα σε ένα κρυσταλλικό πλέγμα (συνθήκες έντονης τοπικότητας) (Christensen & Hooker, 2000a).

Οι αντίστοιχοι δεσμοί εμφανίζουν έντονη τοπικότητα υπό την έννοια ότι η ισχύς των δυνάμεων που δένουν ένα μόριο σε ένα κρυσταλλικό πλέγμα εξαρτάται μόνο από τις συνδέσεις τους με παρακείμενα μόρια. Η συγκεκριμένη τοπικότητα έχει ως αποτέλεσμα την απουσία (μη-ύπαρξη) ουσιαστικών περιορισμών σχετικά με το σημείο όπου θα πρέπει να εδραιωθεί το σύνολο του βράχου με το περιβάλλον του. Συνεπώς, στην περίπτωση διαχωρισμού ενός βράχου, θα διακοπεί (και επομένως θα χαθεί οντολογικά) η συγκεκριμένη ιδιαιτερότητα της ταυτότητάς του, αλλά το αποτέλεσμα θα είναι δύο μικρότεροι βράχοι με παρόμοιο τύπο συνοχής με τον αρχικό.

Στην περίπτωση του ζωντανού κυττάρου παρουσιάζονται δεσμοί συνοχής που επίσης το κάνουν να συμπεριφέρεται ως μια ακέραιη ολότητα, αλλά από οργανωσιακής πλευράς, το κύτταρο είναι πολύ διαφορετικό από τον βράχο. Έτσι, το κύτταρο παρουσιάζει ένα τύπο συνοχής που είναι ολιστικός (και όχι τοπικός) και ελαστικός (προσαρμοστικός). Αναλυτικότερα, ο ολιστικός (συστημικός) και προσαρμοστικός χαρακτήρας του κυττάρου είναι αποτέλεσμα της εσωτερικής του ενεργητικότητας. Οι χημικοί δεσμοί ενός κυττάρου διαμορφώνονται μέσω ασθενών και ρηχών εσωτερικών αλληλεπιδράσεων που παρουσιάζονται σε σύντομες χρονικές κλίμακες σε σχέση με την ζωή του κυττάρου, καθώς επίσης, αυτοί οι δεσμοί πρέπει να αναδημιουργούνται διαρκώς με τη βοήθεια εξωτερικών ροών ενέργειας. Η συνεχόμενη ενεργητικότητα καταστεί το κύτταρο (την οργάνωσή του) ευαίσθητο σε εξωτερικές παρενοχλήσεις (σε αντίθεση με τον βράχο) αλλά επίσης του προσδίδει ένα σημαντικό βαθμό προσαρμοστικότητας. Η συνοχή του κυττάρου είναι ολιστική (εμφανίζεται στο συστημικό επίπεδο) επειδή οι δυνάμεις που συνδέουν τα επιμέρους στοιχεία του εξαρτώνται από τις αλληλεπιδράσεις που οργανώνονται στο σύνολό του. Ειδικότερα, οι τοπικές αλληλεπιδράσεις διαμορφώνουν λειτουργικές διεργασίες που αλληλεπιδρούν στο καθολικό επίπεδο του κυττάρου για να αναπαράγουν τις απαραίτητες συνθήκες για την επιβίωσή του. Το αποτέλεσμα αυτής της ολιστικής οργανωτικής δομής είναι ότι ο διαχωρισμός ενός κυττάρου σε δύο ξεχωριστά μέρη συνήθως δεν καταλήγει στην παραγωγή δύο νέων κυττάρων (σε αντίθεση με τον βράχο) διότι οι διεργασίες που αναγεννούν το κύτταρο διακόπτονται αμετάκλητα.

Ένας άλλος λόγος που το αέριο και ο βράχος δεν θεωρούνται αυτόνομα συστήματα είναι ότι δεν μπορούν (σε ένα σημαντικό βαθμό) να αντιδράσουν σε διεργασίες που γίνονται πέρα από τα σύνορά τους και επομένως, δεν μπορούν να προβλέψουν και να προνοήσουν σχετικά με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορούν να προσαρμοστούν σε αυτές. Προκειμένου ένα σύστημα να έχει αυτού του είδους τον αυτό-έλεγχο θα πρέπει να μπορεί να *διαφοροποιηθεί εσωτερικά*, και επομένως, δεν αρκεί να βρίσκεται σε μια ομοιόμορφη και σταθερή κατάσταση. Αντιθέτως, θα πρέπει να έχει πλήθος εσωτερικών καταστάσεων οι οποίες να είναι δυναμικά προσπελάσιμες από το ίδιο το σύστημα (δείτε §5.3.1.2).

Η δυνατότητα εσωτερικής διαφοροποίησης φαίνεται να είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό των αυτόνομων συστημάτων, το οποίο τυγχάνει γενικής αποδοχής (Varela, 1979, Collier, 2002, Christensen & Hooker, 2000a, Ruiz-Mirazo, Pereto & Moreno, 2004). Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό απαιτεί ένα είδος ενεργητικότητας και δυναμικής, το οποίο δεν μπορεί να αναπτυχθεί αλλά και να διατηρηθεί σε συστήματα που εμφανίζουν συνοχή βασισμένη σε διαφοροποιήσεις υψηλών ποσοστών ενέργειας. Ως εκ τούτου, η ύπαρξη και διάθεση ενέργειας

είναι σημαντικό χαρακτηριστικό των αυτόνομων συστημάτων, αλλά δεν αποτελεί το βασικότερο μέλημα του συστήματος. Αντίθετα, το πρωταρχικό μέλημα ενός αυτόνομου συστήματος είναι η οργάνωση των διεργασιών, έτσι ώστε να ανακατευθύνεται και να διοχετεύεται η ενέργεια με τρόπο κατάλληλο για την επιβίωσή του. Επομένως, κρίνεται πιο ασφαλές να περιγράφει κανείς τα αυτόνομα συστήματα και τον βαθμό αυτονομίας τους σε σχέση με τη σχετική οργάνωση που παρουσιάζουν, παρά με τις σχετικές ενέργειες που χρησιμοποιούν κατά τις διάφορες αλληλεπιδράσεις τους. Αυτή η παρατήρηση είναι σε άμεση συμφωνία με τη γενικότερη ιδέα της αυτοποίησης βάσει της οποίας η οργάνωση των διεργασιών είναι μεγίστης σπουδαιότητας³⁹ (Maturana & Varela, 1980).

5.1.5 Διεργασιακή και Αλληλεπιδραστική Κλειστότητα

Τα αυτόνομα συστήματα έχουν πολλές λειτουργικές ιδιότητες που διατηρούν την ακεραιότητα του συστήματος μέσω κύκλων αλληλεπιδράσεων που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό του αλλά και με το περιβάλλον του. Οι εν λόγω κύκλοι είναι συνήθως πολύπλοκοι και *αυτό-ενισχυμένοι* (*self-reinforcing*). Σε συνέχεια του παραδείγματος του αρπακτικού, η ικανότητα για ταχύτατη καταδίωξη του θηράματος από ένα αιλουροειδές είναι μια πολύπλοκη νευρο-οπτικό-μυϊκή ιδιότητα, η οποία διατηρείται μέσω της συνεχούς εξάσκησης και των αποτελεσμάτων της επίτευξης απόκτησης τροφής, όπως αυτά διευθετούνται μέσω πολύπλοκων σωματικών διεργασιών. Αυτό υποδεικνύει ένα κεντρικό χαρακτηριστικό των συστατικών διεργασιών ενός αυτόνομου συστήματος, δηλαδή την επίτευξη τόσο *διεργασιακής κλειστότητας* (*process closure*) όσο και *κλειστότητας της αλληλεπίδρασης* (*interaction closure*).

Η κλειστότητα σε επίπεδο διεργασιών αφορά στην γενικότερη παρατήρηση ότι σε ένα αυτόνομο σύστημα μια συνολική διεργασία οφείλει να επιτύχει αυτό-ενίσχυση μέσω της υποστήριξης της βιωσιμότητάς του και κατ' επέκταση, της διαρκούς ικανότητας του συστήματος να εκπληρώνει τη συγκεκριμένη διεργασία. Για να επιτευχθεί διεργασιακή κλειστότητα σε συνολικό επίπεδο, θα πρέπει τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος να αλληλεπιδρούν, τόσο μεταξύ τους, όσο με το περιβάλλον, με έναν δυναμικά καθορισμένο τρόπο⁴⁰. Αυτή είναι η βάση για την κλειστότητα των αλληλεπιδράσεων η οποία είναι επίσης σημαντική για την εμφάνιση συνοχής στο αυτόνομο σύστημα (Collier, 1999; 2000; 2002), (Christensen & Hooker, 2000a). Έτσι, σε ένα αιλουροειδές οι ποικίλες βιοχημικές αντιδράσεις που συνιστούν τη συνολικότερη δραστηριότητα αναζήτησης τροφής οφείλουν να αλληλεπιδράσουν με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει αποτελεσματικότητα στο κυνήγι του θηράματος. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα θα πρέπει να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον έτσι ώστε να καταλήγει σε μια επαρκή τροφοδότηση οργανικών υλικών. Τα υλικά αυτά θα πρέπει να οδηγούν (μέσω κατανάλωσης και πέψης) στα στοιχεία τα οποία αν αλληλεπιδράσουν με το σώμα του αιλουροειδούς θα καταλήξουν στην παραγωγή επαρκών θρεπτικών συστατικών. Η επάρκεια των θρεπτικών συστατικών θα δημιουργήσει τις συνθήκες για τη βιοχημική συντήρηση αλλά και ενδυνάμωση επακόλουθων δραστηριοτήτων κυνηγιού, καθώς και άλλων δραστηριοτήτων. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι σε ένα αυτόνομο σύστημα οι διάφορες διεργασίες, γενικότερα, θα αλληλεπιδρούν και με πολλές άλλες διεργασίες. Για παράδειγμα, οι διεργασίες κατανάλωσης τροφής και πέψης, εκτός των δραστηριοτήτων κυνηγιού, υποστηρίζουν και πολλές άλλες ικανότητες του συστήματος. Συνεπώς, το λογικό όριο της κλειστότητας ενός αυτόνομου συστήματος είναι το ίδιο το σύστημα και όλο το περιβάλλον με το οποίο αλληλεπιδρά (δείτε επίσης §5.3.2.1 και §5.3.5.1).

³⁹ Αυτό αποτελεί το μόνο κοινό σημείο των δύο προσεγγίσεων στην αυτονομία (αυτού που περιγράφεται στις παρούσες ενότητες και της αυτοποίησης, διότι όπως θα αναφερθεί παρακάτω (δείτε §5.2) υπάρχουν σημαντικές διαφορές.

⁴⁰ Στην §5.3.1.4 θα παρουσιαστεί η έννοια της δυναμικής προϋπόθεσης που ικανοποιεί τις συγκεκριμένες απαιτήσεις στα πλαίσια ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου αυτόνομου συστήματος.

Στο επίπεδο των διεργασιών η συνοχή εξασφαλίζει την ταυτότητα μόνο στην περίπτωση που μια διεργασία συνδέεται περισσότερο με τον εαυτό της (αυτό-αναφορικά με σκοπό την αυτό-ενίσχυση) παρά με άλλες διεργασίες. Ωστόσο, οι διεργασίες που συνεισφέρουν στην επίτευξη αυτόνομης συνοχής πρέπει να συντονίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται βιωσιμότητα. Οι αντίστοιχες διεργασίες είναι αρκετά πολύπλοκες και εμπεριέχουν μη-γραμμικές αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον. Παρόλα αυτά, σε πολλές περιπτώσεις συνδέονται με πολύπλοκους και μη-γραμμικούς τρόπους με άλλες διεργασίες που αφορούν άλλες δραστηριότητες σε διαφορετικά επίπεδα συνοχής. Έτσι, θα πρέπει κανείς να περιμένει από τα αυτόνομα συστήματα μια επίδειξη ολιστικής οργάνωσης ιεραρχικού τύπου όπου ανοικτά 'θέματα' διεργασιών χαμηλότερων επιπέδων κλείνουν στα υψηλότερα επίπεδα (Lemke, 2000, Pattee, 2001a).

Ωστόσο, η συγκεκριμένη κλειστότητα δεν χρειάζεται να είναι ολοκληρωμένη.⁴¹ Όπως ήδη αναφέρθηκε, ενώ η διεργασιακή κλειστότητα είναι ουσιαστική σε μεγάλο βαθμό, η εμφάνιση κλειστότητας αλληλεπίδρασης τόσο μεταξύ των διεργασιών στο εσωτερικό του συστήματος όσο με το περιβάλλον είναι απαραίτητη για την εξέλιξη του συστήματος. Προκειμένου όμως να μπορέσει να υπάρξει αποτελεσματική δραστηριότητα θα πρέπει να υπάρξει εσωτερική διαφοροποίηση του συστήματος που θα οδηγήσει αναγκαστικά σε μια *πληροφοριακή ανισορροπία (informational imbalance)* ανάμεσα στην οργάνωση εσωτερικά του συστήματος και στο περιβάλλον με το οποίο αλληλεπιδρά.

Μεταξύ των ερευνητών (Collier, 1999b, Collier, 2000, Christensen & Hooker, 2000b, Ruiz-Mirazo & Moreno, 2000, Ruiz-Mirazo & Moreno, 2004) υπάρχει συμφωνία στο ότι, η κεντρική αυτό-διατηρούμενη οργάνωση προσδιορίζεται αρχικά μέσα στο αυτόνομο σύστημα και ότι η συγκεκριμένη ανισορροπία δικαιολογεί τη θεώρηση του συστήματος ως αυτόνομο.⁴² Με άλλα λόγια, προκειμένου ένα σύστημα να θεωρηθεί ως αυτόνομο θα πρέπει η εσωτερική οργανωσιακή κλειστότητά του να είναι μεγαλύτερη από την κλειστότητα αλληλεπίδρασης ή διαφορετικά, οι *κεντρομόλες δυνάμεις (centripetal forces)* της εξέλιξης του συστήματος να είναι μεγαλύτερες από τις *φυγόκεντρες (centrifugal forces)*. Αν κανείς αναλογιστεί, ότι όπως υποστηρίζει ο (von Uexküll, 1982), η βασική διαφορά ανάμεσα στην κατασκευή μιας μηχανής και ενός ζωντανού οργανισμού είναι ότι το πρώτο κατασκευάζεται 'κεντρομολικά', δηλαδή ξεκινώντας από τα επιμέρους στοιχεία που πρέπει να κατασκευαστούν αρχικά, ενώ το δεύτερο 'κατασκευάζεται' 'φυγόκεντρικά', δηλαδή, πρώτα έρχεται η ολότητα και τα επιμέρους στοιχεία αναπτύσσονται (ως προς τη λειτουργική τους μορφή) γύρω από αυτή, τότε, συμπεριλαμβανομένων των παραπάνω, γίνεται αρκετά αισθητή η δυσκολία σχεδίασης και 'κατασκευής' ενός αυτόνομου συστήματος.

Η αρχή της ανισορροπίας μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής οργάνωσης προσφέρει ένα αφηρημένο εργαλείο μελέτης και ταξινόμησης των αυτόνομων συστημάτων αλλά σε καμία περίπτωση δεν αποτελεί εργαλείο μέτρησης της αυτονομίας ενός συστήματος. Γενικότερα, η σύγκριση βαθμών και επιπέδων οργάνωσης δεν είναι κάτι το εύκολο ή το τετριμμένο. Ένα εργαλείο μέτρησης του βαθμού οργάνωσης είναι το *λογικό βάθος (logical depth)*, δηλαδή, ο αριθμός των βημάτων (σε μια αλγοριθμική διαδικασία) που απαιτούνται για να παραχθεί μια δομή στο επιφανειακό επίπεδο από μια βαθύτερη δομή. Το λογικό βάθος θεωρείται συχνά ως μέτρο οργάνωσης και ορίζεται στα πλαίσια της θεωρίας της αλγοριθμικής πολυπλοκότητας. Ωστόσο, η συγκεκριμένη τιμή είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί. Ακόμη και κάτω από τις καλύτερες των συνθηκών ο αναλυτικός υπολογισμός του βάθους είναι πρακτικά αδύνατος (Bennett, 1985). Παρόλα αυτά, υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις όπου οι διαφοροποιήσεις στην

⁴¹ Αυτή, μεταξύ άλλων, όπως θα αναλυθεί παρακάτω, είναι η βασική διαφορά μεταξύ της συγκεκριμένης θεώρησης της αυτονομίας και της αυτονομίας που υponοείται από το πλαίσιο της αυτοποίησης – δείτε §5.2.

⁴² Η συγκεκριμένη θέση δικαιολογεί και την ύπαρξη εαυτού (το 'self' μέρος του συστήματος) αλλά το συγκεκριμένο θέμα δεν θα αναλυθεί περισσότερο στην παρούσα εργασία. Μια ανάλυση του θέματος μπορεί κανείς να βρει στο (Collier, 2004a; 2004b).

οργάνωση είναι εμφανής και επομένως αναγνωρίζονται σχετικά εύκολα (Collier & Hooker, 1999). Έτσι η σύγκριση του βαθμού αυτονομίας αλλά και άλλων παραμέτρων μεταξύ δύο η περισσότερων αυτόνομων συστημάτων δεν είναι αδύνατη και αυτό αποτελεί ακόμη μια βασική διαφορά από την αυτοποίηση που υπονοεί μια ‘όλα ή τίποτα’ αυτονομία, δίχως τη δυνατότητα περαιτέρω διακρίσεων (Varela 1979, δείτε επίσης §5.2).

Η ανάλυση που προηγήθηκε καταλήγει στο ότι η ιδιότητα της αυτονομίας αρχικά απαιτεί συνθήκες μακριά από τη θερμοδυναμική ισορροπία, δυνατότητα εσωτερικής δυναμικής διαφοροποίησης, ιεραρχική και αλληλεπιδραστική οργάνωση των διεργασιών του συστήματος, ατελή κλειστότητα και επομένως ανοιχτότητα στο περιβάλλον (και στα υπόλοιπα συστήματα), τουλάχιστον ως προς τα στοιχεία της δομής. Ο Collier (2002) τονίζει ότι ιδιαίτερη σπουδαιότητα εμφανίζει το συμπέρασμα ότι η ύπαρξη της αυτονομίας, όπως κάθε άλλη περίπτωση συνοχής, ταυτίζεται με την αντίστοιχη διεργασιακή και (κατ’ επέκταση) αλληλεπιδραστική κλειστότητα και δεν είναι κάτι συμπληρωματικό αυτής ούτε κάτι που ορίζεται σε άλλο επίπεδο από την συνοχή της ολότητας του συστήματος (συστημικό επίπεδο).

5.1.6 Από το Επίπεδο Βασικής Αυτονομίας στην Αυτονομία της Προσαρμογής και της Προσαρμοστικότητας Μέσω Ανάπτυξης Εξελικτικών Γνωστικών Διεργασιών

Όπως αναλυτικά αναφέρθηκε στην §5.1.4 η αυτονομία είναι μια μορφή συνοχής που είναι ιδιαίτερης σημασίας για την διατήρηση του συστήματος. Επίσης, όπως κάθε μορφή συνοχής, εμφανίζεται σε διάφορους βαθμούς. Ωστόσο, απαιτείται μια πολύπλοκη οργάνωση και μια ανισορροπία μεταξύ της πολυπλοκότητας των εσωτερικών διεργασιών και της πολυπλοκότητας των εξωτερικών πόρων. Η ανισορροπία αυτή δεν συνεπάγεται την απόλυτη κλειστότητα του συστήματος. Ειδικότερα, στην περίπτωση που το περιβάλλον παρουσιάζει υψηλή πολυπλοκότητα, το σύστημα θα πρέπει αντίστοιχα να αυξάνει την πολυπλοκότητά του προκειμένου να μπορεί να αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τις παρενοχλήσεις του περιβάλλοντος. Για να κινηθεί το αυτόνομο σύστημα προς αυτή την κατεύθυνση θα πρέπει να είναι δυναμικά ανοικτό και συζευγμένο με το περιβάλλον του (μέσω μη-γραμμικών αλληλεπιδράσεων που όμως επιτυγχάνουν την κλειστότητά τους μέσω των εσωτερικών διεργασιών του συστήματος) καθώς και ενεργειακά ανοικτό (ως διασκορπίζον σύστημα μακριά από τη θέση θερμοδυναμικής ισορροπίας – δείτε §5.3.1.2). Συνεπώς, ένα αυτόνομο σύστημα δεν είναι ποτέ εντελώς ανεξάρτητο από το περιβάλλον του, για αυτό άλλωστε παρουσιάζει βαθμιαία αυτονομία και όχι απόλυτη (όπως στην περίπτωση της αυτοποίησης – δείτε §5.2).

Η συνεχής προσπάθεια του αυτόνομου συστήματος να ανταπεξέρχεται στις αυξανόμενης πολυπλοκότητας παρενοχλήσεις του περιβάλλοντος, συνεπάγεται την *προσαρμογή (adaptation)* του συστήματος σε αυτό. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ιδέα της επέκτασης και σύνδεσης της έννοιας της αυτονομίας στην έννοια της προσαρμογής προέρχεται από τη θεώρηση της αυτοποίησης (Varela, 1979). Όπως θα αναφερθεί στην §5.2 η αυτοποίηση υπονοεί μια προβληματική θεώρηση της αυτονομίας και κατ’ επέκταση της προσαρμογής. Συγκεκριμένα, η φύση της εξατομίκευσης των διεργασιών και της αντίστοιχα υποστηριζόμενης οργάνωσης απαιτεί βαθύτερη ανάλυση όπως αυτή της θεώρησης της συνοχής, καθώς και άλλων σημαντικών ιδιοτήτων όπως θα αναφερθούν αναλυτικά στις παρακάτω ενότητες. Ένα αυτόνομο σύστημα δεν θεωρείται αυτόματα ως προσαρμοσμένο.⁴³ Συγκεκριμένα, η οποιαδήποτε ‘ενδιαφέρουσα’ μορφή προσαρμογής δεν επιτυγχάνεται αυτομάτως με την επίτευξη βασικής αυτονομίας ενός συστήματος (δείτε §5.3.1), αλλά χρειάζονται αρκετές σύνθετες διαδικασίες εξέλιξης της οργάνωσής του. Έτσι, αν και όπως αναφέρθηκε στην §3.2.1 η γνωστική διεργασία ταυτίζεται εξ’

⁴³ Δεν θεωρείται προσαρμοσμένο λόγω του ότι δεν παρουσιάζει καμία ιδιαίτερη μορφή προσαρμογής – κατά τα άλλα, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι οποιοσδήποτε βαθμός και επίπεδο αυτονομίας συνεπάγεται έναν αντίστοιχο βαθμό και επίπεδο προσαρμογής.

αρχής με τις διεργασίες δημιουργίας και ανάπτυξης ζωής⁴⁴, η νόηση (στον βαθμό που να παρουσιάζει ενδιαφέρον μελέτης, αλλά και να παρομοιάζει τις γνωστικές διεργασίες στις οποίες εμπλέκονται συστήματα με υψηλό βαθμό αυτονομίας) δεν ταυτίζεται, τουλάχιστον ως προς την πολυπλοκότητα της οργάνωσης από την οποία υποστηρίζεται, με το επίπεδο βασικής αυτονομίας.

Αναλυτικότερα, οι Christensen & Hooker (2000b) υποστηρίζουν ότι όλα τα ζωντανά συστήματα είναι αυτόνομα (υπό την έννοια της αυτονομίας που έχει αναλυθεί παραπάνω), συμπεριλαμβανομένων των βακτηρίων και των φυτών, και επομένως, η αυτονομία από μόνη της δεν λύνει άμεσα το πρόβλημα της αφετηρίας και της φύσης της νόησης η οποία εμφανίζεται σε πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις του συστήματος με το περιβάλλον του. Ως εκ τούτου, θεωρούν ότι χρειάζεται πολύ περισσότερη θεωρητική προσπάθεια και ανάπτυξη προκειμένου να θεμελιωθεί θεωρητικά η γνωστική διεργασία στο γενικότερο πλαίσιο των αυτόνομων συστημάτων. Στο ίδιο περίπου μήκος κύματος κινούνται και οι Moreno & Ruiz-Mirazo (2000; 2002) υποστηρίζοντας ότι ένα αυτόνομο σύστημα αρχίζει να εμπλέκεται σε γνωστικές διεργασίες (συγκεκριμένα να πρακτορεύει) όταν αναπτύξει πληροφοριακές δομές στο επίπεδο της συμβολικής περιγραφής του από έναν αυτό-περιγραφικό κώδικα μετάφρασης δείτε §5.3.4.2).

Στην §5.1.2 αναφέρθηκε ότι οι προσδοκίες ενός προβλεπτικού συστήματος είναι άμεσα συνδεδεμένες με το περιεχόμενο των αναπαραστάσεών του προκειμένου να μπορέσει να αλληλεπιδράσει επιτυχώς με το περιβάλλον του. Με άλλα λόγια η δυνατότητα προσαρμογής ενός αυτόνομου συστήματος βασίζεται στην ικανότητά του για *κατευθυνόμενη αλληλεπίδραση*, δηλαδή για δράση που διαμορφώνει τη διεργασία αλληλεπίδρασης με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνονται οι συνθήκες κλειστότητας για την αυτονομία του. Στα περισσότερα *προσαρμοσμένα συστήματα (adaptive systems)* η κατευθυνόμενη αλληλεπίδραση εμφανίζεται σε στοιχειώδεις μορφές (π.χ. αυτό-ρύθμιση – δείτε §3.3.3.3). Η ιδιότητα της *κατευθυντικότητας* (δηλαδή η ικανότητα του να κατευθύνεται το ίδιο το σύστημα από μόνο του) σε *έμμεσο σκοπό μέσω άμεσων ή έμμεσων στόχων (goal-directedness)* έχει αρκετές διαστάσεις που σχετίζονται με την γενικότερη δυνατότητα καθοδήγησης του συστήματος, συμπεριλαμβανομένης και της ικανότητας δυναμικής προσμονής της διεργασίας αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον και της ικανότητας αξιολόγησης της συγκεκριμένης αλληλεπίδρασης κάνοντας χρήση κανονιστικών σημάτων (Christensen & Hooker, 2000a).

Αυτές οι χαρακτηριστικές ικανότητες της κατευθυντικότητας, έχοντας πάντα ως βάση το επίπεδο στοιχειώδους (βασικής) αυτονομίας του συστήματος (δείτε §5.3.1), αποτελούν τα βασικά συστατικά ανάπτυξης και διαμόρφωσης της γνωστικής διεργασίας. Η συγκεκριμένη προσέγγιση στη γνωστική διεργασία υπονοεί ένα σύνολο ικανοτήτων των προσαρμοσμένων συστημάτων που εξειδικεύεται σε στρατηγικές προσαρμογής, οι οποίες σχετίζονται άμεσα με την ανάπτυξη ευφυΐας, η οποία με τη σειρά της διατηρεί τον ποικίλο χαρακτήρα των γνωστικών διεργασιών και των αντίστοιχων αλληλεπιδράσεων.

Στην περίπτωση που το σύστημα παρουσιάζει ικανότητα προσαρμογής σε διαφορετικά (ως προς την οργάνωση πολυπλοκότητας σε συνδυασμό με το στόχο του συστήματος) περιβάλλοντα, θεωρείται *προσαρμοζόμενο*. Η *προσαρμοστικότητα* απαιτεί ακόμη πιο πολύπλοκες μορφές οργάνωσης και έχει ως αποτέλεσμα την αισθητά περαιτέρω αύξηση του βαθμού αυτονομίας από το περιβάλλον (σε σχέση με τη δυνατότητα προσαρμογής σε ένα συγκεκριμένο είδος περιβάλλοντος), από τη στιγμή που οι κρίσιμες περιβαλλοντικές συνθήκες κατά κάποιο τρόπο 'απλοποιούνται' σε ένα υψηλότερο επίπεδο της ανάλυσης και μετατρέπονται σε γενικευμένες απαντήσεις σε διαφορετικά είδη (τύπους) περιβάλλοντος. Αυτές οι γενικεύσεις (ενσωματωμένες και υλοποιημένες μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της διεργασιακής και αλληλεπιδραστικής κλειστότητας ενός κατά βάσει αυτόνομου συστήματος) επιτρέπουν λεπτομερέστερες αντιδράσεις

⁴⁴ Η θεώρηση της αυτοποίησης άνοιξε τον δρόμο προς αυτή την κατεύθυνση και επομένως κρίνεται απόλυτα σημαντική, ιδιαίτερα για την εποχή στην οποία διαμορφώθηκε η συγκεκριμένη σκέψη.

σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα χωρίς να είναι απαραίτητη η κωδικοποίησή τους για το κάθε ένα ξεχωριστά.

Γενικότερα, η γνωστική διεργασία (και ο αντίστοιχος βαθμός ευφυΐας) προκύπτει και αναπτύσσεται μέσα από εξειδικευμένες διαδικασίες προσαρμοστικότητας με κύριο αποτέλεσμα την εμφάνιση ικανότητας *αυτό-κατεύθυνσης (self-directedness)* (Christensen & Hooker, 2002), (Christensen, 2004). Στην πιο πλήρη αλλά διαρκώς εξελισσόμενη μορφή της αυτό-κατεύθυνσης, το αυτόνομο σύστημα χρησιμοποιεί τις δυναμικά παραγόμενες προσδοκίες του σε συνδυασμό με τις πληροφοριακές δομές που προσφέρει το εκάστοτε πλαίσιο δράσης (context) προκειμένου να παράγει μια *εκ προθέσεως αλληλεπίδραση με κατευθυντικότητα σε έμμεσο σκοπό μέσω ποικίλων άμεσων και έμμεσων στόχων*.⁴⁵ Ως γενικότερο αποτέλεσμα, τα προσαρμοσμένα συστήματα θα εμφανίζουν μεγαλύτερο βαθμό αυτονομίας από τα μη προσαρμοσμένα, και τα προσαρμοστικά συστήματα θα επιδεικνύουν ακόμη μεγαλύτερη αυτονομία από τα προσαρμοσμένα.

Η ικανότητα αυτό-κατεύθυνσης είναι άμεσα συνδεδεμένη με το βαθμό προσδοκίας του συστήματος. Τα αυτόνομα συστήματα με χαμηλά επίπεδα προσαρμοστικότητας χρησιμοποιούν στοιχειώδεις προβλεπτικές δομές τύπου δράσης-αντίδρασης μέσω καλά καθορισμένων προτύπων.⁴⁶ Καθώς το σύστημα εξελίσσεται αυξάνεται η προβλεπτική του ικανότητα καθώς και η ικανότητα αξιολόγησης των επικείμενων αλληλεπιδράσεών του. Οι προβλεπτικές δομές του γίνονται ολοένα πιο δυναμικές καθώς ανάλογα εξελίσσεται το περιεχόμενο των αναπαραστάσεών του. Σε ένα αρκετά υψηλό επίπεδο προβλεπτικής ικανότητας, το αυτόνομο σύστημα είναι σε θέση να χρησιμοποιεί τις δυναμικά αλληλοσυνδεόμενες αναπαραστάσεις του προκειμένου να διεκπεραιώνει δυναμικές μιμήσεις (dynamic emulations) αλληλεπιδράσεων, εκτός πραγματικού χρόνου (off-line) (δείτε §5.3.6.1 και §5.3.6.2). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του βαθμού προσαρμοστικότητάς του, ο οποίος υποστηρίζεται από τις γνωστικές διεργασίες υψηλού επιπέδου οι οποίες με τη σειρά τους υποστηρίζονται από την ύπαρξη συνδυαστικών αναπαραστάσεων (δείτε §4.3.2 και §4.3.3). Έτσι, κάτω από τις κατάλληλες (αλλά πολύπλοκες) συνθήκες ένα αυτόνομο σύστημα με σημαντικό βαθμό αυτό-κατεύθυνσης, έχει την ικανότητα να εμπλέκεται σε ένα είδος κονστρουκτιβιστικών διεργασιών μάθησης βάσει των μελλοντικά-κατευθυνόμενων προσδοκιών του. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα μαθαίνει για τη φύση του προβλήματος καθώς προσπαθεί να το επιλύσει (σχεδίαση).

Το πέρασμα από το χαμηλότερο και στοιχειώδες επίπεδο βασικής αυτονομίας μέχρι το επίπεδο της αυτό-κατευθυνόμενης βάσει των δυναμικών προσδοκιών μάθησης (σχεδίαση) ενός αυτόνομου συστήματος δεν συμβαίνει αυτόματα, αλλά συνοδεύεται με την ανάδυση διαφορετικών και δυναμικώς συσχετιζόμενων επιπέδων αναπαράστασης (Bickhard, 1998), ο λειτουργικός ρόλος των οποίων εξασφαλίζει την δυναμικά αναδυόμενη και ενσωματωμένη αλληλεπίδραση του αυτόνομου συστήματος με το περιβάλλον του (Arnellos, Spyrou, Darzentas, 2004; 2005b).

Στην §5.3 θα επιχειρηθεί μια αναλυτική και κριτική περιγραφή των κομβικών σημείων εξέλιξης ενός αυτόνομου συστήματος καθώς και το είδος και ο ρόλος των αναπαραστάσεων στην πορεία της εξέλιξής του. Πρώτα όμως θα ακολουθήσει μια παράθεση των προβλημάτων της έννοιας της αυτονομίας έτσι όπως συνεπάγεται από τη θεώρηση της αυτοποίησης, έχοντας ως σημείο αναφοράς την γενικότερη θεώρηση της αυτονομίας που προηγήθηκε στην §5.1.

⁴⁵ Σε αυτή την περίπτωση το γνωστικό σύστημα εμπλέκεται σε διεργασίες σχεδίασης όπως αναλυτικά θα αναφερθεί στο Κεφ. 6.

⁴⁶ Για παράδειγμα, ο (Klowden, 1995) προσφέρει μια σχετική ανάλυση του προβλεπτικού μηχανισμού των κουνουπιών.

5.2 Σημαντικά Προβλήματα στην Αυτονομία της Αυτοποίησης

Στην §3.2.2 αναφέρθηκε ότι παράλληλα με την έννοια της αυτοποίησης οι (Maturana & Varela, 1973), εισήγαγαν την έννοια της αυτονομίας ως την κεντρική έννοια για την μελέτη των βιολογικών, γνωστικών και προσαρμοστικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, η αυτοποίηση αποτέλεσε (και όπως είναι φανερό, ακόμη αποτελεί) μια σημαντικότερη συνεισφορά στην επιστήμη και τη φιλοσοφία με την γενικότερη εισαγωγή ενός νέου θέματος μελέτης μαζί με μια καινούργια επιστημονική έννοια; αυτή της αυτονομίας από μια βιολογική οπτική.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι η έννοια της αυτονομίας από βιολογικής άποψης διαφέρει αρκετά από άλλες οπτικές της έννοιας (πολιτική, ηθική κτλ.). Συγκεκριμένα, στη βιολογική οπτική, η αυτονομία δεν αντιμετωπίζεται ως ακόμη μια σημαντική ποιότητα της δράσης (μια αυτόνομη πόλη ή ένας αυτόνομος πράκτορας έχει τη δυνατότητα να αυτό-προκαθορίζει και να ελέγχει τις ενέργειές του ή τη ζωή του, ενώ στην αντίθετη περίπτωση ο έλεγχος επιβάλλεται εξωγενώς του συστήματος), αλλά θεωρείται ως μια έννοια που περιβάλλει τις διεργασίες που έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν τη συγκεκριμένη ικανότητα ή να διαμορφώσουν τις συνθήκες που θα κάνουν την εμφάνισή της πιθανή, μαζί με τις αντίστοιχες χαρακτηριστικές ενέργειες του συστήματος. Επομένως, η αυτοποίηση προσπαθεί να δώσει μια επιστημονική εξήγηση για την ταυτότητα της χαρακτηριστικής μονάδας η οποία μπορεί να θεωρηθεί ως αυτόνομη. Όπως αναλυτικά αναφέρθηκε στην §3.2 οι ενέργειες μιας αυτοποιητικής μονάδας προσδιορίζονται στο επίπεδο των δομικών συζεύξεων με το περιβάλλον (*ενάδραση* (*enaction*)), δείτε (Varela, Thompson & Rosch, 1991), δηλαδή, στο επίπεδο αλλαγών της δομής της μονάδας που δεν καθοδηγούνται μέσω εισόδων από το περιβάλλον, αλλά αντιθέτως, παράγονται αυτόνομα.

Η θεωρία της αυτοποίησης, τουλάχιστον όπως αρχικά παρουσιάζεται στην βιβλιογραφία, προσφέρει ένα σύνολο 'οδηγιών' (Mingers, 1995) αλλά και ένα αφηρημένο μοντέλο για την κατανόηση της βιολογικής αυτονομίας, ενώ παράλληλα αντιτίθεται σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις της θεωρητικής βιολογίας. Ως εκ τούτου, έχει αποτελέσει πηγή έμπνευσης για αρκετές προσεγγίσεις της έννοιας της αυτονομίας από βιολογική άποψης (Kaufmann, 2000, Ruiz-Mirazo, 2000), αλλά και για γενικότερες προσεγγίσεις, όπως αυτή που διατυπώθηκε στην §5.1 και θα αναλυθεί εκτενέστερα στις επόμενες ενότητες. Η βασική συνεισφορά της αυτοποίησης επικεντρώνεται στο ότι, ορίζεται υποδεικνύοντας τόσο την κατάσταση των πραγμάτων που τη συνιστά (αυτοποίηση είναι η οργάνωση που ορίζεται από το αυτό-επαναλαμβανόμενο δίκτυο διεργασιών παραγωγής των επιμέρους στοιχείων της μονάδας), όσο και την κατάσταση των πραγμάτων που δεν τη χαρακτηρίζει (αυτοποίηση δεν είναι το αποτέλεσμα των ιδιοτήτων συγκεκριμένων κυτταρικών συστατικών, όπως για παράδειγμα αυτά των διαφόρων γενετικών υλικών).

Η αρνητική οπτική της παρουσίας της θεωρίας της αυτοποίησης ενέχει σε μεγάλο βαθμό μια ισχυρή κριτική στον ρόλο των βιολογικών εννοιών της 'γενετικής πληροφορίας', της 'αναπαραγωγής' και της 'εξέλιξης' στην εξήγηση του φαινομένου της ζωής και κατ' επέκταση (στην εξήγηση) της έννοιας της αυτονομίας. Γενικότερα, η επιρροή της θεώρησης της αυτονομίας ήταν, είναι και θα είναι ιδιαιτέρως σημαντική στις συστημικές προσεγγίσεις της βιολογίας.⁴⁷

⁴⁷ Η συγκεκριμένη αλλαγή στη θεώρηση της αυτονομίας συνεπάγεται την εγκατάλειψη της παγιωμένης και προσηλωμένης στα συγκεκριμένα μοριακά στοιχεία θεώρησης των ζωντανών οργανισμών, και τη στόχευση στη διατύπωση θεωρήσεων με πυρήνα το χαρακτηριστικό τρόπο με τον οποίο τα συγκεκριμένα στοιχεία συνιστούν μια λειτουργική μονάδα, δηλαδή μια δυναμικά αυτό-παραγόμενη οργάνωση. Εδώ επικεντρώνεται η σπουδαιότητα της αυτοποιητικής θεωρίας και η θεμελιώδης αξίωσή της ότι η ζωή είναι μια ολιστική ιδιότητα, που αφορά ένα ολόκληρο σύστημα, παρά μια ιδιότητα ξεχωριστών μορίων ή πληθυσμών τους.

Παρόλα αυτά, με την εισαγωγή καινούργιων και πιο συγκεκριμένων θεωρήσεων της αυτονομίας αναδύθηκαν μερικά σημαντικά προβλήματα της αυτοποίησης. Τα προβλήματα αυτά παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους.

5.2.1 Η Απολυτότητα της Αυτοποιητικής Τομής

Στην §5.1.3 σημειώθηκε ότι η κλειστότητα που υponοείται στο μοντέλο της αυτονομίας του Rosen (1991) είναι πλήρης και επομένως δεν επιτρέπει τη διάκριση σε βαθμούς ή τους διαφορετικούς τύπους έκφρασης της αυτονομίας όπως αναφέρθηκαν στην §5.1. Το ίδιο πρόβλημα συναντάται και στην θεώρηση της αυτοποίησης, τόσο στο λογικό και στο οντολογικό, όσο και στο καθαρά εμπειρικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, οι Maturana & Varela λένε ότι:

Αναλόγως, μια αυτοποιητική οργάνωση συνιστά μια κλειστή περιοχή σχέσεων που προσδιορίζεται μόνο σε σχέση με την αυτοποιητική οργάνωση που συνιστούν οι συγκεκριμένες σχέσεις, και, κατά αυτό τον τρόπο, ορίζει ένα 'χώρο' μέσα στο οποίο δύναται να πραγματοποιηθεί ως ένα συγκεκριμένο σύστημα; ένας χώρος, οι διαστάσεις του οποίου ορίζονται από τις σχέσεις της παραγωγής των στοιχείων που πραγματοποιούν τη συγκεκριμένη οργάνωση (Maturana & Varela, 1980, σελ. 88).

Αν και είναι αρκετά φανερό ότι η κλειστότητα της αυτοποίησης που υponοείται στο παραπάνω απόσπασμα εξασφαλίζει την αυτονομία (υπό οποιαδήποτε διαισθητική έννοια), ο Collier (2002) θέτει έντονους προβληματισμούς στο κατά πόσο υπάρχει οποιοσδήποτε οργανισμός, η αυτοποιητική οργάνωση του οποίου μπορεί να διαχωριστεί (με έναν όχι ad-hoc τρόπο) από μία οργάνωση που εμπεριέχει (εμπλέκει) ετεροποιητικές (ή αλλοποιητικές) αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον και με άλλους οργανισμούς. Όπως αναφέρθηκε στην §5.1.6 η φύση της εξατομίκευσης των διεργασιών και της αντίστοιχα υποστηριζόμενης οργάνωσης απαιτεί μια βαθύτερη και διαφορετικού είδους ανάλυση από αυτή της αναγωγής.

Αναλυτικότερα, όπως συγκεκριμένα αναφέρθηκε στην §4.1.3.3 ο διαχωρισμός ενός πολύπλοκου συστήματος σε επιμέρους στοιχεία προκειμένου να εξηγηθεί ο τρόπος λειτουργίας του, είναι εντελώς τεχνητός και αφήνει ένα μεγάλο και σημαντικό μέρος της εξήγησης ανοικτό. Ένα σημαντικό θέμα είναι αυτό της αρχικής προέλευσης (origin) το οποίο, στο πλαίσιο της αυτοποίησης αντιστοιχίζεται στη διαφορά μεταξύ αυτοποιητικών και αλλοποιητικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, ο Collier (2002) χαρακτηριστικά αναφέρει ότι ένα κατασκευασμένο βακτήριο θα παρουσίαζε περίπου τις ίδιες συνθήκες συνοχής με ένα φυσικό. Επομένως, βάσει των όσων αναφέρθηκαν στην §5.1.4 το κατασκευασμένο βακτήριο θα είναι εξίσου αυτόνομο με το φυσικό. Παρόλα αυτά, θα θεωρείται εξ ορισμού αλλοποιητικό και η αποτελεσματική σχέση αιτίου αιτιατού η οποία θα το χαρακτηρίζει θα εντοπίζεται στον σχεδιαστή του. Η γενικότερα συστημική έννοια της αυτονομίας που παρουσιάστηκε στην §5.1 αποφεύγει το προαναφερθέν παράδοξο, δηλαδή, ένα ισομορφικό σύστημα ενός αυτόνομου συστήματος να μην μπορεί να θεωρηθεί ως αυτόνομο.

Γενικότερα, η απολυτότητα της *αυτοποιητικής τομής (autopoietic cut)* δεν επιτρέπει τη θεώρηση των αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον του συστήματος ως μέρος της συνολικής κλειστότητάς του, σε αντίθεση με την βαθμιαία φύση της ιδιότητας της συνοχής.⁴⁸ Η μεταβλητή και βαθμιαία φύση της ιδιότητας της συνοχής επιτρέπει τέτοιου είδους διαρροές, οι οποίες απαγορεύονται από την απολυτότητα της αυτοποίησης.

⁴⁸ Οι Schaffner (1998) και Collier (2000) αναλύουν παραδείγματα βιολογικών συστημάτων όπου το μοντέλο της απόλυτης αυτοποιητικής τομής δεν μπορεί να εξηγήσει την αυτόνομη συμπεριφορά τους. Ο κύκλος ανάπτυξης των συγκεκριμένων συστημάτων παρουσιάζει τον απαιτούμενο βαθμό συνοχής, επιτυγχάνοντας (ολοκληρώνοντας) την κλειστότητά του έξω από τον υπό εξέταση οργανισμό, ενώ υπό το πρίσμα της αυτοποίησης η απαιτούμενη κλειστότητα δεν εμφανίζεται, εφόσον σημαντική πληροφορία για την καθοδήγηση της συμπεριφοράς του συστήματος έρχεται από το εξωτερικό του.

Ένας τυπικά αυτόνομος οργανισμός αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του ενώ παράλληλα παρουσιάζει μια αρκετά πολύπλοκη συμπεριφορά στο εσωτερικό του. Ο συνδυασμός αυτός συνεισφέρει στην βιωσιμότητά του. Ο Collier (2000; 2002) υποστηρίζει ότι η αυτοποίηση αξιώνει τα αυτό-διατηρούμενα μέρη της οργάνωσης ενός συστήματος να είναι διαχωρισμένα από αυτά που συμμετέχουν στην αλληλεπίδρασή του.⁴⁹ Δεδομένης όμως της ύπαρξης αλληλεπιδράσεων υψηλότερου επιπέδου στις οποίες εμπλέκονται τα πιο πολύπλοκα υποσυστήματα ενός οργανισμού (π.χ. το νευρικό σύστημα) είναι εξαιρετικά δύσκολο να επιλέξει κανείς το σημείο στο οποίο θα γίνει η υποτιθέμενη αυτοποιητική τομή. Αν και ο βασικός λόγος που παρουσιάστηκε στην παρούσα έννοια θεωρείται αρκετά σημαντικός για να δικαιολογήσει κανείς την προτίμησή του στην έννοια της αυτονομίας όπως αυτή αναφέρθηκε στην §5.1, υπάρχουν και άλλα προβλήματα τα οποία αξίζει να αναφερθούν εφόσον θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στην ανάλυση της εξέλιξης ενός αυτόνομου συστήματος που θα επιχειρηθεί στην §5.3.

5.2.2 Αυτοποιητικός Δυισμός και η Απεξάρτηση από τις Θερμοδυναμικές Απαιτήσεις

Η αυτονομία ενός συστήματος είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα που όπως εκτενώς αναφέρθηκε στην §5.1 θεωρείται ταυτόχρονα ανοικτή και κλειστή, υπό την έννοια ότι απαιτεί την ύπαρξη συνθηκών που εξηγούν την επίτευξη κλειστότητας αλλά ταυτόχρονα, επιτρέπουν την ανοικτότητα. Επίσης, η αυτονομία σχετίζεται άμεσα με την έννοια της εξατομίκευσης αλλά και την ιδιότητα της αυτό-διακυβέρνησης (self-governance), ο συνδυασμός των οποίων αξιώνει την ανεξάρτητη λειτουργικότητα του συστήματος μέσω της οργανωμένης αλληλεπίδρασης των διεργασιών του. Ο Varela (1979) επικαλείται τον δυισμό μεταξύ δομής και οργάνωσης,⁵⁰ ο οποίος με τη σειρά του προκαλεί τα προβλήματα των πολλαπλών δυνατοτήτων εκπλήρωσης ενός αυτοποιητικού συστήματος, ένα πρόβλημα το οποίο αποτελεί άμεση απόρροια της απολυτότητας της αυτοποιητικής τομής (δείτε §5.2.1). Αντιθέτως, στην έννοια της αυτονομίας όπως παρουσιάστηκε στην §5.1 οι διεργασίες και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις (οι οποίες θεωρούνται ως περαιτέρω διεργασίες) διαμορφώνουν τη θεμελιώδη βάση του αυτόνομου συστήματος και η επικείμενη οργάνωση αποτελεί άμεση ιδιότητα του συγκεκριμένου δικτύου διεργασιών. Με άλλα λόγια, δεν υπάρχει (και ούτε υπονοείται) κανενός είδους δυισμός μεταξύ δομής και οργάνωσης.

Ο δυισμός μεταξύ δομής και οργάνωσης οδηγεί στην αποσύνδεση του συστήματος από τις φυσικές, ενεργειακές και γενικότερα τις υλικές του απαιτήσεις, οι οποίες, όπως υποστηρίζουν οι (Ruiz-Mirazo, Pereto & Moreno, 2004) είναι εξαιρετικά κρίσιμες για την διεξαγωγή του αυτοποιητικού μεταβολισμού.

Συγκεκριμένα, σημειώνουν δύο θεμελιώδη προβλήματα της αυτοποιητικής προσέγγισης ως απόρροια του υποκείμενου δυισμού. Το πρώτο πρόβλημα είναι ο βαθμός αφαιρετικότητας (abstraction) της αυτοποιητικής θεώρησης. Αν και αυτό ήταν αναμενόμενο, εφόσον ο αρχικός σκοπός των Maturana & Varela ήταν ο ορισμός του ελάχιστου βιολογικού συστήματος κάνοντας χρήση όσο το δυνατόν γενικότερων όρων, οι Maturana & Varela επιλέγουν μια εντελώς γενικόλογη προσέγγιση του ζωντανού και αυτόνομου συστήματος, η οποία είναι εντελώς αποσπασμένη από τις υλικές και ενεργειακές απαιτήσεις της φυσικής εκπλήρωσής του (δείτε Fleischaker, 1988). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τον ορισμό της *ελάχιστης οργανωσιακής λογικής (minimal organizational logic)* των βιολογικών συστημάτων όπου οι ιδιότητες της θερμοδυναμικής δεν είχαν κανένα ουσιαστικό ρόλο (δεν είχαν κανένα ρόλο εντελώς) και όπου οι

⁴⁹ Ακόμα και ο Luisi (2003) που θεωρεί ότι η αυτοποίηση δεν υπονοεί την έλλειψη αλληλεπίδρασης, υποστηρίζει ότι οι δύο αυτές ιδιότητες είναι καλά διαχωρισμένες.

⁵⁰ Αυτό γίνεται προφανές και στην θεώρηση της αυτοποίησης, καθώς επίσης στη θεώρηση του vonNeumann (1966) (δείτε Rocha, 2000 και McMullin, 2000 για περισσότερες λεπτομέρειες).

αλληλεπιδραστικές σχέσεις μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος αγνοούνταν εντελώς (ή τουλάχιστον, λαμβάνονταν υπόψη σε δεύτερη βάση).

Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε στην §5.1.4 και §5.1.5 η εισαγωγή των ενεργειακών και θερμοδυναμικών απαιτήσεων στη θεώρηση της αυτονομίας παίζουν σημαντικό ρόλο από τη στιγμή που επηρεάζουν άμεσα τον βαθμό και το είδος συνοχής που μπορεί να επιτύχει το αυτόνομο σύστημα. Επίσης, όπως αναλυτικά θα αναφερθεί στην §5.3 η εκτίμηση των θερμοδυναμικών απαιτήσεων στη γενικότερη θεώρηση της αυτονομίας θέτει μια εντελώς διαφορετική ‘οργανωσιακή λογική’, πρωτίστως της αυτό-παραγωγής και γενικότερα της αυτονομίας, η οποία υποδεικνύει την αλληλεπιδραστική εξάρτηση του αυτόνομου συστήματος από το περιβάλλον του (δείτε §5.1.6) αλλά και τις χαρακτηριστικές ιδιότητες του επιπέδου της βασικής του αυτονομίας (δείτε §5.3.1).

Το δεύτερο πρόβλημα που επισημαίνουν οι Ruiz-Mirazo, Pereto & Moreno (2004) είναι ότι ακόμη και εάν κανείς τροποποιούσε τα αυτοποιητικά κριτήρια έτσι ώστε να συμπεριλαμβάναν τις θερμοδυναμικές απαιτήσεις, η διαμορφωμένη θεώρηση δεν θα ήταν επίσης επαρκής για τον χαρακτηρισμό της αυτόνομης και ζωντανής οντότητας με τον δυνατότερα πληρέστερο τρόπο. Η ικανότητα παραγωγής εσωτερικής ποικιλίας και γενικότερης ανάπτυξης της πολυπλοκότητας (που απορρέει από εξελικτικές διεργασίες επιλογής), είναι ένα θεμελιώδες χαρακτηριστικό των αυτόνομων βιολογικών συστημάτων (δείτε §5.1.6), το οποίο εξ ορισμού δεν υποστηρίζεται στη θεώρηση της αυτοποίησης. Συγκριμένα, ένα αυτοποιητικό σύστημα έχει την ικανότητα αναπαραγωγής (μέσω αυτό-καταλυτικής ανάπτυξης και διαίρεσης), προσαρμογής σε εξωτερικές παρενοχλήσεις (μέσω επίτευξης οργανωσιακής ομοιόστασης), ακόμη και μετατροπής του είδους της οργάνωσης και της ταυτότητάς του (υπό την ευρύτερη έννοια – μέσω συσσώρευσης δομικών αλλαγών), αλλά σε καμία περίπτωση δεν είναι ικανό να εμπλακεί σε διεργασίες Δαρβινικής εξέλιξης, λόγω έλλειψης των απαιτούμενων γενετικών μηχανισμών (δείτε §5.3.4).

Όπως αναλυτικά θα αναφερθεί παρακάτω, η έλλειψη ανεξάρτητων γενετικών μηχανισμών οδηγεί στην έλλειψη προϋποθέσεων για την ανάδυση αναπαραστασιακών και πληροφοριακών δομών (δείτε §5.3.4.4 και §5.3.5.1) οι οποίες όπως αναφέρθηκε στην §5.1.6, αλλά θα αναφερθεί αναλυτικότερα παρακάτω, είναι απολύτως κρίσιμες στην εξέλιξη της πολυπλοκότητας και της ποικιλίας ενός αυτόνομου (στην διαρκή ανάπτυξη της αυτονομίας ενός) συστήματος. Ως εκ τούτου, το κύριο πρόβλημα της θεώρησης της αυτοποίησης είναι η απουσία χαρακτηριστικών ικανοτήτων εξέλιξης. Με άλλα λόγια, το αυτοποιητικό σύστημα διέπεται από ένα είδος αυτονομίας που παρουσιάζει προσαρμογή, αλλά δεν παρουσιάζει προσαρμοστικότητα και κατ’ επέκταση σημαντικές/ιδιαίτερες γνωστικές ικανότητες.

5.3 Ένα Πλαίσιο Εξέλιξης της Αυτονομίας ενός Συστήματος Μέσω Διαρκών Λειτουργικών Ενδο-Διαμορφώσεων και Αλληλεπιδραστικής Ανάδυσης του Νοήματος

Στην αρχή της §5.1 αναφέρθηκε ότι σε ένα σύστημα που θεωρείται ως *πράκτορας (agent)* ή με άλλα λόγια, αρχίζει να εμπλέκεται σε γνωστικές διεργασίες με το περιβάλλον, ισχύει μια ουσιαστική σύνδεση, υπό τη μορφή αλληλεξάρτησης, μεταξύ της αυτονομίας, της λειτουργικότητας, της πρόθεσης και του νοήματος που επιδεικνύονται και εμφανίζονται στο σύστημα. Τόσο η ειδικότερη θεώρηση της αυτοποίησης όσο και οι γενικότερες θεωρητικές προσεγγίσεις της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης (και του κονστрукτιβισμού) αλλά και της φαινομενολογίας (Petitot, & colleagues, 1999) υπονοούν την άμεση συσχέτιση (και σε μερικές περιπτώσεις την ταύτιση) των διεργασιών υπεύθυνων για τη βιωσιμότητα ενός (εν γένει βιολογικού) συστήματος με αυτών που αφορούν στην ανάπτυξη της γνωστικής του ικανότητας.

Συγκεκριμένα, τα πλαίσια τα οποία εξετάστηκαν στο Κεφ. 3 διέπονται από τις αρχές της *βιολογικής θεμελίωσης (biological grounding)* και της *αυτό-οργάνωσης* της γνωστικής διεργασίας, καθώς επίσης επισημαίνουν τη σπουδαιότητα της *αλληλεπίδρασης* και του

περιβάλλοντος στην εξέλιξη της (της γνωστικής διεργασίας). Επιπροσθέτως, οι ιδιότητες της *ανάδυσης* και της *ενσωμάτωσης* (δείτε Κεφ. 4) αποτελούν αναπόσπαστα χαρακτηριστικά της *δυναμικής φύσης* της γνωστικής διεργασίας. Αναλυτικότερα, στα προαναφερθέντα πλαίσια, η κατανόηση των γνωστικών ικανοτήτων και της προσαρμοστικής συμπεριφοράς ενός συστήματος προσεγγίζεται από κάτω προς τα πάνω (bottom-up) σε δύο επίπεδα: σε σχέση με την εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων στη φυσική ιστορία του συστήματος και σε σχέση με τους βιολογικούς μηχανισμούς (νευρωνικά δίκτυα, νευροενδοκρινικά συστήματα κτλ.) που παράγουν γνωστική συμπεριφορά. Η οποιαδήποτε εξέλιξη παρατηρείται στα δύο αυτά επίπεδα, διέπεται από την αρχή της αυτό-οργάνωσης και γενικότερα της ενδογενούς ανάδυσης της πολυπλοκότητας του συστήματος. Έτσι, δεν υπάρχει απόδοση ευθύνης σε έναν ανεξάρτητο γνωστικό πράκτορα (homunculi) που παίζει τον ρόλο του κεντρικού επεξεργαστή πληροφοριών που ελέγχει τη συμπεριφορά του συστήματος, αλλά η ‘ευθύνη’ της συμπεριφοράς του συστήματος είναι συνολικά κατανεμημένη και λειτουργικά ενσωματωμένη σε ένα δίκτυο αυτό-επαναλαμβανόμενων (αναδρομικών - recursive) διεργασιών από το οποίο αναδύεται μια συνολική συμπεριφορά που παρουσιάζει διάφορους βαθμούς συνοχής (σε σχέση με το περιβάλλον με το οποίο αλληλεπιδρά το συγκεκριμένο σύστημα).

Η επικείμενη αυτονομία του συστήματος συνεπάγεται έναν αρκετά υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας που όπως αναφέρθηκε στην §4.1.3 θέτει ιδιαίτερη δυσκολία (σε βαθμό που την κάνει πρακτικά και ουσιαστικά αδύνατη) σε μια πιθανή αναλυτική αποσύνθεση των δομικών στοιχείων του συστήματος. Ως εκ τούτου, σε συνολικό επίπεδο, η δημιουργία, ανάπτυξη και εξέλιξη της γνωστικής διεργασίας δεν μπορεί να διαχωριστεί από την γενικότερη ενσωματωμένη αλληλεπιδραστική διεργασία στην οποία κείται χωροχρονικά (situated).

Συνεπώς, και σε συμφωνία με τα όσα αναφέρθηκαν στην §5.1 και ειδικότερα στην §5.1.5, η αυτονομία ενός συστήματος υποθέτει μια διαλεκτική μεταξύ της ανεξαρτησίας του από το περιβάλλον και της δομικής σύζευξής του με αυτό. Η διαλεκτική αυτή εδραιώνεται μέσω της *αλληλεπιδραστικής κατασκευής του νοήματος* και της συνεπαγόμενης συμπεριφοράς του συστήματος. Η απαιτούμενη διαλεκτική (για τη συγκεκριμένη θεώρηση της αυτονομίας) φαίνεται να υπονοεί το είδος των αναπαραστάσεων που προτάθηκε στην §4.3.3. Συγκεκριμένα, και όπως ήδη έχει αναφερθεί, οι *ενδό-διαμορφούμενες* δομές του συστήματος αποτελούν *αναπαραστάσεις* που ο λειτουργικός τους ρόλος καθορίζει την *εκ προθέσεως* και *σκόπιμη* συμπεριφορά του συστήματος βάσει της ποικιλίας των μορφών οργάνωσης που μπορούν να υποστηρίξουν στην *αλληλεπίδραση* του συστήματος με το περιβάλλον του (ένδειξη βαθμού αυτονομίας). Δεδομένου ότι κάθε ενδό-διαμόρφωση, από μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλες, φέρει το *νόημα* του συστήματος αναφορικά με μια συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων, σε συνδυασμό με την παραδοχή ότι, κάθε *αναπαραστασιακά λειτουργική* ενδό-διαμόρφωση είναι ένα *αναδύμενο* κατασκευάσμα της *ενσωματωμένης αλληλεπίδρασης* του συστήματος με το περιβάλλον, το προτεινόμενο είδος αναπαραστάσεων φαίνεται να υποστηρίζει (σε λειτουργικό επίπεδο) την αλληλεξάρτηση μεταξύ αυτονομίας, λειτουργικότητας, πρόθεσης και νοήματος, ενός εξελισσόμενου συστήματος.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η απαιτούμενη διαλεκτική συνεπάγεται την αλληλεπιδραστική κατασκευή νοήματος από το αυτόνομο σύστημα, μια διεργασιακή κατάσταση (με κεντρικό άξονα το είδος των προτεινόμενων αναπαραστάσεων της §4.3.3), η οποία δεν υποστηρίζεται από το πλαίσιο της αυτοποίησης. Η συγκεκριμένη αδυναμία της αυτοποιητικής θεωρίας (και γενικότερα της φαινομενολογικής προσέγγισης) έχει σοβαρές επιπτώσεις στη χρήση της για την εξήγηση της γνωστικής διεργασίας, οι οποίες γενικότερα αφορούν στις ιδιότητες της ανάδυσης και της ενσωμάτωσης. Έτσι, παρόλο ότι η αυτοποίηση μέσω της φαινομενολογικής /κονστρουκτιβιστικής θεώρησής της, έφτασε αρκετά κοντά σε ένα γνωστικό μοντέλο *απαλλαγμένο από όλα σχεδόν τα προβλήματα που αναλυτικά αναφέρονται στο Κεφ.2*, η απόρριψη των αναπαραστάσεων (δείτε §4.3.1.1) σε συνδυασμό με την περιορισμένη δυνατότητα ανάδυσης (λόγω της απολυτότητας της αυτοποιητικής τομής – δείτε §5.2.1), η οποία παράλληλα δεν υποστηρίζεται από τον κατάλληλο βαθμό ενσωμάτωσης, δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στην μοντελοποίηση και περιγραφή της συνολικότερης γνωστικής διεργασίας.

Αναλυτικότερα, οι Maturana & Varela (1980; 1987) κατασκεύασαν ένα μοντέλο της γνωστικής διεργασίας αλλά και της γλώσσας, που αποφεύγει τα προβλήματα της μορφοτροπικής (transduction) προσέγγισης (δείτε §2.6.3) αλλά και της θεώρησης των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης ως πραγματικών και συγκεκριμένων εκφάνσεων του υπό μελέτη συστήματος. Δυστυχώς, αυτό το επέτυχαν κατασκευάζοντας έναν καθαρό και σαφή ιδεαλισμό στηριζόμενο στον παρατηρητή. Όπως επισημαίνουν οι Bickhard & Terveen (1995) ορθώς οι Maturana & Varela αποφασίζουν να μην ερμηνεύσουν τις δραστηριότητες ενός συστήματος που βρίσκονται σε πραγματική αντιστοιχία με οντότητες, γεγονότα ή ιδιότητες του περιβάλλοντος (δείτε §4.3.1.1 – παράδειγμα με τον βάτραχο) ως κωδικοποιήσεις του συστήματος για τις συγκεκριμένες οντότητες, γεγονότα ή ιδιότητες (δείτε §2.6.1), αλλά τα θεωρούν ως λεγόμενα ενός παρατηρητή. Το λάθος εντοπίζεται στο ότι, συμπεραίνουν ότι οι συγκεκριμένες αναπαραστασιακές σχέσεις συνίστανται μόνο από τις διακρίσεις που κάνει ο εκάστοτε παρατηρητής. Αυτό ονομάζεται από τους Bickhard & Terveen ως ιδεαλισμός του παρατηρητή (*observer idealism*), ο οποίος απλά μετατοπίζει το πρόβλημα και την βασική επιστημολογική του επίλυση στο σκοτεινό κόσμο του κάθε παρατηρητή.

Τα προβλήματα όμως του αυτοποιητικού πλαισίου δεν σταματούν εδώ. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η αυτοποιητική θεώρηση είναι μια καλή προσέγγιση της γνωστικής διεργασίας αλλά αποτυγχάνει να λάβει υπόψη και να εξηγήσει βασικά στοιχεία της νόησης. Συγκεκριμένα ο Collier (2002) βασισμένος στην Auyang (2000) αναφέρει ότι οι ακόλουθες παραδοχές, βάσει των οποίων:

- i.* η οποιαδήποτε εμπειρία από ένα γνωστικό σύστημα λαμβάνει χώρα σε σχέση με εξωτερικά αντικείμενα,
- ii.* η γνώση αναφορικά με εξωτερικά αντικείμενα και η διαφοροποίηση του 'εαυτού' ενός γνωστικού συστήματος συμβαίνουν παράλληλα μέσω αλληλεπίδρασης του συστήματος με το περιβάλλον,
- iii.* η γλώσσα μαθαίνεται μέσω γλωσσολογικών και μη-γλωσσολογικών κοινωνικών αλληλεπιδράσεων και
- iv.* το μυαλό είναι ενδογενώς αλληλεξαρτώμενο με την υποδομή η οποία το υποστηρίζει, γεγονός που αποδεικνύεται από την νοητική σφαλερότητα στην καθημερινή ζωή, από τις διάφορες παραισθήσεις αλλά και από συγκεκριμένες μορφές εγκεφαλικών δυσλειτουργιών (βλαβών),

αποτελούν τα τέσσερα βασικά στοιχεία της γνωστικής διεργασίας.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεδομένου ότι η ανάπτυξη γνωστικών ικανοτήτων ενός συστήματος ταυτίζεται με τον βαθμό αυτονομίας του (δείτε §5.1.6), η θεώρηση της αυτονομίας που παρουσιάστηκε στην §5.1 είναι συνεπής και συμβατή με τα συγκεκριμένα στοιχεία. Αντιθέτως, η αυτοποιητική προσέγγιση δεν λαμβάνει υπόψη καθόλου το (i) και το (iii) και σχεδόν παραβιάζει το (iv) αγνοώντας την σπουδαιότητα της ιδιαιτερότητας της υποδομής υποστήριξης (δείτε §5.2.2) και ειδικότερα την οργανωσιακή σχέση μεταξύ της *ανάδυσης* της γνωστικής ικανότητας και της υποκειμένης υποδομής.

Αναλυτικότερα, αν και ο όρος 'αυτοποίηση' σχεδόν εξαφανίζεται από μεταγενέστερες ερευνητικές εργασίες του Varela σχετικά με τη γνωστική διεργασία (Varela, Thompson & Rosch, 1991), (Varela, 1999), γίνεται μια γενικότερη αποδοχή και χρήση της φαινομενολογικής αναγωγής (μέσω της μεθόδου της εναπόθεσης σε παρένθεση (αποκλειστική και περιεκτική συγκέντρωση – δείτε αυτοποιητική τομή) όλων των ερωτήσεων σχετικών με την αντικειμενικότητα των πραγμάτων - *bracketing of questions of objectivity*). Συγκεκριμένα, η φαινομενολογική αναγωγή, συγκεντρώνει όλες τις ερωτήσεις σχετικά με την ύπαρξη του γνωστικού συστήματος και την πραγματικότητα στην οποία πρακτορεύει και αφήνει απέξω ότι αφορά στα αντικείμενα εξωτερικά του γνωστικού συστήματος και στις αλληλεπιδράσεις με αυτά. Συνεπώς, δεν λαμβάνει υπόψη τα προαναφερθέντα στοιχεία σχετικά με τη νόηση αλλά επιλέγει μια εντελώς κλειστή οπτική της γνωστικής διεργασίας αντί της κλασικής αναγωγιστικής προσέγγισης (δείτε §4.1.3).

Αν και πολλές φορές η δουλειά των Varela & colleagues (1991) ερμηνεύεται ως μια πρόταση προς τη θεώρηση ενός ανοικτού μυαλού (ειδικότερα βάσει των αναφορών τους στις θεωρίες του Heidegger), η βάση της συνολικότερης προσέγγισής τους είναι θεμελιωμένη στην αυτοποιητική τομή (ή αλλιώς bracketing) που διαχωρίζει απότομα και απόλυτα το μυαλό από τον έξω κόσμο.

Άλλο ένα πρόβλημα με την αποκλειστική και περιεκτική συγκέντρωση (bracketing) είναι ότι το μυαλό (και γενικότερα ένα γνωστικό σύστημα) μπορεί να αναπτυχθεί με βάση οτιδήποτε είναι αιτιωδώς ισομορφικό με αυτό. Αν και οι Maturana & Varela είναι αρκετά ξεκάθαροι στο ότι η υποδομή του μυαλού πρέπει να είναι οργανισμική (δηλαδή, να υπάρχει πρωτίστως ένα βιολογικό υπόστρωμα), δεν υπάρχει τίποτα στο σύνολο της θεώρησής τους που να κάνει ρητή τη συγκεκριμένη απαίτηση. Συγκεκριμένα, όλες οι λειτουργικές σχέσεις και διακρίσεις σε ένα κλειστό μυαλό μπορούν να θεωρηθούν ενσωματωμένες (έστω και σε ένα μεγάλο σύνολο αλγοριθμικών διαδικασιών που ακολουθούν εξωτερικές οδηγίες – δείτε §2.2.4.1 σχετικά με το ΕΚΔ). Όπως όμως έχει ήδη αναλυτικά εξηγηθεί στο Κεφ. 2, αυτό δεν συνεπάγεται κανενός είδους γνωστικής ικανότητας,⁵¹ διότι όπως αναλυτικά εξηγήθηκε στο Κεφ.4, μια σχετική θεώρηση αποκτά επεξηγηματική ισχύ όταν μπορεί να δικαιολογήσει με έναν νατουραλιστικό τρόπο την *ανάδυση* της γνωστικής ικανότητας από τη συγκεκριμένη υποδομή, μια εξήγηση που δεν μπορεί να δοθεί μέσω του φαινομενολογικού πλαισίου.

Έτσι, αν και οι Maturana & Varela έχουν δώσει αρκετή έμφαση στην ενσωματωμένη φύση του μυαλού, είναι προφανές, ότι η ενσωμάτωση από μόνη της δεν αποκλείει ένα σολιμιστικό μυαλό (Auyang, 2000). Αντιθέτως, όπως έχει ήδη αναλυτικά αναφερθεί στην §5.1, η δημιουργία και ανάπτυξη ενός αυτόνομου και διαρκώς εξελισσόμενου γνωστικού συστήματος απαιτεί την ανοικτότητά του, δηλαδή την διαρκή αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον προκειμένου να αναδυθούν (μέσω *περιορισμών*) οι πραγματικές δυνατότητες ενσωμάτωσής του.

Ως εκ τούτου και βάσει όλων όσων έχουν παρουσιαστεί μέχρι στιγμής στο Κεφ. 5 η *θεωρητική θεμελίωση της εξέλιξης των αυτόνομων συστημάτων μέσω της διαρκούς ανάπτυξης των γνωστικών τους ικανοτήτων* δεν μπορεί να βασιστεί στην έννοια της αυτονομίας που συνεπάγεται η αυτοποίηση, αλλά χρειάζεται μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση, όπως αυτή που παρουσιάστηκε και εμμέσως προτάθηκε στην §5.1. Συγκεκριμένα, η θεώρηση της αυτοποίησης δεν ικανοποιεί την αλληλεξάρτηση μεταξύ αυτονομίας, λειτουργικότητας, πρόθεσης και νοήματος, ενός εξελισσόμενου γνωστικού συστήματος. Ειδικότερα, η αυτοποίηση υπονοεί την κλειστότητα του αυτόνομου συστήματος και επομένως δεν υπάρχει χώρος για τον λειτουργικό ρόλο των αναπαραστάσεων, ενώ η προτεινόμενη θεώρηση της αυτονομίας συνεπάγεται την μερική κλειστότητα/ανοικτότητα ή διαφορετικά, την ανοικτό-κλειστότητα (open-endedness) του αυτόνομου συστήματος, και ως εκ τούτου υπονοεί το προτεινόμενο είδος αναπαραστάσεων της §4.3.3.

Η συγκεκριμένη ανοικτό-κλειστότητα του αυτόνομου συστήματος είναι αποτέλεσμα συνδυασμού της *κατασκευαστικής (δομικής – constructive)* και της *αλληλεπιδραστικής (interactive)* πλευράς της αυτονομίας του. Στην κατασκευαστική φάση παρατηρείται η παραγωγή *εσωτερικών περιορισμών* που ελέγχουν την εσωτερική ροή ύλης και ενέργειας που κρίνεται απαραίτητη για την αυτό-διατήρηση του συστήματος (δείτε §5.1.4, §5.1.5 αλλά και §5.3.1). Υπό αυτή την έννοια το αυτόνομο σύστημα ταυτίζεται μερικώς με το αυτοποιητικό, μέσω των διεργασιών μεταβολισμού (Ruiz-Mirazo & Moreno, 2000). Στην αλληλεπιδραστική φάση παρατηρείται η παραγωγή *αλληλεπιδραστικών περιορισμών* που διαμορφώνουν τις συνοριακές συνθήκες (boundary conditions) του συστήματος προκειμένου να διασφαλίσουν την απαραίτητη ροή ύλης και ενέργειας μεταξύ του συστήματος και του περιβάλλοντός του.⁵² Η ενεργή

⁵¹ Θα μπορούσαν να συνεπάγονται έως και μια γνωστική ικανότητα υψηλού επιπέδου θεωρούμενη από την σολιμιστική οπτική.

⁵² (Αυτό γίνεται σε αντίθεση με την περίπτωση των διασκορπιζουσών δομών (dissipative structures), οι οποίες διατηρούν την οργάνωσή τους μόνο κάτω από ένα αρκετά περιορισμένο σύνολο εξωτερικών

μεταφορά ύλης μέσω της μεμβράνης ενός κυττάρου και ο αναγκαστικός εσωτερικός έλεγχος της αναπνοής είναι δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα της παραγωγής περιορισμών που ικανοποιούνται στο επίπεδο της αλληλεπίδρασης. Σε αυτή τη βάση μπορεί κανείς να ορίσει την *κατασκευαστική κλειστότητα (constructive closure)* ως την *ικανοποίηση* της παραγωγής των κατασκευαστικών περιορισμών και αντίστοιχα, την *αλληλεπιδραστική κλειστότητα (interactive closure)* ως την *ικανοποίηση* της παραγωγής των αλληλεπιδραστικών περιορισμών, για την αυτό-διατήρηση του συστήματος.

Όπως ήδη αναφέρθηκε στην §5.3, οποιοδήποτε επίπεδο (βαθμός) αυτονομίας θα παρουσιάζει μια διττή διαλεκτική μεταξύ των εσωτερικών αυτό-επαναλαμβανόμενων διεργασιών και των αντίστοιχων απαραίτητων αλληλεπιδράσεων για τη διατήρησή τους. Όπως ήδη έχει αναφερθεί στην §5.1.5 στα πραγματικά αυτόνομα συστήματα τα εσωτερικά δυναμικά παρουσιάζουν μεγαλύτερο βαθμό συνοχής και ολοκλήρωσης (μεγαλύτερη πολυπλοκότητα) από τα δυναμικά αλληλεπίδρασης δημιουργώντας μια ασυμμετρία δυναμικού ελέγχου που γέρνει προς το μέρος του αυτόνομου γνωστικού συστήματος. Η συγκεκριμένη ασυμμετρία εκδηλώνεται και υποστηρίζεται από τη λειτουργικότητα του αυτόνομου συστήματος η οποία ορίζεται από την ικανοποίηση των συνθηκών κλειστότητας των εσωτερικών και αλληλεπιδραστικών διεργασιών (δείτε §5.1.3, §5.1.5 και §5.3.8.1). Συγκεκριμένα, μια διεργασία (κατασκευαστική ή αλληλεπιδραστική) θεωρείται λειτουργική εάν συνεισφέρει στη συνολική αυτό-διατήρηση του συστήματος. Ως εκ τούτου, οι διάφορες λειτουργίες καθίστανται ως *κανονιστικές (normative)* μέσω της *δυναμικής προϋπόθεσης (dynamic presupposition)* (δείτε §5.3.1.4) που δυνητικά εξασφαλίζει η συγκεκριμένη διεργασία στη συνολική οργάνωση του συστήματος (Christensen & Bickhard, 2002), από τη στιγμή που οι κατασκευαστικές και αλληλεπιδραστικές λειτουργικές διεργασίες θέτουν (κατά κάποιο τρόπο αντιπροσωπεύουν) τις συνθήκες της δυνατότητας ύπαρξης ενός αυτόνομου συστήματος (ως ένα σύστημα μακριά από τη θερμοδυναμική του ισορροπία – δείτε §5.1.4 και §5.1.5, αλλά και §5.3.1.4).

Ειδικότερα, η *κανονιστικότητα* (δείτε επίσης §4.1.7) αναφέρεται στην απόδοση τιμής (αξιολόγηση) σε μια διεργασία ή σε ένα αντικείμενο (π.χ. ‘προσαρμοσμένη’ ή ‘απροσάρμοστη’ σχετικά με μια αλληλεπίδραση ή την δομή ενός οργανισμού, ‘αληθής’ ή ‘ψευδής’ σχετικά με μια γνωστική κατάσταση (π.χ. μια πεποίθηση), ‘όμορφο’ ή ‘άσχημο’ σχετικά με ένα έργο τέχνης κτλ.). Συγκεκριμένα, η έννοια της κανονιστικότητας κατά κάποιο τρόπο προκαλεί τη φυσικαλιστική (physicalist) και μηχανιστική προσέγγιση της επιστήμης στην κατανόηση του κόσμου διότι εισάγει μια ασύμμετρη τιμή στην περιγραφή των φαινομένων, η οποία απουσιάζει από κάθε θεμελιώδη νόμο της φυσικής. Ωστόσο, η έννοια της κανονιστικότητας είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο της βιολογίας και της γνωστικής επιστήμης (και επομένως, της TZ και της TN). Αναλυτικότερα, η κρίση του εάν μια συγκεκριμένη αλληλεπίδραση ή μια δομή είναι προσαρμοσμένη ή απροσάρμοστη (επιτυγχάνει ακατάλληλο βαθμό προσαρμογής) είναι μια αξιολόγηση στην οποία ο ερευνητής των ζωντανών και ευφύων συστημάτων (που δρα ως παρατηρητής) οφείλει να προβεί. Επιπροσθέτως, η συγκεκριμένη κρίση πρέπει να δικαιολογηθεί μέσω νατουραλιστικών όρων, δηλαδή μέσω των ιδιοτήτων της ίδιας της οργάνωσης του υπό μελέτη συστήματος και όχι μέσω ενός συνόλου τιμών και ιδιοτήτων προτίμησης του επιστήμονα-παρατηρητή.

Η ισχύς της αυτόνομης οπτικής είναι ότι ο βαθμός της αυτονομίας του συστήματος προσδιορίζεται από το ίδιο το σύστημα. Έτσι, δεν υπονοείται ένας εξωτερικός παρατηρητής που αποδίδει λειτουργίες σε συγκεκριμένες δομές επιβάλλοντας κανονιστικά κριτήρια σύμφωνα με την παρατηρούμενη αντιστοίχιση της δομής με συγκεκριμένες καταστάσεις πραγμάτων στον περιβάλλον (κωδικοποίηση), αλλά ούτε σύμφωνα με την εξελικτική ιστορία του γνωστικού συστήματος ή τη δομική του εναρμόνιση με το περιβάλλον. Όπως αναφέρθηκε στην §5.1.2 το αυτόνομο σύστημα είναι ένα προβλεπτικό σύστημα οι προσδοκίες του οποίου είναι άμεσα

συνθηκών στο οποίο το σύστημα δεν μπορεί να ασκήσει καμία σημαντική επιρροή (δείτε Nicolis & Prigogine, 1977; Collier & Hooker, 1999; Collier, 2004a).

συνδεδεμένες με τη σημαντικότητα των αναπαραστάσεων (νόημα του συστήματος). Παράλληλα, η προσδοκία είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη λειτουργικότητα του συστήματος (δείτε §5.1.3).

Επομένως η θεώρηση των αλληλεπιδραστικά αναδύομενων και λειτουργικά ενσωματωμένων αναπαραστάσεων που προτείνεται στην §4.3.3 κρίνεται απαραίτητη προκειμένου να μπορέσει το ίδιο το σύστημα να προβεί σε κανονιστική αξιολόγηση των λειτουργιών (λειτουργικών διεργασιών) του. Σε αυτή την περίπτωση η *αλληλεξάρτηση μεταξύ της αυτονομίας, της λειτουργικότητας και της πρόθεσης του γνωστικού συστήματος είναι προφανής και η εξέλιξη των αντίστοιχων ικανοτήτων του γίνεται με κεντρικό άξονα την παραγωγή ενδογενούς νοήματος.*

Η πορεία για τη δημιουργία ενός αυτόνομου συστήματος καθώς και της ανάδυσης του είδους των αναπαραστάσεων που κρίνεται απαραίτητη για την περαιτέρω ανάπτυξη της αυτονομίας του μέσω της εξέλιξης των γνωστικών του ικανοτήτων ακολουθεί στις παρακάτω ενότητες.

5.3.1 Βασική Αυτονομία

Το πρόβλημα της αφετηρίας (origin) ενός αυτόνομου συστήματος είναι εξαιρετικά δύσκολο για διαφόρους λόγους (Ruiz-Mirazo & Moreno 2000). Οι Bickhard & Terveen (1995) σημειώνουν ότι, γενικότερα, όταν παρουσιαστεί μια κατάσταση πραγμάτων που ανήκει σε ένα άλλο είδος (στοιχείο, τάξη, κτλ.) από αυτά που ήδη υπάρχουν (τόσο τοπικά, όσο και καθολικά), τότε το νέο είδος ή ακόμη και μια έκφασή του, θεωρείται ότι έχει αναδυθεί. Οι Bickhard & Terveen συνεχίζουν υποστηρίζοντας ότι η συγκεκριμένη έννοια μπορεί να εφαρμοστεί σε πάρα πολλά στοιχεία, όπως όρια, γαλαξίες, ηλιακά συστήματα, πρότυπα σε αυτό-οργανωτικά συστήματα, στη ζωή, στην συνείδηση, στις αναπαραστάσεις, κτλ. Τίποτα από όλα αυτά δεν υπήρχαν (τουλάχιστον από την πλευρά του παρατηρητή) κατά τη διάρκεια του Big Bang, αλλά παρατηρούνται τώρα. Έτσι, θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ότι όλες οι σχετικές καταστάσεις πραγμάτων έχουν αναδυθεί. Στις περισσότερες των περιπτώσεων η επιστήμη έχει κάποιο βαθμό κατανόησης σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο αναδύθηκαν, η τουλάχιστον, σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν εν γένει να αναδυθούν. Όπως αναλυτικά αναφέρθηκε στο Κεφ. 4 τα αντίστοιχα μοντέλα ανάδυσης των διαφόρων καταστάσεων πραγμάτων είναι μέρος ενός γενικότερου εγχειρήματος της νατουραλιστικής κατανόησης και εξήγησης του κόσμου.

5.3.1.1 Από την Μοντελοποίηση Βασισμένη στην Ύλη και τα Σωματίδια στην Μοντελοποίηση Βασισμένη στις Διεργασίες

Όπως αναλυτικά αναφέρθηκε στην §4.1 η διαισθητική έννοια της ανάδυσης είναι αυτή των νέων αιτιωδών δυνάμεων που προκύπτουν σε συγκεκριμένα επίπεδα της οντολογίας (Hooker, 1989). Στις αντίστοιχες έρευνες, η προσοχή εστιάζεται κυρίως στις αιτιώδεις ισχύεις των αναδύομενων στοιχείων (υλικών ή άυλων) (Campbell, 1974; 1990, Kim, 1993b) και λιγότερο στα κριτήρια της καινοτομίας και στην έννοια των επιπέδων (Wimsatt, 1976). Έτσι, ο Kim, μέσω των επιχειρημάτων που παρουσιάστηκαν αναλυτικά στην §4.1.7.1, θέτει το δίλλημα μεταξύ της οντολογικής εγκυρότητας του νατουραλισμού και της γνήσιας (όχι επιφαινομενικής) ανάδυσης. Με άλλα λόγια, θέτει τον νατουραλισμό απέναντι στην ανάδυση, υποστηρίζοντας ότι κάτι από τα δύο οφείλει να πάψει να υπάρχει. Αν και το συγκεκριμένο δίλλημα απορρίπτεται μέσω των θεωρήσεων των εννοιών της συνοχής (δείτε §4.1.3.3) και της ΚΣΑΑ ως κατερχόμενη μορφική επεξήγηση (δείτε §4.1.4.4), υπάρχει μια γενικότερη θεωρητική επιχειρηματολογία η οποία εξίσου το απορρίπτει και η οποία κατά γενικό τρόπο συμπληρώνει τις άλλες δύο θεωρητικές έννοιες.

Συγκεκριμένα ο Bickhard (1993; 1998; 2000a; 2000b; 2003) υποστηρίζει ότι αν και το επιχείρημα του Kim είναι καθόλα άρτιο, δεν μπορεί να ισχύει διότι βασίζεται σε μια λανθασμένη αρχή. Ειδικότερα, το επιχείρημα του Kim βασίζεται σε μια 'σωματιδιακή μεταφυσική' (particle metaphysics), ενώ, όπως υποστηρίζει ο Bickhard, η σύγχρονη επιστήμη της φυσικής και συγκεκριμένα οι θεωρία κβαντικού πεδίου επιχειρηματολογεί υπέρ της μετακίνησης της βασικής οντολογίας του σύμπαντος από τα σωματίδια στα κβαντικά πεδία (Brown & Harré, 1988, Weinberg, 1995). Με άλλα λόγια, δεν υπάρχουν (σε οντολογικό επίπεδο) σωματίδια αλλά μόνο

διεργασίες και επομένως, το επιχείρημα του Kim δεν είναι καθόλου βάσιμο. Κατά τον Bickhard (2000b), οι διεργασίες σωματιδίων και οι αντίστοιχες αλληλεπιδράσεις είναι:

«...το αποτέλεσμα κβαντισμού των διεργασιών και των αλληλεπιδράσεων πεδίου, και αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να θεωρηθεί ως σωματίδιο, όσο μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως σωματίδιο ο ακέραιος αριθμός των ταλαντωμένων κυμάτων σε μια χορδή κιθάρας.» (Bickhard, 2000b, σελ. 113).

Όσο πολύπλοκο αλλά ταυτόχρονα εύκολο και αν ακούγεται το επιχείρημα του Bickhard, επί της ουσίας, δίνει ένα πολύ καλό διέξοδο από το δίλλημα του Kim. Αναλυτικότερα, η βασική διαφορά μεταξύ σωματιδίων και διεργασιών είναι ότι τα θεμελιώδη σωματίδια δεν έχουν δική τους δομή ή οργάνωση. Αν και αλληλεπιδρούν με άλλα σωματίδια μέσα σε μια συνολικότερη οργάνωση, ένα μεμονωμένο σωματίδιο έχει διαστάσεις σημείου και επομένως δεν μπορεί να έχει εσωτερική δομή (Bickhard, 2003). Αυτό, κατά ένα θεωρητικό τρόπο, συνεπάγεται τη θεώρηση των ιδιοτήτων της συνολικής οργάνωσης στην οποία συμμετέχουν τα σωματίδια ως τη σκηνή επάνω και μέσα στην οποία τα διάφορα σωματίδια προβαίνουν στις αλληλεπιδράσεις τους. Συνεπώς, δεν υπάρχει καμία δικαιολόγηση για τη μοντελοποίηση της συγκεκριμένης οργάνωσης με σκοπό την εξήγηση της αιτιώδους ισχύς της. Αντιθέτως, όλη η αιτιώδη ισχύς ενυπάρχει στα σωματίδια. Ως εκ τούτου, σε αυτή την περίπτωση, η υπόθεση της ανάδυσης βάσει της οποίας αναδύεται καινούργια αιτιώδη ισχύς στην νέα οργάνωση απαιτεί το σπάσιμο του μονοπωλίου της αιτιώδους ισχύς, η οποία κρατείται από μια οντότητα που δεν εμφανίζει καμία οργάνωση.

Από την άλλη πλευρά, ισχυρίζεται ο Bickhard, οι διεργασίες υφίστανται (λαμβάνουν χώρα) μόνο μέσα σε κάποια οργάνωση και γενικότερα, δεν υπάρχουν διεργασίες χωρίς οργάνωση. Ως εκ τούτου, η έννοια της σημειακής διεργασίας θεωρείται ανακόλουθη και οτιδήποτε εμφανίζει αιτιώδη ισχύ, την εμφανίζει ως μια οργανωμένη ιδιότητα. Επίσης, δεν υπάρχει κάποιο επίπεδο πέρα από το οποίο να μπορεί κανείς να αγνοήσει την πιθανότητα ανάδυσης καινούργιων και αιτιωδώς αποτελεσματικών ιδιοτήτων που αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της νέας οργάνωσης καθώς επίσης, γενικότερα, διαφορετικές μορφές οργάνωσης θα παρέχουν διαφορετικές αιτιώδεις ισχύς. Επομένως, όλα τα επίπεδα οργάνωσης μιας διεργασίας θεωρούνται υποψήφια για την ανάδυση μη-επιφανόμενων καταστάσεων πραγμάτων (δείτε §4.1.7). Είναι προφανές, ότι με τη συγκεκριμένη προσέγγιση, υπονοείται ότι σε διάφορα επίπεδα οργάνωσης αντιστοιχίζονται τόσο οι βαθμοί αυτονομίας ενός συστήματος καθώς και άλλα αναδυόμενα γνωστικά φαινόμενα (φαινόμενα γνωστικών διεργασιών) όπως η αναπαράσταση, η προσδοκία, η γλώσσα, η επικοινωνία, η σχεδίαση κτλ.

Συνεπώς, σε πολλές από τις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν στην §5.3.1 η κατανόηση της ανάδυσης απαιτεί την μετατόπιση από μια μοντελοποίηση βασισμένη στην υλική υπόσταση του υπό μελέτη φαινομένου (π.χ. η θεώρηση της ζωής σαν ένα ζωτικής σημασίας ρευστό) σε μια μοντελοποίηση βασισμένη στις διεργασίες της οργάνωσης του φαινομένου (π.χ. η θεώρηση της ζωής ως μιας μορφή διεργασίας ανοικτού συστήματος). Οι βασικές ουσίες (ύλες) εξ' ορισμού, δεν μπορούν να αναδυθούν, αλλά οφείλουν να προϋπάρχουν. Το γεγονός ότι 'κάτι' έχει αναδυθεί, δεν αποτελεί μια ισχυρή επεξήγηση, παρά μόνο μια μικρής σημασίας επεξήγηση που εξηγεί τον λόγο για τον οποίο αυτό το 'κάτι' υφίσταται επί του παρόντος. Τα μοντέλα που στηρίζονται στη θεώρηση της προϋπαρξής των βασικών στοιχείων, προκαθορίζουν την ανάδυση κάθε βασικού στοιχείου ως αδύνατη, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν χαμηλή επεξηγηματική αξία.

Γενικότερα, η έννοια της ανάδυσης δεν είναι (από μόνη της) ένα ισχυρό επεξηγηματικό εργαλείο, αλλά ούτε κανένα είδος μυστηρίου. Απλά, η ανάδυση παρατηρείται σε αρκετά είδη φαινομένων τα οποία δεν μπορούν να εξηγηθούν μέσα από μια προσέγγιση με κεντρικό άξονα την μοντελοποίηση στο επίπεδο της ύλης και γενικότερα των στοιχείων. Αυτά τα φαινόμενα παρουσιάζουν τις ιδιότητες της οργάνωσης που αναλύθηκαν στο Κεφ. 4 και γενικότερα παρουσιάζουν στοιχεία οργανωμένης πολύπλοκότητας και επομένως χαίρουν συστημικής ανάλυσης. Παρ' όλα αυτά, η συστημική σκέψη δεν συνεπάγεται την απόρριψη των υλικών μηχανισμών που παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόκληση πολύπλοκων βιολογικών και γνωστικών φαινομένων (δείτε §5.1.4 και §5.1.5), αλλά υπονοεί ότι η έμφαση πρέπει να δοθεί

στην εξήγηση και μοντελοποίηση των αλληλεπιδραστικών διεργασιών που τα παρήγαγαν, δηλαδή στις δυναμικές οργανώσεις των δομικών τους στοιχείων. Έτσι, η μοντελοποίηση της ανάπτυξης ενός αυτόνομου συστήματος καθώς και η περαιτέρω ανάπτυξη των γνωστικών του ικανοτήτων προκειμένου το σύστημα να εκκινήσει από το επίπεδο βασικής αυτονομίας και να καταφέρει να αναπτύξει τον βαθμό αυτονομίας του προς το περιβάλλον του, ξεκινάει από το φαινόμενο της αυτό-οργάνωσης.

5.3.1.2 Αυτό-Οργάνωση και Χημική Αυτό-Διατήρηση

Η αρχική κατάσταση από την οποία ξεκινάει η μοντελοποίηση της ανάπτυξης και ανάπτυξης της αυτονομίας ενός συστήματος θεωρείται το φαινόμενο της αυτό-οργάνωσης, όπου παρατηρούνται πολύπλοκα φυσικό-χημικά φαινόμενα,⁵³ τα οποία μπαίνουν κάτω από την γενικότερη ομπρέλα των διασκορπιζουσών δομών (δείτε §3.3.3 και §3.3.4). Όπως έχει ήδη αναφερθεί, με τον όρο αυτό-οργάνωση αναφέρονται τα φαινόμενα που συμβαίνουν όταν μια σειρά από μη-γραμμικές μικροσκοπικές διεργασίες δημιουργούν μια μακροσκοπική συσχέτιση σε συνολικό επίπεδο (ανάδυση ενός καινούργιου προτύπου δυναμικής συμπεριφοράς) το οποίο κατά κάποιο τρόπο περιορίζει τα χαμηλότερου επιπέδου δυναμικά των επιμέρους στοιχείων του συστήματος (Nicolis & Prigogine, 1977), (Collier & Hooker, 1999). Το φαινόμενο λαμβάνει χώρα σε συνθήκες μακριά από τη θέση θερμοδυναμικής ισορροπίας, οι οποίες διατηρούνται από τη συνεχή δράση ενός συνόλου περιορισμών, ένας τουλάχιστον από τους οποίους είναι αποτέλεσμα του παρατηρούμενου φαινομένου.

Σε αυτό το σημείο της παρούσας διατριβής θα πρέπει να είναι πλέον αρκετά ξεκάθαρη η θέση κατά την οποία οι αυτό-οργανωτικές διεργασίες είναι ένα απαραίτητο 'συστατικό' των ζωντανών συστημάτων, αλλά οι περιορισμοί που επιτρέπουν ένα σύστημα να διατηρείται σε καταστάσεις μακριά από τη θερμοδυναμική του ισορροπία είναι αρκετά πιο πολύπλοκοι. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι Ruiz-Mirazo & Moreno (2004) υποστηρίζουν ότι το πρόβλημα του σημείου εκκίνησης (της αφετηρίας) ενός αυτόνομου συστήματος είναι εξαιρετικά δύσκολο για δύο λόγους:

- a). διότι τα απλούστερα γνωστά παραδείγματα αυτό-κατασκευαστικών (self-constructing) συστημάτων (π.χ. πρωτογενή βακτήρια) εμφανίζουν εξαιρετικά πολύπλοκες μορφές οργάνωσης, οι οποίες απέχουν κατά πολύ από τις αντίστοιχες οργανώσεις των αυτό-οργανωτικών συστημάτων που μπορεί να προκύψουν αυτογενώς σε συνθήκες μακριά από τη θερμοδυναμική ισορροπία (όπως για παράδειγμα στα φαινόμενα κατά τα οποία παρατηρείται μια μη-γραμμική μεταφορά θερμότητας, ή γενικότερα φαινόμενα τύπου αντίδρασης-διάχυσης –τυπικά παραδείγματα διασκορπιζουσών δομών),
- b). προς το παρόν, δεν υπάρχουν ξεκάθαρα και καθολικώς αποδεκτά κριτήρια για τον χαρακτηρισμό άλλων πιθανών (ακόμη πιο απλών και στοιχειωδών) μορφών αυτονομίας (αν και η παρούσα εργασία κινείται και προς αυτή την κατεύθυνση).

Έτσι, πέρα από τα όσα αναφέρθηκαν στην §5.3.1.1, φαίνεται αρκετά λογικό να αναζητά κανείς την αρχή της εξήγησης των αυτόνομων συστημάτων από το πλαίσιο των φυσικό-χημικών διασκορπιζόντων συστημάτων, τα οποία εμφανίζουν την ικανότητα να εμπλακούν σε διεργασίες με στόχο την συνεχή αύξηση της πολυπλοκότητάς τους (δείτε §5.1 – σαν μια συνολική εξήγηση της ανάγκης για αύξηση πολυπλοκότητας στα αυτόνομα συστήματα).

Συγκεκριμένα, το φαινόμενο των διασκορπιζουσών δομών λαμβάνει χώρα μόνο αν το σύστημα βρίσκεται κάτω από τις κατάλληλες *σνοριακές συνθήκες* (boundary conditions). Στην περίπτωση που οι συνθήκες μεταβληθούν, δηλαδή, η είσοδος θερμοδυναμικών στοιχείων (ύλη και ενέργεια) μεταβληθεί πέρα από ένα συγκεκριμένο εύρος τιμών, τα δυναμικά της αυτό-οργάνωσης του συστήματος θα εξαφανιστούν. Η βασική διαφορά μεταξύ απλών διασκορπιζουσών δομών και

⁵³ Φαινόμενα αυτό-οργάνωσης εμφανίζονται και σε άλλα επίπεδα, όπως το γνωστικό και το κοινωνικό (δείτε π.χ. Arshinov & Fuchs, 2003; Arnellos, Spyrou & Darzentas, 2007 και Κεφ. 6).

‘πραγματικά’ αυτόνομων συστημάτων είναι ότι τα πρώτα δεν είναι σε θέση να ελέγξουν τις συνοριακές συνθήκες (δείτε §4.1.4) που διαμορφώνουν την ροή των θερμοδυναμικών στοιχείων (οι συνοριακές συνθήκες εδραιώνονται από το περιβάλλον του συστήματος – είτε από κάποιον ερευνητή στο εργαστήριο ή από κάποιο φυσικό φαινόμενο, το οποίο δεν εξαρτάται αιτιωδώς από το αυτό-οργανωμένο φαινόμενο), ενώ τα τελευταία είναι σε θέση να επεξεργάζονται (μέσω των διεργασιών που συνιστούν το σύστημα) τους διάφορους περιορισμούς που ελέγχουν τη ροή των θερμοδυναμικών στοιχείων από και προς το περιβάλλον, έτσι ώστε να διατηρούν το σύστημα μακριά από τη θέση ισορροπίας.

Βάσει όλων των παραπάνω, το επόμενο βήμα μετά την αυτό-οργάνωση είναι αυτό της *αυτό-διατήρησης (self-maintenance)* (Christensen & Hooker, 2000b), (Ruiz-Mirazo, Pereto & Moreno, 2004), (Ruiz-Mirazo & Moreno, 2004) (δείτε επίσης §3.3.3.2). Όπως ήδη έχει αναφερθεί στην §3.3.3, στα πλήρως αυτό-οργανωμένα φαινόμενα μπορεί κανείς να θεωρήσει την ύπαρξη καταστάσεων αυτό-διατήρησης. Αυτό απαιτεί την παραγωγή μακροσκοπικών προτύπων που συνεισφέρουν στην διατήρηση του ίδιου του συστήματος μέσω της διαρκούς περιοριστικής τους δράσης επί των μικροσκοπικών του δυναμικών. Ωστόσο, αυτή η περίπτωση αναφέρεται στην ασθενή εκδοχή του φαινομένου. Μια πιο σημαντική μορφή αυτό-διατήρησης θα εμφανιστεί όταν το σύστημα είναι σε θέση να παράγει ενδογενώς τους περιορισμούς που παίζουν κρίσιμο ρόλο στον έλεγχο της ροής θερμοδυναμικών στοιχείων μέσα από αυτό. Το σύστημα σε αυτό το σημείο αρχίζει να αναπτύσσει την ικανότητα να διατηρεί την οργάνωσή του στην περίπτωση εξωτερικών παρενοχλήσεων. Αυτό το φαινόμενο θεωρείται ένα πρωταρχικό είδος οργανωσιακής ομοιόστασης.

Οι Ruiz-Mirazo, Pereto & Moreno (2004) θεωρούν ότι τέτοιου είδους φαινόμενα απαιτούν την ύπαρξη μιας χημικής υποδομής υποστηρίζοντας ότι οι διεργασίες που θα επιτρέπουν σε ένα σύστημα να αυτό-διατηρείται μακριά από τη θέση θερμοδυναμικής ισορροπίας θα πρέπει να είναι διεργασίες μετατροπής της ύλης (δηλαδή χημικές διεργασίες). Έτσι, θεωρούν ότι το επόμενο επίπεδο οργάνωσης ενός αυτόνομου συστήματος συναντάται στα *αυτό-διατηρούμενα χημικά δίκτυα (self-maintaining chemical networks)*. Προτείνουν ότι τα συστήματα που δημιουργούνται από σχετικά απλά μοριακά στοιχεία τα οποία διαμορφώνουν αυτό-καταλυτικούς κύκλους, μέσω των οποίων αποκτούν την δυνατότητα να διαφοροποιούνται και να αυξάνουν την πολυπλοκότητά τους (Kauffman 1993), θεωρούνται ως οι κατάλληλοι υποψήφιοι για το συγκεκριμένο επίπεδο οργάνωσης.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η γενικότερη ιδέα της αυτοκατάλυσης (αλλά και άλλων βασικών χημικών μηχανισμών) θεωρείται από την μηχανιστική προσέγγιση της επιστήμης ως η καταλληλότερη και η πληρέστερη για την ικανοποίηση των συνθηκών μέσα από τις οποίες προκύπτουν αυτό-διατηρούμενα συστήματα μέσω χημικών δικτύων παραγωγής στοιχείων. Ωστόσο, και παρά όλων των θεωρητικών και πειραματικών εργασιών που έχουν γίνει (ξεκινώντας από τα πολύ πρωτοποριακά μοντέλα των *αυτοκαταλυτικών συνόλων (autocatalytic sets)*) (Kauffman 1986; 1993), υπάρχουν ελάχιστες αποδείξεις ότι η λύση βρίσκεται προς αυτή την κατεύθυνση. Η αυτοκατάλυση φαίνεται να είναι ένας ιδιαίτερα σημαντικός μηχανισμός που αποτελεί τη βάση για μια μεγάλη ποικιλία πολύπλοκων χημικών φαινομένων αλλά δεν είναι ιδιαίτερα κρίσιμη ώστε να αποτελέσει το μέσο μετάβασης από το επίπεδο απλής και πρωταρχικής αυτό-οργάνωσης στα αυτό-παραγόμενα και αυτό-κατασκευαστικά συστήματα εξασφαλίζοντας τη βιωσιμότητα των ακέραιων (σε ένα σημαντικό βαθμό) αυτό-διατηρούμενων χημικών δικτύων.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι Ruiz-Mirazo, Pereto & Moreno (2004) μαζί με αρκετούς άλλους ερευνητές (Kauffmann, 1993; 2000), γενικότερα, υποστηρίζουν τη συνάφεια της χημείας με την ανάπτυξη οποιουδήποτε βιολογικού κόσμου. Ωστόσο, τα ενδιαφέροντα φαινόμενα γνωστικής συμπεριφοράς παρατηρούνται σε υψηλότερα επίπεδα της οργάνωσης (δείτε §5.1.6), τα οποία, όπως εκτενώς αναλύθηκε στην §4.1 περιορίζουν αλλά και περιορίζονται από τα επιμέρους στοιχεία των χαμηλότερων επιπέδων. Έτσι, το καθαρά χημικό επίπεδο της οργάνωσης είναι απαραίτητο αλλά μόνο με ένα εντελώς συμπληρωματικό τρόπο και όσον αφορά σε ιδιαίτερος πρωταρχικά φαινόμενα αυτονομίας. Συγκεκριμένα, ακόμη και οι διεργασίες ενός κυττάρου

(όπως αναλυτικά θα αναφερθεί παρακάτω (δείτε §5.3.2 και ειδικότερα, §5.3.4, αλλά και Κεφ. 7), δεν συνιστώνται μόνο από χημικές διεργασίες αλλά κυρίως από διεργασίες πληροφοριακής φύσης).

Το πρόβλημα εντοπίζεται στο ότι στα αυτό-διατηρούμενα χημικά δίκτυα η θεώρηση της κατάλληλης ροής του θερμοδυναμικού υλικού από και προς το περιβάλλον είναι εξαιρετικά κρίσιμη για την εδραίωση των συνθηκών που θα επιτρέψουν την πραγματοποίηση των κατάλληλων αντιδράσεων. Όπως αναλυτικά εξηγήθηκε στην §5.3, μόνο τα συστήματα που θα επιτύχουν μια διαλεκτική μεταξύ των *ένδο-κατασκευαστικών* και των *έξω-αλληλεπιδραστικών* διεργασιών τους,⁵⁴ θα μπορέσουν να επιτύχουν ουσιαστική βασική αυτονομία. Συγκεκριμένα, το πρόβλημα της βασικής αυτονομίας οφείλει να αντιμετωπιστεί σε ένα πλαίσιο όπου θα υποστηρίζεται και θα εξηγείται η προσπάθεια των συστημάτων που βρίσκονται μακριά από τη θέση θερμοδυναμικής ισορροπίας να επιτυγχάνουν ολοένα και περισσότερο σταθερά και ποικίλα αυτό-διατηρούμενα δυναμικά.

5.3.1.3 Από τη Χημική Αυτό-Διατήρηση στην Αναδρομική Αυτό-Διατήρηση

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §5.1.4 η αυτονομία θεωρείται ως ένας ειδικός τύπος συνοχής και υπάρχουν διαφορετικοί τύποι συνοχής βάσει των θερμοδυναμικών απαιτήσεων των διεργασιών στις οποίες εμπλέκονται τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος προκειμένου να το διατηρήσουν σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο οργάνωσης. Έτσι, οι οργανώσεις εξαιρετικά σταθερών θερμοδυναμικών διεργασιών όπως αυτών ενός βράχου, επιδεικνύουν μια πρωταρχική μορφή συνοχής και αυτονομίας, ενώ αυτές που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό ενός κυττάρου (οργανώσεις που βρίσκονται μακριά από το σημείο θερμοδυναμικής ισορροπίας) συνεπάγονται μια συγκριτικά πολύ πιο ενδιαφέρουσα μορφή συνοχής και αυτονομίας. Ο Bickhard (1993, 2000b) κινούμενος στο ίδιο μήκος κύματος με τα όσα παρουσιάστηκαν στην §5.3.1.2 υποστηρίζει ότι οι απλές μορφές αυτό-διατήρησης, δηλαδή τα φαινόμενα συστημάτων που αυτό-οργανώνονται μακριά από τη θέση θερμοδυναμικής ισορροπίας αλλά εξαρτώνται πλήρως από τους πόρους του περιβάλλοντός τους επιδεικνύουν τον μικρότερο δυνατό βαθμό αυτονομίας.

Ακολουθώς, χρησιμοποιεί το παράδειγμα της φλόγας ενός κεριού υποστηρίζοντας ότι εμφανίζει σημαντικά επίπεδα αυτό-διατήρησης λόγω του ότι η ίδια η φλόγα συνεισφέρει στη διατήρηση του συστήματος μακριά από τη θερμοδυναμική ισορροπία διαμορφώνοντας τις συνθήκες (υψηλή θερμοκρασία και κατανάλωση οξυγόνου μέσω των διεργασιών μεταφοράς θερμότητας και την αντίστοιχη αποβολή των προϊόντων καύσης) που κάνουν δυνατή την διαρκή πραγματοποίησή της. Συνεχίζει υποστηρίζοντας ότι ακόμη και αυτό το επίπεδο αυτό-διατήρησης έχει σημαντικούς περιορισμούς εφόσον η φλόγα του κεριού δεν μπορεί να αναζητήσει από μόνη της περισσότερο καύσιμο στην περίπτωση που το κεριό καεί ολοσχερώς. Η διαφορά με άλλα απλούστερα αυτό-διατηρούμενα συστήματα είναι ότι παρατηρείται μια ενδογενής συνεισφορά στη διατήρηση των κατάλληλων συνθηκών. Υπάρχουν όμως, ισχυρίζεται, και άλλες μορφές διεργασιών μακριά από τη θερμοδυναμική ισορροπία που τα καταφέρνουν ακόμη καλύτερα από τη φλόγα ενός κεριού. Συγκεκριμένα, ο (Bickhard, 2000b) φανερά επηρεασμένος από τη συνολική δουλειά των Collier, Christensen και Hooker λέει ότι τα αντίστοιχα συστήματα:

«Δεν παρουσιάζουν μόνο τη δυνατότητα να αναπτύσσουν διεργασίες που τείνουν να συνεισφέρουν στην αυτό-διατήρησή του – η παραγωγή θερμότητας από τη φλόγα – αλλά έχουν επίσης τη δυνατότητα να αναπτύσσουν διαφορετικές διεργασίες ανάλογα με τις διαφοροποιήσεις των περιβαλλοντικών συνθηκών που αντιμετωπίζουν. ... Αυτού του είδους τα συστήματα επιδεικνύουν ένα είδος διατήρησης της ικανότητάς τους να είναι αυτό-διατηρούμενα. Μεταβάλλουν τις διεργασίες αυτό-διατήρησής

⁵⁴ Οι Ruiz-Mirazo & Moreno (1998; 2000; 2004) χρησιμοποιούν τους όρους ‘endergonic-exergonic’ για τις συνιστούσες διεργασίες, επηρεασμένοι από μια περισσότερο χημική προσέγγιση. Η χρήση των όρων ‘κατασκευή-αλληλεπίδραση’ κρίνεται καταλληλότερη για την παρούσα εργασία, η οποία επιλέγει μια γενικότερα πιο συστημική και ειδικότερα πιο πληροφοριακή/αναπαραστασιακή (σημειωτική) οπτική.

τους έτσι ώστε να διατηρούν την αυτό-διατήρησή τους στις διάφορες μεταβολές του περιβάλλοντος. Τα συστήματα αυτά επιδεικνύουν μια αυτό-επαναλαμβανόμενη (αναδρομική) αυτό-διατήρηση (recursive self-maintenance) κατά την οποία οι αλληλεπιδράσεις τους με τα περιβάλλοντά τους επιδεικνύουν μια αιτιώδη κλειστότητα με τη διατήρηση των συνθηκών του συστήματος που κρίνονται ως αναγκαίες για τις συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις (Bickhard, 2000b, σελ. 116).

Ο γενικότερος στόχος του Bickhard είναι να στρέψει την προσοχή, όσον αφορά στην μελέτη των αυτόνομων συστημάτων, πέρα από τα φαινόμενα καθαρά (μόνο) χημικής αυτό-οργάνωσης και αυτό-διατήρησης. Έτσι, θεωρεί ότι η ουσιαστική αυτονομία ξεκινάει από τη στιγμή που ένα σύστημα, πέρα από τη δυνατότητά του να βρεθεί μακριά από τη θέση θερμοδυναμικής ισορροπίας, αναπτύσσει τη δυνατότητα να διαμορφώνει μέσω των κατάλληλων αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον του τις αντίστοιχες διεργασίες αυτό-διατήρησης προκειμένου να μπορεί να προσαρμόζεται στις διάφορες περιβαλλοντικές μεταβολές που άμεσα ή έμμεσα απειλούν τη διατήρησή του.

Για παράδειγμα, ο Bickhard, βασισμένος στον Campbell, συνήθως αναφέρει το παράδειγμα ενός βακτηρίου το οποίο επιλέγει να κολυπήσει προς την περιοχή αύξησης του σακχάρου, ενώ αναποδογυρίζει προκειμένου τυχαία να επιλέξει μια άλλη κατεύθυνση όταν αισθάνεται ότι δεν αυξάνεται η περιεκτικότητα σακχάρου προς την κατεύθυνση στην οποία κινείται, σαν μια πολύ απλή περίπτωση αναδρομικής αυτό-διατήρησης (Campbell, 1974; 1990). Ο μηχανισμός με τον οποίο το βακτήριο καταφέρνει να επιλέξει μεταξύ των δυο εναλλακτικών είναι ένας πολύ απλός μηχανισμός ερεθισματος-αντίδρασης μεταξύ της αίσθησης της συγκέντρωσης σακχάρου στο νερό που περιβάλλει την περιοχή από το βακτήριο και των δύο ειδών δράσης τις οποίες έχει το βακτήριο στη διάθεσή του. Παρόλο την απλοϊκότητα των εν διαθέσει μηχανισμών, η κολύμβηση και το αναποδογύρισμα είναι δύο διαφορετικοί τρόποι αλληλεπίδρασης που θεωρούνται κατάλληλοι με την έννοια ότι συνεισφέρουν στην αυτό-διατήρηση του βακτηρίου σε διαφορετικές συνθήκες και ότι το βακτήριο μπορεί να μεταπηδήσει αναλόγως ανάμεσά τους καθώς αλλάζουν οι συνθήκες (δείτε §5.3.8). Είναι προφανές ότι οι στρατηγικές αλληλεπίδρασης που διαθέτουν πιο πολύπλοκοι οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων, είναι πολύ πιο εντυπωσιακοί και ποικίλοι (δείτε §5.3.6). Αυτή είναι μια πολύ ισχυρότερη μορφή αυτονομίας λόγω του ότι η οποιαδήποτε δυναμική ισορροπία δεν διατηρείται μέσα σε συγκεκριμένο εύρος συνθηκών αλληλεπίδρασης, αλλά διατηρείται επίσης, μέσα σε συγκεκριμένο εύρος μεταβολών των συγκεκριμένων συνθηκών (της αλληλεπίδρασης).

Όπως πρέπει να έχει γίνει ήδη αντιληπτό, το πρόβλημα της *αναδρομικής αυτό-διατήρησης* είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο και όπως αναλυτικά θα εξηγηθεί παρακάτω (δείτε §5.3.4.1) ενέχει την διάρθρωση διαφόρων ειδών μηχανισμών ελέγχου, τόσο τοπικής (local) όσο και καθολικής (global) ισχύος, από το ίδιο το σύστημα. Σε γενικό επίπεδο, η μέχρι τώρα ανάλυση του φαινομένου της αναδρομικής αυτό-διατήρησης συνεπάγεται τη θεώρηση της βασικής αυτονομίας ενός συστήματος ως την ικανότητά του να διαχειρίζεται τη ροή θερμοδυναμικών στοιχείων από και προς το περιβάλλον του με τέτοιο τρόπο ώστε ταυτόχρονα, να έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει, να διαμορφώνει και να ελέγχει, τόσο τις εσωτερικές αυτό-κατασκευαστικές διεργασίες του όσο και τις διεργασίες ανταλλαγής με το περιβάλλον του. Συνεπώς, το σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να παράγει και εν συνεχεία να αναπαράγει όλους τους απαραίτητους περιορισμούς (συμπεριλαμβανομένου ενός μέρους των συνοριακών συνθηκών που συνεπάγονται τη διάκρισή του ως σύστημα με τα ανάλογα χαρακτηριστικά— δείτε §3.3.1, §4.1.4.2 και §5.3, αλλά και §5.3.2), μαζί με τους συγκεκριμένους τρόπους αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον. Με άλλα λόγια, οι κατασκευαστικές διεργασίες που πρακτικά συνιστούν το σύστημα, θα πρέπει να εμπλέκονται άμεσα σε μια διαρκή συναλλαγή θερμοδυναμικών πόρων με το περιβάλλον και αντιστρόφως, η απόκτηση αυτών των πόρων είναι επιτακτική για την εμφάνιση και διατήρηση των αντίστοιχων διεργασιών.

Αυτή η αλληλεξάρτηση μεταξύ των κατασκευαστικών και αλληλεπιδραστικών πλευρών του φαινομένου είναι ο πυρήνας για τη σύσταση κάθε αυτόνομου συστήματος που δύναται να παρουσιάσει ανοικτό-κλειστότητα (δείτε §5.3). Αυτός είναι και ο λόγος που οι ερευνητές που

επιλέγουν μια συστημική οπτική στο συγκεκριμένο πρόβλημα, χρησιμοποιούν γενικότερα τον όρο ‘αυτό-κατασκευή’ αντί του όρου ‘αυτό-παραγωγή’, προκειμένου να τονίσουν ότι η βασική αυτονομία δεν μπορεί να είναι μόνο το αποτέλεσμα ενός συνόλου εσωτερικών διεργασιών που επιτυγχάνουν κάποιο βαθμό κλειστότητας (Varela, 1979; Kauffman, 2000) (δείτε επίσης §5.2), αλλά πάντοτε ενέχει περαιτέρω λειτουργικές προσπάθειες (κάτω από το γενικότερο θερμοδυναμικό πλαίσιο) που συνδέονται με την εδραίωση καινούργιων τρόπων αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον.

Στην συνέχεια της παρούσας διατριβής δεν θα γίνει παρουσίαση του ενεργειακού μέρους των διεργασιών ενός συστήματος που παρουσιάζει βασική αυτονομία, η οποία μπορεί να βρεθεί στους Collier & Hooker (1999) και Ruiz-Mirazo & Moreno (2000; 2004). Αντιθέτως, στην επόμενη ενότητα, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα ενδιαφέροντα φαινόμενα γνωστικής συμπεριφοράς παρατηρούνται σε υψηλότερα επίπεδα της οργάνωσης και ρίχνοντας το βάρος προς την αλληλεπιδραστική πλευρά του συστήματος, επιχειρείται (πάντοτε προσπαθώντας να διατηρηθεί η συμβατότητα με το θερμοδυναμικό πλαίσιο) μια ανάλυση της λειτουργικότητας των αναδρομικά αυτό-διατηρουμένων συστημάτων.

5.3.1.4 Αναδρομική Αυτό-Διατήρηση και Λειτουργικότητα Μέσω Δυναμικών Προϋποθέσεων

Όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα, η αναδρομική αυτό-διατήρηση απαιτεί ένα είδος υποδομής μέσα στο σύστημα, που εμπλέκεται στις σχετικές εναλλαγές μεταξύ των διεργασιών του συστήματος. Η συγκεκριμένη υποδομή θα επιδεικνύει τόσο ενεργειακές όσο και πληροφοριακές (αναπαραστασιακές) πτυχές. Οι πληροφοριακές πτυχές αφορούν στην επίτευξη των διεργασιών εναλλαγής (από μια λιγότερο κατάλληλη για την περίπτωση διεργασία σε μια καταλληλότερη), ενώ οι ενεργειακές πτυχές της υποδομής αφορούν τόσο στην επίτευξη της εναλλαγής, αλλά και στην επίτευξη (πραγματοποίηση) των διεργασιών στις οποίες το σύστημα θα εναλλαχθεί. Για παράδειγμα, το βακτήριο καταναλώνει πολύτιμη ενέργεια τόσο στην διεργασία της κολύμβησης όσο και στην διεργασία αναποδογυρίσματος, αλλά κάθε φορά η αντίστοιχη ενέργεια κατευθύνεται προς διαφορετικούς, αλλά πάντοτε σημαντικούς για το βακτήριο, στόχους. Οι μηχανισμοί εναλλαγής αλλά και η σύζευξη (υπό την έννοια της μη-γραμμικής σύνδεσης) των εμπλεκόμενων διεργασιών παράγει ένα είδος κυκλικής πρώτο-μεταβολικής οργάνωσης (Morowitz, 1992), η οποία πρέπει να κατασκευαστεί από το ίδιο το σύστημα, διαφορετικά, δεν μπορεί κανείς να αναφέρεται στην εμφάνιση ουσιαστικής αυτονομίας.

Σε οργανωσιακό επίπεδο, η μελέτη του συγκεκριμένου φαινομένου επικεντρώνεται στην αναζήτηση της θεμελιώδους σχέσης μεταξύ του συνόλου των περιορισμών που συνδέουν τις εμπλεκόμενες διεργασίες καθώς και τους μηχανισμούς της μεταξύ τους εναλλαγής, και της χρήσιμης ενέργειας, υπεύθυνης για τη διεξαγωγή έργου στο σύστημα. Το έργο μπορεί να θεωρηθεί ως περιορισμένη απελευθέρωση ενέργειας (Atkins, 1984, Collier, 1990a; 1999), σε αντίθεση με τη θερμότητα η οποία συνήθως θεωρείται ως ενέργεια που διαφεύγει κάθε έλεγχου. Έτσι, το έργο συνήθως ορίζεται (κυρίως σε περισσότερο μηχανιστικούς όρους) ως μια μορφή ενέργειας που είναι ‘χρήσιμη’ υπό την έννοια ότι επιτρέπει την πραγματοποίηση ενός είδους λειτουργίας (εξωτερικής προέλευσης). Ωστόσο, η έννοια του έργου μπορεί γενικότερα να εφαρμοστεί τόσο στα ετερόνομα και αλλοποιητικά συστήματα, όσο στα αυτόνομα (ζωντανά) συστήματα με μία σημαντική διαφοροποίηση.

Στην περίπτωση των αυτόνομων συστημάτων, το έργο δεν μπορεί να οριστεί από την οπτική ενός εξωτερικού ευφυούς πράκτορα, αλλά αντιθέτως, θα πρέπει να θεωρηθεί ως μια ενεργειακή συνεισφορά στην κατασκευή και διατήρηση ενός συγκεκριμένου αυτό-οργανωμένου συστήματος μακριά από τη θερμοδυναμική ισορροπία, το οποίο παρουσιάζει τον αντίστοιχο βαθμό συνοχής. Συνεπώς, στο εν λόγω πλαίσιο της ανάλυσης, οι δράσεις του συστήματος που εξασφαλίζουν την αυτό-διατήρηση και αυτονομία της οργάνωσής του, αποτελούν *λειτουργικές* δράσεις του συστήματος. Ως εκ τούτου, ο *ενδογενής λειτουργικός χαρακτήρας* του συνόλου των διεργασιών που συνεισφέρουν στην αυτό-διατήρηση του συστήματος είναι απολύτως δικαιολογημένος.

Έτσι, η εμφάνιση μιας αυτόνομης οργάνωσης γίνεται δυνατή μόνο εάν το ίδιο το σύστημα καταφέρει να παράγει τους κατάλληλους περιορισμούς που θα διαμορφώσουν τη ροή θερμοδυναμικών στοιχείων από και προς το σύστημα, έτσι ώστε οι συγκεκριμένοι περιορισμοί να αναπαραχθούν, συνεισφέροντας κατά αυτό τον τρόπο στην αναδρομική διατήρηση της οργάνωσης του συστήματος.

Στην απλή περίπτωση των ετερόνομων (κλασσικών θερμικών) μηχανών, τα τοιχώματα του κυλίνδρου, το πιστόνι και τα υπόλοιπα στοιχεία παίζουν τον ρόλο των απαιτούμενων περιορισμών που απαιτούνται για την εξαγωγή έργου από την εκτόνωση του αερίου. Στην πολύπλοκη περίπτωση των αυτόνομων συστημάτων, οι περιορισμοί θεωρούνται μέρος των αυτό-κατασκευαστικών δυναμικών, τα οποία διαρκώς παράγονται και αναπαράγονται, και δημιουργούν συζεύξεις κατασκευαστικών και αλληλεπιδραστικών διεργασιών, οι οποίες με τη σειρά τους, συνιστούν τον βασικό τρόπο παραγωγής έργου στο σύστημα.⁵⁵ Με άλλα λόγια, σε ένα αυτόνομο σύστημα το έργο ενέχει περιορισμούς, αλλά η παραγωγή των εν λόγω περιορισμών ενέχει την ύπαρξη ενός ποσού ενέργειας έτοιμη προς χρήση, δηλαδή, την αρχική ύπαρξη ενέργειας σε μορφή έργου (Collier, 1999, Kauffman, 2000).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα αναδρομικώς αυτό-διατηρούμενα συστήματα επιδεικνύουν υψηλότερο βαθμό αυτονομίας από τα απλώς αυτό-διατηρούμενα συστήματα, λόγω του ότι η υποδομή τους εμπλέκεται σε εναλλαγές διεργασιών αλλά και σε ανακατεύθυνση της διαθέσιμης ενέργειας. Επίσης, σε ένα τέτοιο σύστημα που επιδεικνύει βασική αυτονομία, οι ενεργειακές και κατασκευαστικές πτυχές των διεργασιών του δεν είναι ανεξάρτητες από τις αλληλεπιδραστικές του διεργασίες. Γενικότερα, όλες οι συνεισφορές (υπό τη μορφή διεργασιών) που κάνει ένα αυτό-διατηρούμενο σύστημα στον εαυτό του για τη συνέχιση της ύπαρξής του, θεωρούνται ως λειτουργικές για το σύστημα από τη στιγμή που ικανοποιούν τη γενικότερη λειτουργία του να συνεισφέρουν και να διευκολύνουν τη διατήρηση της ύπαρξης του συστήματος μακριά από το σημείο θερμοδυναμικής ισορροπίας.

Αναλόγως, κάθε επί μέρους στοιχείο του συστήματος (για παράδειγμα, ο μηχανισμός αναποδογυρίσματος του βακτηρίου) χρησιμεύει ως λειτουργία στο βαθμό που παρέχει την προαναφερθείσα συνεισφορά. Η ικανοποίηση μιας λειτουργίας υπό αυτή την έννοια είναι απαραίτητως σχετική με το σύστημα του οποίου η δυνατότητα διατήρησης ενισχύεται. Για παράδειγμα, επιμέρους στοιχεία ενός παρασίτου θα είναι λειτουργικά για το παράσιτο αλλά δυσλειτουργικά για το σύστημα που το φιλοξενεί. Συγκεκριμένα, η αναδρομική διατήρηση των εσωτερικών διεργασιών που συνιστούν το σύστημα αξιώνουν την συνεισφορά της οργάνωσής του στην ενεργή διαμόρφωση συγκεκριμένων συνθηκών του άμεσου περιβάλλοντός του προκειμένου να διαμορφώσουν τις μεταβολές που θέτουν σε κίνδυνο την ύπαρξη του ίδιου του συστήματος.⁵⁶ Ως εκ τούτου, οι διάφορες συνεισφορές του συστήματος στην αυτονομία του θεωρούνται ως θεμελιώδεις εκφάνσεις της *ικανοποίησης μιας λειτουργίας (serving a function)* (Bickhard, 2000).

Το είδος της λειτουργίας που προτείνει ο Bickhard (το οποίο είναι απολύτως συμβατό με το συνολικό πλαίσιο εξέλιξης των αυτόνομων συστημάτων που παρουσιάζεται στο τρέχον κεφάλαιο) έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα αιτιολογικά και εξελικτικά μοντέλα λειτουργικότητας που παρουσιάστηκαν στην §4.1.7:

⁵⁵ Στο Κεφ. 6 θα παρουσιαστεί ο ρόλος των περιορισμών στην μοντελοποίηση της δημιουργικότητας ενός αυτό-οργανωμένου συστήματος καθώς και η σύζευξή τους με τις διεργασίες αλληλεπίδρασης και γενικότερα, επικοινωνίας του συστήματος με το περιβάλλον προκειμένου να μοντελοποιηθεί η ανάδυση της δημιουργικότητας κατά τη σχεδιαστική διεργασία.

⁵⁶ Αυτή είναι η κεντρική ιδέα της έννοιας της προσαρμογής και επομένως στο περιγραφόμενο πλαίσιο ικανοποιείται η απαίτηση του ελάχιστου βαθμού βασικής αυτονομίας για την εμφάνιση ικανότητας προσαρμογής – δείτε §5.1.6.

- a). η θεώρηση της ικανοποίησης μιας λειτουργίας σε σχέση με τη συνεισφορά της στην αυτονομία του συστήματος δημιουργεί μια αιτιώδη διαφορά (αποφυγή επιφαινομενικότητας) σχετικά με το κατά πόσο ένα συγκεκριμένο αυτόνομο σύστημα που λειτουργεί μακριά από τη θερμοδυναμική ισορροπία συνεχίζει να υφίσταται ή μεταβαίνει στην ισορροπία και επομένως παύει να υφίσταται,
- b). το μοντέλο της ικανοποίησης μιας λειτουργίας είναι εξ ορισμού κανονιστικό, δηλαδή η αντίστοιχη συνεισφορά μπορεί να αποτύχει στην μερική υποστήριξη του συστήματος, γεγονός που αφορά άμεσα στο σύστημα αλλά και στην επιρροή του στο συνολικότερο περιβάλλον.

Αυτού του είδους η οργάνωση ενός συστήματος που εμφανίζει βασική αυτονομία ενέχει μια ‘αναγκαστική’ ασυμμετρία μεταξύ της πολυπλοκότητας των εσωτερικών διεργασιών του συστήματος και αυτής του περιβάλλοντος.⁵⁷ Η εν λόγω ασυμμετρία οφείλει να είναι ενεργή (να εμφανίζει δυναμικά χαρακτηριστικά) και να υποστηρίζεται από τη λειτουργικότητα του συστήματος μέσω της εδραίωσης των κατάλληλων συνθηκών δράσης στο εσωτερικό του συστήματος αλλά και αλληλεπίδρασης με το άμεσο εξωτερικό περιβάλλον. Ο Bickhard (2000b) θεωρεί ότι σε αυτό το πλαίσιο, η ενδογενής θερμοδυναμική ασυμμετρία μεταξύ των διεργασιών μακριά από τη θέση ισορροπίας και των διεργασιών στο σημείο ισορροπίας αποφέρουν μια ενδογενή κανονιστική ασυμμετρία (*normative asymmetry*) μεταξύ λειτουργίας (*function*) και δυσλειτουργίας (*dysfunction*) (δείτε §5.3.8.1). Ακολούθως, ένα μέρος του συστήματος έχει μια λειτουργία (για έναν παρατηρητή), στον βαθμό που αποτελεί την έκφανση ενός τύπου διεργασιών που τείνει να ικανοποιήσει ή έχει την προδιάθεση να ικανοποιήσει, τη συγκεκριμένη λειτουργία για το συνολικό σύστημα στο οποίο βρίσκεται και στο οποίο την αυτονομία συνεισφέρει. Συνεπώς, η κατοχή μιας λειτουργίας από ένα υποσύστημα ενός συστήματος εξαρτάται από τους τύπους στους οποίους ανήκουν αντιστοίχως το σύστημα και το υποσύστημα. Πρακτικά, η αντίστοιχη κατηγοριοποίηση εξαρτάται από το κατά πόσο ένα υποσύστημα (ένα επιμέρους στοιχείο) έχει την σχετική υποδομή για να ανήκει σε ένα συγκεκριμένο τύπο διεργασιών, ακόμη και εάν το συγκεκριμένο στοιχείο δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσει τη συγκεκριμένη λειτουργία, δηλαδή, ακόμη και εάν είναι δυσλειτουργικό. Για παράδειγμα, ένα νεφρό θα έχει για τον παρατηρητή την λειτουργία του να φιλτράρει το αίμα, ακόμη και εάν το συγκεκριμένο νεφρό στην πραγματικότητα αδυνατεί να το πράξει.

Μέρος της σπουδαιότητας του να έχει ένα στοιχείο την κατάλληλη υποδομή ώστε να θεωρείται ως νεφρό, και επομένως, να έχει τη λειτουργία του να φιλτράρει αίμα, αποτελεί το πόσο κοντά βρίσκεται το συγκεκριμένο νεφρό στην εξυπηρέτηση της συγκεκριμένης λειτουργίας. Είναι πολύ πιθανό να μπορέσει να πραγματοποιήσει τη λειτουργία όταν βρίσκεται σε συγκεκριμένες συνθήκες, αλλά όχι σε κάποιες διαφορετικές, ή όταν βρίσκεται σε πολύ ειδικές αλλά εφικτές συνθήκες, ή σε πολύ σπάνιες συνθήκες, ή δέχεται άμεση βοήθεια από το περιβάλλον του (κάποια ειδική θεραπεία, ή του χορηγείται κάποιο φάρμακο, κτλ.). Γενικότερα, οι συνθήκες κάτω από τις οποίες ένα στοιχείο (δρώντας ως ένα υποσύστημα ενός πιο πολύπλοκου συστήματος) καταφέρνει να ικανοποιήσει μια συγκεκριμένη λειτουργία, παίζουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στη θεώρηση της λειτουργικότητας στο προτεινόμενο πλαίσιο (δείτε επίσης §5.3.5.2).

Συγκεκριμένα, όπως ήδη έχει εκτενώς αναφερθεί, τα αυτόνομα συστήματα συνίστανται σε δίκτυα αλληλεξαρτώμενων διεργασιών. Στο συγκεκριμένο πλαίσιο, η μοντελοποίηση της λειτουργικής οργάνωσης ενός αυτόνομου συστήματος είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον χαρακτηρισμό των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των διεργασιών. Ειδικότερα, εάν υποθεθεί ένα αυτόνομο σύστημα με ένα συγκεκριμένο αριθμό διεργασιών, οι συγκεκριμένες διεργασίες εμπλέκονται άμεσα στην εμφάνιση συνοχής του συστήματος και η συνολική τους λειτουργία είναι αυτό-διατηρούμενη. Επίσης, οι διεργασίες αυτές θα είναι οργανωσιακώς αλληλεξαρτώμενες υπό την έννοια ότι κάθε μία απαιτεί την εμφάνιση εξόδου από τις υπόλοιπες. Η εν λόγω αλληλεξάρτηση θα ικανοποιείται μέσα σε ένα εύρος μεταβολών (των αντίστοιχων

⁵⁷ Στην §5.1.5 αυτή η ασυμμετρία αναφέρθηκε ως ‘πληροφοριακή ανισορροπία’.

εξόδων) και επίσης, όλες οι διεργασίες θα εξαρτώνται από ένα σύνολο περιβαλλοντικών συνθηκών, τα οποία επίσης θα ικανοποιούν τις διεργασίες μέσα στα δικά τους χαρακτηριστικά όρια.

Οι Christensen & Bickhard (2002) δίνουν ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα της προαναφερθείσας διεργασιακής αλληλεξάρτησης, περιγράφοντας τη σχέση μεταξύ των διεργασιών της καρδιακής δραστηριότητας, του κυτταρικού μεταβολισμού και της γενικότερης κινητικής δραστηριότητας (συμπεριλαμβανομένων της αναπνοής, της βρώσης και της αποβολής άχρηστων ουσιών). Υποστηρίζουν ότι η λειτουργία της καρδιάς είναι η άντληση αίματος ως συνεισφορά σε ένα σύνολο δραστηριοτήτων που καταλήγουν στην κυκλοφορία του αίματος στον οργανισμό. Ωστόσο, η συγκεκριμένη λειτουργία που ικανοποιεί η καρδιά είναι η παροχή μεταφοράς θρεπτικών ουσιών υπό μορφή ρευστού στα κύτταρα και η απομάκρυνση προϊόντων του μεταβολισμού. Υπό αυτή την οπτική, η δραστηριότητα της καρδιάς και ο κυτταρικός μεταβολισμός είναι δύο αλληλεξαρτώμενες διεργασίες. Χωρίς τη δραστηριότητα της καρδιάς σταματάει η μεταφορά ρευστών ουσιών και παράλληλα σταματάει ο κυτταρικός μεταβολισμός και το ίδιο ισχύει αντιστρόφως. Επιπροσθέτως, η κυτταρική δραστηριότητα παράγει κινητική δραστηριότητα που συνεισφέρει στις διεργασίες αλληλεπίδρασης, όπως η διεργασία αναπνοής, απόκτησης τροφής, βρώσης και αποβολής άχρηστων ουσιών. Με τη σειρά τους, οι εν λόγω διεργασίες παρέχουν τους πόρους που χρειάζεται ο κυτταρικός μεταβολισμός και επομένως συνεισφέρουν στις κυτταρικές διεργασίες που τις ικανοποιούν.

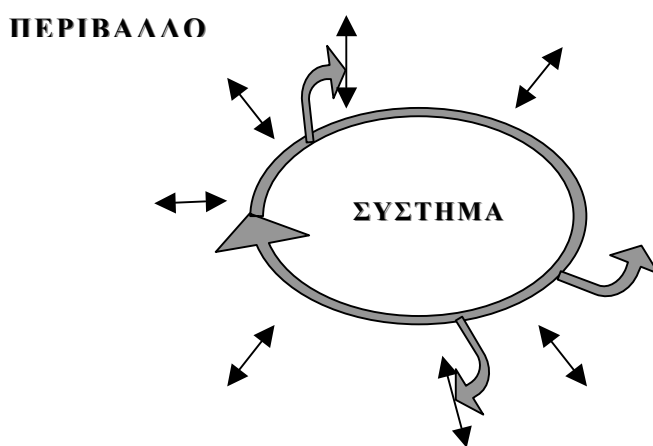
Βάσει των παραπάνω, πρέπει να γίνεται αρκετά φανερό ότι τα διάφορα πρότυπα διεργασιακής αλληλεξάρτησης στα αυτόνομα βιολογικά συστήματα αποτελούν το κεντρικό σημείο για την κατανόηση, μοντελοποίηση και εξήγηση της κανονιστικής λειτουργίας. Οι λειτουργίες θεωρούνται επί της ουσίας ως σχέσεις και η μεταξύ τους αλληλεπίδραση είναι αυτό που καθορίζει την φύση των διαφόρων οργανισμών ως συστήματα που εμφανίζουν ένα σημαντικό βαθμό συνοχής. Έτσι, μεμονωμένα στοιχεία και διεργασίες ικανοποιούν τις κανονιστικές λειτουργίες ενός αυτόνομου συστήματος λόγω του τρόπου που ικανοποιούν τις απαιτήσεις άλλων διεργασιών με τις οποίες σχετίζονται και αλληλεξαρτώνται μέσα στο σύστημα. Ο Bickhard (2000b) ονομάζει την κατάσταση που συγκεντρώνει όλα τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά που αφορούν στην θεώρηση της κανονιστικής λειτουργίας και έτσι, παρέχει ένα μοντέλο για την ανάδυση των λειτουργικών τύπων ενός αυτόνομου συστήματος ως *δυναμική προϋπόθεση (dynamic presupposition)*. Η βασική έννοια της εν λόγω κατάστασης είναι ότι κάποιες δυναμικές διεργασίες προϋποθέτουν άλλες διεργασίες ή συνθήκες, προκειμένου οι συγκεκριμένες διεργασίες να μπορέσουν να διεκπεραιωθούν με επιτυχία. Σε περίπτωση που οι δυναμικές προϋποθέσεις δεν ισχύσουν, οι αντίστοιχες διεργασίες αποτυγχάνουν. Αν η καρδιά δεν αντλεί αίμα, ο οργανισμός αποτυγχάνει να επιβιώσει.

Η δυναμική προϋπόθεση είναι εξ ορισμού μια κανονιστική ιδιότητα, εφόσον εξαρτάται από την ικανότητα των προϋποτιθέμενων διεργασιών να είναι επιτυχείς ή ανεπιτυχείς. Επομένως, το μοντέλο της ανάδυσης της ικανοποίησης μιας λειτουργίας παρέχει το αναγκαίο κανονιστικό πλαίσιο για την κανονιστικότητα των δυναμικών προϋποθέσεων. Συγκεκριμένα, μια διεργασία θα επιτύχει ή θα αποτύχει να ικανοποιήσει μια ή περισσότερες λειτουργίες σε ένα αυτό-διατηρούμενο σύστημα μακριά από τη θέση ισορροπίας, σε σχέση με το αν ισχύουν οι δυναμικές της προϋποθέσεις. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι όσο η οργάνωση υποδομής των προϋποτιθέμενων διεργασιών καθορίζει την αρτιότητα και την καταλληλότητα της υποδομής άλλων συστατικών του συστήματος, κατά κάποιο τρόπο κατηγοριοποιεί τα συστατικά αυτά ως προς τον τύπο που υποτίθεται ότι θα ικανοποιήσει την συγκεκριμένη προϋπόθεση. Με άλλα λόγια, το συγκεκριμένο συστατικό έχει τη λειτουργία να ικανοποιεί τη δυναμική προϋπόθεση, ανεξάρτητα από το εάν πραγματικά το επιτυγχάνει (δείτε Christensen & Bickhard, 2002 για μια εκτενή ανάλυση του θέματος).

Το προτεινόμενο μοντέλο της λειτουργίας όπως αυτή προκύπτει σε ένα σύστημα μακριά από τη θέση θερμοδυναμικής ισορροπίας με απώτερο στόχο τη συνεισφορά της στη δημιουργία ή την υποστήριξη των απαιτούμενων συνθηκών για τη διατήρηση των διεργασιών μακριά από τη θέση ισορροπίας, αποτελεί ουσιαστική ανάδυση. Η συγκεκριμένη θεώρηση της λειτουργίας αποτελεί

ιδιότητα διαφόρων ειδών συστημάτων που λειτουργούν μακριά από τη θέση ισορροπίας και είναι αιτιωδώς αποτελεσματική, διότι, το κατά πόσο συνεχίζει να επιβιώνει το συγκεκριμένο σύστημα (οργανισμός), εισάγει μια αιτιώδη διαφορά στο γενικότερο περιβάλλον στο οποίο δρα. Αναλυτικότερα, βάσει της προτεινόμενης θεώρησης της λειτουργίας η έννοια κατά την οποία μια μάζα ιστού θεωρείται ως ένα νεφρό και επομένως έχει την λειτουργία να φιλτράρει το αίμα, ασχέτως εάν τελικά το καταφέρνει, είναι αναδυόμενη κατά μη-επιφανομενικό τρόπο (δείτε §4.1.7).

Στην §5.3.1.3 αναφέρθηκε ότι οι κατασκευαστικές διεργασίες ενός συστήματος που εμφανίζει βασική αυτονομία βρίσκονται σε μια διαρκή συναλλαγή θερμοδυναμικών πόρων με το περιβάλλον. Οι περιορισμοί που προκύπτουν ως αποτελέσματα των εσωτερικών διεργασιών δημιουργούν μια ποιοτική ασυμμετρία μεταξύ της πολυπλοκότητας των εσωτερικών διεργασιών του συστήματος και των λειτουργικών σχέσεων (σχέσεις αλληλεπίδρασης) που αιτιωδώς εδραιώνει το σύστημα με το περιβάλλον (δείτε Σχ. 17).



Σχήμα 17. Η ασυμμετρία μεταξύ ενός συστήματος που παρουσιάζει βασική αυτονομία και του περιβάλλοντός του παρουσιάζεται με τη διαφοροποίηση μεταξύ των συνηθών φυσικό-χημικών αλληλεπιδράσεων (αμφίδρομα βέλη) και των λειτουργικών δράσεων (μονόδρομα βέλη) που πραγματοποιούνται από το σύστημα. Η λειτουργική κλειστότητα (αναπαρίσταται από το βασικό κυκλικό βέλος) δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την περιοριστική δράση σε μερικές από τις διεργασίες συναλλαγής ύλης και ενέργειας (βέλη που κατευθύνονται προς τα έξω). (Προσαρμοσμένο από τους Ruiz-Mirazo & Moreno, 2000).

Αυτή η ασύμμετρη αλληλεξάρτηση μεταξύ των κατασκευαστικών και αλληλεπιδραστικών πτυχών του αυτόνομου συστήματος πρέπει να υποστηρίζεται από την αναδυόμενη λειτουργικότητα του συστήματος βάσει των διαφόρων δυναμικών προϋποθέσεων που εδραιώνουν τις κατάλληλες συνθήκες δράσης στο εσωτερικό του συστήματος, καθώς και τις κατάλληλες συνθήκες αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον του. Συνολικά, η βασική αυτονομία (και οποιοσδήποτε βαθμός αυτονομίας) εμφανίζει την ανάγκη εδραίωσης διαφόρων ειδών λειτουργικής (και επομένως, ασύμμετρης) σχέσης με το περιβάλλον. Οι συγκεκριμένες λειτουργικές σχέσεις που προσφέρουν στο αυτόνομο σύστημα την απαραίτητη συνοχή διατηρούνται αναδρομικά τόσο μέσω της εσωτερικής κλειστότητας διεργασιών όσο μέσω των δράσεων που πραγματοποιεί στο άμεσο περιβάλλον του, δηλαδή μέσω αλληλεπιδραστικής κλειστότητας (δείτε §5.1.5).

Σε αυτό το σημείο, το αυτόνομο σύστημα είναι σε θέση να ενισχύσει την αυτονομία του και να προχωρήσει προς την ανάπτυξη βασικών γνωστικών διεργασιών. Το βασικότερο στοιχείο για αυτό το βήμα εξέλιξης της αυτονομίας του είναι η διαμόρφωση δυναμικού συνόρου (με το περιβάλλον του), μέσω του οποίου αποκτά την ικανότητα να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του και να διαμορφώνει τις συνοριακές του συνθήκες προκειμένου να μπορέσει να προσαρμοστεί

στις διάφορες περιβαλλοντικές μεταβολές. Σε αυτό το σημείο, το αυτόνομο σύστημα αρχίζει να διαμορφώνεται σε ένα αλληλεπιδραστικό γνωστικό πράκτορα (*interactive cognitive agent*).

5.3.2 Βασική Αυτονομία και Διαμόρφωση Συνόρου

5.3.2.1 Έσω-Έξω Ασυμμετρία Μέσω Διαμόρφωσης Συνοριακής Μεμβράνης

Στην προηγούμενη ενότητα, αλλά και καθόλη την περιγραφή του επιπέδου της βασικής αυτονομίας έγινε αναφορά στην εμφάνιση αναγκαστικής πληροφοριακής ανισοροπίας μεταξύ του εσωτερικού του συστήματος και του περιβάλλοντος. Η εν λόγω ανισοροπία υποδεικνύει μια ασυμμετρία μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος, η οποία υποστηρίζεται από τη λειτουργικότητα του συστήματος μέσω της εδραίωσης *εσωτερικών (κατασκευαστικών) σχέσεων* που διαφοροποιούν οργανωσιακά το σύστημα από το περιβάλλον του και κατ' επέκταση ορίζουν την ταυτότητά του και την αυτονομία του, και *εξωτερικών (αλληλεπιδραστικών) σχέσεων* στις οποίες το σύστημα οφείλει συνεχώς να εμπλέκεται προκειμένου να διατηρεί και να ενισχύει την αυτονομία του. Συνεπώς, αυτά τα δύο είδη αναδρομικών σχέσεων δημιουργούν μια *έσω-έξω διχοτόμηση (in/out dichotomy)* μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος (Moreno & Barandiaran, 2004).

Για τον (Hoffmeyer, 1996; 1998b) αυτή η ασυμμετρία μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος κρύβει το μυστικό της ζωής και γενικότερα της ανάπτυξης αυτόνομων ευφυών πρακτόρων. Συγκεκριμένα, ο (Hoffmeyer, 1998b) ξεκινάει την επιχειρηματολογία του από την αρκετά μυστήρια (αν κανείς προσπαθήσει να την κατανοήσει βασισμένος μόνο το πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης) απάντηση του von Foerster στην ερώτηση του (Vijner, 1997) σχετικά με το βασικό πρόβλημα του πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, το οποίο προσπαθεί να αναπτύξει και να υποστηρίξει μια θεώρηση του παρατηρητή χωρίς να έχει καμία θεώρηση για το υποκείμενο. Ο von Foerster απαντάει ότι κανείς χρειάζεται:

«ένα επιστημολογικό salto mortale, διότι ακριβώς τη στιγμή που εσύ ανοίγεις το στόμα σου, είσαι εσύ αυτός που το ανοίγει, αλλά η αναγνώριση αυτών που προέρχονται από το στόμα σου απαιτεί τον αντανακλαστικό στοχασμό του ανοικτού στόματος» (Vijner, 1997, σελ. 5, έμφαση στο πρωτότυπο).

Ο von Foerster κλείνει την απάντησή του υποδεικνύοντας το *Möbius strip* σαν μια ενδιαφέρουσα τοπολογική απεικόνιση της λογικής της συγκεκριμένης αυτό-αναφοράς. Γενικότερα, η απάντηση του von Foerster δείχνει την ανάγκη για αυτό-αναφορά και κλειστότητα (δείτε §3.3) στην οποιαδήποτε θεώρηση ενός υποκειμένου, δηλαδή ενός αυτόνομου συστήματος, αλλά δεν αναφέρει τίποτε περισσότερο για το τι σημαίνουν αυτές οι ιδιότητες ή για τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να επιτευχθούν.

Η ιδιαιτερότητα του Möbius strip είναι ότι η εσωτερική και η εξωτερική του πλευρά συνυπάρχουν, έτσι ώστε ουσιαστικά υπάρχει μόνο μια πλευρά, αλλά παρόλα αυτά, το Möbius strip δημιουργεί μια ασυμμετρία μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του. Με άλλα λόγια, το Möbius strip εισάγει τις παράδοξες εννοιολογικές κατηγορίες του 'εσωτερικά εξωτερικού' και του 'εξωτερικά εσωτερικού'. Ο Hoffmeyer υποστηρίζει ότι οι δύο αυτές εννοιολογικές κατηγορίες ανακλώνται στον πραγματικό κόσμο στη σχέση μεταξύ της έσω-έξω διχοτόμησης συστήματος και περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, ο Hoffmeyer ισχυρίζεται ότι η αναζήτηση του σημείου εκκίνησης της ζωής ταυτίζεται με την αναζήτηση του σημείου εκκίνησης του περιβάλλοντος. Έτσι, οι ζωντανοί οργανισμοί ομοιάζουν με συγκεκριμένα πρότυπα υφάνσεων ενός τάπητα. Αν και το ένα δεν μπορεί να κάνει χωρίς το άλλο, παραμένουν ασύμμετρα διαχωρισμένα. Από την πλευρά του συστήματος, το περιβάλλον θεωρείται ως οτιδήποτε έξω από αυτό, ενώ από την πλευρά του περιβάλλοντος τα διάφορα συστήματα θεωρούνται σαν *εγκεκυστωμένες/ενθυλακωμένες (encapsulated)* οντότητες (καταστάσεις πραγμάτων που περιβάλλονται από διακριτά σύνορα) που εμφανίζονται σε αυτό.

Ο Hoffmeyer υποστηρίζει ότι η συγκεκριμένη ασυμμετρία δικαιολογείται ακόμη περισσότερο εάν κανείς υποθέσει ότι το σύστημα έχει τη δική του προοπτική (δηλαδή θεωρηθεί ως υποκείμενο), ενώ η απόδοση προοπτικής στο περιβάλλον δεν μπορεί εύκολα να δικαιολογηθεί. Ωστόσο, επισημαίνει ότι, ο διαχωρισμός μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού μέρους της ασυμμετρίας δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να είναι απόλυτος, διότι αν κανείς παρατηρήσει πιο προσεκτικά θα δει ότι αυτό που φαίνεται να είναι στο εξωτερικό μέρος της ασυμμετρίας τείνει να είναι εσωτερικά σε κάτι άλλο και επίσης, κάτι που μπορεί για ένα χρονικό διάστημα να βρίσκεται στο εξωτερικό μέρος, κάποιο άλλο χρονικό διάστημα μπορεί να βρεθεί στο εσωτερικό.⁵⁸

Στην §3.3.1 αναφέρθηκε ότι κάθε σύστημα (θεωρούμενο στο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης) προβαίνει στη διάκριση μεταξύ των στοιχείων που θα συνιστούν τον εαυτό του (δηλαδή το εσωτερικό μέρος της ασυμμετρίας) και στα υπόλοιπα τα οποία θα απαρτίσουν το περιβάλλον (δηλαδή το εξωτερικό μέρος της ασυμμετρίας). Το βασικό σημείο αυτής της δράσης του συστήματος είναι ότι η παρατήρηση των δύο κόσμων από το σύστημα γίνεται μέσω της παρατήρησης του συνόρου του συστήματος από το ίδιο το σύστημα. Ο Hoffmeyer υποστηρίζει ότι σε αυτό το θεμελιώδες επίπεδο, αλλά και σε θεμελιώδη επίπεδα στον βιολογικό κόσμο, τα εσωτερικά μέρη ορίζονται πάντοτε από το *σύνоро* το οποίο τα περιβάλλει. Το εν λόγω σύνоро αποτελεί από μόνο του μια φυσική υπόσταση συγκεκριμένης πυκνότητας και εσωτερικής δομής. Έτσι, από τη μεριά της βιολογικής μεμβράνης ή του δέρματος, ακόμη και το 'εσωτερικό' μέρος του οργανισμού θα θεωρείται επί της αρχής ως 'εξωτερικό'.

Κατά τον Hoffmeyer, αυτό φαίνεται να είναι το κλειδί στην λύση του προβλήματος της ασυμμετρίας μεταξύ συστήματος (οργανισμού) και περιβάλλοντος. Έτσι, προτείνει ότι η ζωή και κατ' επέκταση η αυτονομία, κατασκευάζεται επάνω σε μια θεμελιώδη ασυμμετρία, αλλά όχι στην απόλυτη ασυμμετρία μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος. Αντιθέτως, η ασυμμετρία παράγεται από μια κλειστή μεμβράνη (π.χ. το δέρμα) το οποίο διαχωρίζει τον κόσμο σε δύο ισοδύναμα εξαιρούμενα μέρη: ένα εσωτερικό μέρος και ένα εσωτερικό μέρος. Για τον Hoffmeyer οι μεμβράνες των ζωντανών συστημάτων, σε οποιοδήποτε επίπεδο και αν παρατηρούνται (για παράδειγμα, είτε περιβάλλουν υποκυτταρικές οργανέλλες, κύτταρα, ιστούς, είτε όργανα ή οργανισμούς) θεωρούνται ως *διεπαφές (interfaces)* που διευκολύνουν την λεπτομερή ρύθμιση της ανταλλαγής *σημείων (signs)* (δείτε υποσημείωση 59) μεταξύ των εσωτερικών και των εξωτερικών μερών.

Συνεπώς, η ζωή και κατ' επέκταση η εμφάνιση του αντίστοιχου βαθμού αυτονομίας θα πρέπει να κατανοηθεί ως *οργανωμένη γύρω από τα φωλιασμένα σύνολα των μεμβρανών ή των διεπαφών, τα οποία ονομάζονται από τους παρατηρητές ως οργανισμοί* (Hoffmeyer, 1998b). Ως εκ τούτου, ο Hoffmeyer θεωρεί ότι ένα από τα βασικά στοιχεία της αφετηρίας της ζωής και κατ' επέκταση της ουσιαστικής αυτονομίας που βιώνει ένα σύστημα, στο οποίο αποδίδεται από έναν παρατηρητή η ιδιότητα του υποκειμένου, είναι η *διεργασία διαμόρφωσης της ασυμμετρίας, διά κλεισίματος μέσω μεμβράνης, η οποία ακολουθείται από την ανάπτυξη μηχανισμών σημειωτικής αλληλεπίδρασης*⁵⁹ κατά μήκος της μεμβράνης (Hoffmeyer, 1998; 1998b). Όπως θα εξηγηθεί παρακάτω (δείτε §5.3.5.1), η σημειωτική διάσταση είναι υπεύθυνη για την ανάδυση των παράδοξων κατηγοριών του 'εσωτερικά εξωτερικού' και του 'εξωτερικά εσωτερικού' του συστήματος.

⁵⁸ Ο Hoffmeyer φέρνει για παράδειγμα την περίπτωση μιας πρόωρης εμβρυογέννησης στα θηλαστικά όπου ο εγκολεασμός (ο σχηματισμός γαστριδίου από την αναδίπλωση -διπλώνει προς τα μέσα- μέρους του τοιχώματος του βλαστιδίου) προκαλεί το εσωτερικό στρώμα του γαστριδίου. Πρόκειται για αναπτυξιακή διαδικασία στον εμβρυοσχηματισμό.

⁵⁹ Εκτενής ανάλυση και περιγραφή της έννοιας της σημείωσης και της σημειωτικής αλληλεπίδρασης (δηλαδή έμφαση στην ερμηνεία μέσω της αλληλεπίδρασης) θα γίνει στην §5.3.5.1, στην §5.3.7 και §5.3.8.

5.3.2.2 Ο Ρόλος και η Φύση του Συνόρου

Όπως εκτενώς έχει αναφερθεί σε προηγούμενες ενότητες, η αυτονομία ενέχει την δημιουργία ενός συνόλου συγκεκριμένων συνθηκών, έτσι ώστε το σύστημα να αυτό-συνίσταται και να διακρίνεται από το άμεσο περιβάλλον του. Η σχέση των κατασκευαστικών και αλληλεπιδραστικών διεργασιών είναι αμοιβαία και συμπληρωματική ως προς την αυτό-διατήρηση του συστήματος. Οι 'κατασκευαστικές' διεργασίες δεν θα μπορούσαν να διατηρηθούν χωρίς την πραγματοποίηση των αλληλεπιδραστικών, οι οποίες με τη σειρά τους απαιτούν την εσωτερική οργάνωση του συστήματος προκειμένου να διεκπεραιωθούν. Στην περίπτωση ενός συστήματος που παρουσιάζει το βασικό επίπεδο αυτονομίας (ελαχίστως αυτόνομο σύστημα) η διάκριση μεταξύ των διεργασιών γίνεται μέσω της δημιουργίας ενός καθολικού (στο επίπεδο του συστήματος) διαχωριστή φάσης ή αλλιώς, ενός φυσικού συνόρου, το οποίο εδραιώνει μια αρκετά καθαρή διάκριση του εσωτερικού από τον εξωτερικό κόσμο, ομογενοποιεί τις εσωτερικές σχέσεις του συστήματος στην εμφάνιση εξωτερικών συνθηκών, ενώ παράλληλα εδραιώνει τους πολύπλοκους μηχανισμούς ανταλλαγής στοιχείων, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για τη διατήρηση των διεργασιών του συστήματος. Με αυτόν τον τρόπο, το σύστημα κατά κάποιο τρόπο ελέγχει την περιοχή των αλληλεπιδράσεων του με το περιβάλλον, γεγονός που κρίνεται απολύτως απαραίτητο για τη διατήρηση των εσωτερικών του σχέσεων.

Μερικοί ερευνητές της αφετηρίας του φαινομένου της ζωής, προερχόμενοι κυρίως από μια καθαρά μοριακή προσέγγιση της βιολογίας, έχουν υποθέσει ότι υπάρχει η πιθανότητα να διαμορφωθούν φαινόμενα πρώτο-μεταβολισμού σε ένα εντελώς ελεύθερο (χωρίς κανένα σύνορο) διάλυμα. Συγκεκριμένα, οι Wachtershauser (1988) και de Duve (1991) υποστηρίζουν ότι η αυτό-εγκύστωση ή διαφορετικά, η διάκριση μέσω διαμόρφωσης συνοριακής γραμμής, του συστήματος λαμβάνει χώρα μετά την σύσταση του σχετικά σταθερού δικτύου παραγωγής στοιχείων. Αυτού του είδους οι θεωρήσεις βασίζονται, σε μεγάλο βαθμό, τα διάφορα μοντέλα παραγωγής και εξέλιξης του αυτόνομου συστήματος στην θερμοδυναμική ζωτικότητα του δικτύου, και επομένως, δεν κρίνουν απαραίτητη τη θεώρηση μιας ενδογενώς παραγόμενης τοπολογικά κλειστής διεπαφής, δηλαδή ενός περιορισμού που εδραιώνει τα χωρικά σύνορα του συστήματος.

Οι Ruiz-Mirazo & Moreno (2004) ονομάζουν τα συγκεκριμένα μοντέλα ως *ακύτταρα (acellular)* και θεωρούν ότι, αν και παρουσιάζουν μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση πρωταρχικών και προβιοτικών χημικών δικτύων, η χρήση τους για τη μοντελοποίηση ενός είδους προγονικού μεταβολισμού δεν είναι σχεδόν καθόλου δικαιολογημένη. Αντιθέτως, συμφωνούν με την άποψη του Hoffmeyer (δείτε §5.3.2.1) υποστηρίζοντας ότι η παραγωγή ενός φυσικού συνόρου αποτελεί ένα πολύ κρίσιμο βήμα προς την εδραίωση της αυτονομίας του συστήματος, διότι θεωρούν ότι αυτός είναι ο μόνος τρόπος ώστε:

- a). να εξασφαλιστεί ο έλεγχος της ροής της ενέργειας που απαιτείται για τη σταθερή διατήρηση του εσωτερικού δικτύου κατασκευών και
- b). να δοθεί μια λύση στο πρόβλημα της διάχυσης και διάλυσης-αραίωσης (δηλαδή στον έλεγχο των συγκεντρώσεων των συστατικών στοιχείων).

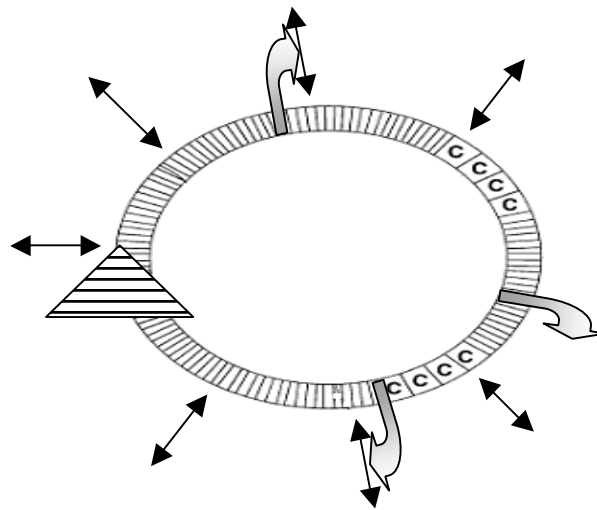
Σε αντίθετη περίπτωση το σύστημα δεν θα μπορέσει να ασκήσει κανένα έλεγχο στις συνοριακές του συνθήκες που το βοηθούν να εμφανίσει μια δυναμική μακριά από το σημείο θερμοδυναμικής ισορροπίας. Με άλλα λόγια, το σύστημα γίνεται εξαιρετικά ευπαθές.⁶⁰

Η σπουδαιότητα της διαμόρφωσης συνοριακής μεμβράνης (ή αλλιώς κυτταρικών συνόρων) στη σύσταση και διατήρηση κάθε μεταβολικού συστήματος επισημαίνεται από αρκετούς ερευνητές

⁶⁰ Οι Ruiz-Mirazo & Moreno (2004) επισημαίνουν ότι ούτε το δίκτυο ελεύθερων χημικών αντιδράσεων του de Duve, αλλά ούτε η επίστρωση ενός ενεργού οργανικού υλικού σε μία μεταλλική (ανόργανη) επιφάνεια (όπως προτείνει ο Wachtershauser) μπορούν να ξεπεράσουν τα προβλήματα της συγκέντρωσης των συστατικών στοιχείων. Άλλωστε, ο ίδιος ο Wachtershauser αναγνωρίζει ότι η χαρακτηριστική ολότητα των μεταβολικών συστημάτων έρχεται με τον σχηματισμό του κυττάρου.

(Bro, 1997), (Deamer, 1997; 1998, Deamer & colleagues, 2002), (Morowitz, 1992; 1999). Σχεδόν όλοι καταλήγουν ότι σε κάθε περίπτωση, φαίνεται ότι είναι σημαντικά πιο εύκολο να μελετήσει κανείς το φαινόμενο της ενθυλάκωσης όταν η μοριακή πολυπλοκότητα του προβιοτικού συστήματος είναι ακόμη σε χαμηλά επίπεδα και η αντίστοιχη έσω-έξω διχοτόμηση δεν είναι αρκετά διακριτή. Συγκεκριμένα, αν και αρχικά, μια συνολική 'περίφραξη' του συστήματος φαίνεται σαν μια επιπρόσθετη δυσκολία στις εσωτερικές του διεργασίες, τα πράγματα γίνονται ολοένα και πιο πολύπλοκα όσο περισσότερο καθυστερεί η εμφάνιση του συνόρου. Ειδικότερα, όσο πιο πολύπλοκο είναι το δίκτυο των διεργασιών κατασκευής, τόσο πιο πολύπλοκο είναι το σύνορο που απαιτείται για να το διατηρήσει. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη αυτόνομων συστημάτων προς ολοένα και υψηλότερους βαθμούς αυτονομίας και οργανωσιακής πολυπλοκότητας, μπορούν να κατανοηθούν πληρέστερα μέσω της θεώρησης μιας συμπληρωματικής σχέσης μεταξύ δικτύου και συνόρου, η οποία επιτρέπει τη διαρκή τους συνεξέλιξη.

Σύμφωνα με όσα προηγήθηκαν, το φυσικό σύνορο ενός αυτόνομου συστήματος συμμετέχει ενεργά στην προσπάθεια προσαρμογής του στο περιβάλλον παίζοντας έναν εξαιρετικά ουσιώδη ρόλο στην αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον. Η αλληλεπίδραση οδηγεί τη διαχείριση της ροής θερμοδυναμικών στοιχείων μέσω του φυσικού συνόρου. Η κατάλληλη διαχείριση οδηγεί στην αυτό-κατασκευή και αυτό-διατήρηση του συστήματος. Οι συγκεκριμένες δράσεις του συστήματος δεν θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν αν τα σύνορά του επιβάλλονταν από άλλα αυτόνομα συστήματα του περιβάλλοντος (όπως συμβαίνει στην περίπτωση κλασικών θερμοδυναμικών μηχανών όπου η σύνδεση μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος επιβάλλεται από εξωτερικούς παράγοντες). Αντιθέτως, το σύνορο του συστήματος πρέπει να είναι το αποτέλεσμα του εσωτερικού δικτύου διεργασιών κατασκευής (παραγωγής) και ταυτόχρονα, το βασικό περιοριστικό στοιχείο που επιτρέπει την εμφάνιση των αντίστοιχων δυναμικών.



Σχήμα 18. Η ασυμμετρία μεταξύ ενός συστήματος που παρουσιάζει βασική αυτονομία και του περιβάλλοντός του παρουσιάζεται με τη διαφοροποίηση μεταξύ των συνήθων φυσικο-χημικών αλληλεπιδράσεων (αμφίδρομα βέλη) και των λειτουργικών δράσεων (μονόδρομα βέλη) που πραγματοποιούνται από το σύστημα, και διατηρείται μέσω του ενεργού συνόρου του συστήματος που δημιουργείται από το εσωτερικό δίκτυο διεργασιών κατασκευής (στοιχεία C). Η λειτουργική κλειστότητα (αναπαρίσταται από το βασικό κυκλικό βέλος) δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την περιοριστική δράση σε μερικές από τις διεργασίες συναλλαγής ύλης και ενέργειας (βέλη που κατευθύνονται προς τα έξω), η οποία ρυθμίζεται μέσω της συνοριακής μεμβράνης του συστήματος.

Έτσι, αν κανείς αναλογιστεί τη συμπληρωματική σημαντικότητα και ιδιαιτερότητα των αλληλεπιδραστικών διεργασιών του συστήματος ως προς τη διατήρηση της αυτόνομης οργάνωσής του, θα συμπεράνει ότι το φυσικό σύνορο του συστήματος οφείλει να έχει μια επιλεκτικά διαπερατή (*selectively permeable*) φύση. Επίσης, η κατασκευή ενός τέτοιου συνόρου, όπως θα αναλυθεί στην ενότητα §5.3.3 και ειδικότερα στην §5.3.3.2 και §5.3.4.4, παίζει

σημαντικότερο ρόλο για την εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων του αυτόνομου συστήματος, παρά για τη διατήρηση των διεργασιών κατασκευής. Ως εκ τούτου, το φυσικό σύνορο του συστήματος δεν χρειάζεται να θεωρείται ως το παραγόμενο και αναπαραγόμενο αποκλειστικό αποτέλεσμα των αυτοκαταλυτικών αντιδράσεων στο εσωτερικό του συστήματος (όπως υποστηρίζεται από τη θεωρία της αυτοποίησης (Varela, 1979, Fleischacker 1988), όπου η αντίστοιχη διαχωριστική μεμβράνη ορίζει αποκλειστικά το φυσικό σύνορο του συστήματος και επομένως δρα ως ένας συνολικός περιορισμός στις εσωτερικές διεργασίες μεταβολισμού), αλλά θεωρείται ως η κατάλληλη διεπαφή για τη ρύθμιση των αλληλεπιδράσεων του συστήματος με το περιβάλλον. Με άλλα λόγια, η συγκεκριμένη διεπαφή χρειάζεται μια ήμι-διαπερατή δομή που θα φροντίζει για τους συζευκτικούς μηχανισμούς του συστήματος (Ruiz-Mirazo & Moreno, 2000).

Αναλόγως, η συνοριακή μεμβράνη θα πρέπει να συνίσταται από ένα σύνολο περιορισμών μεγαλύτερης πολυπλοκότητας από αυτή που συναντάται σε ένα απλό φυσικό σύνορο. Συγκεκριμένα, το σύνολο της επιλεκτικότητας της διαπερατότητάς τους θα πρέπει να επιτρέπει περιεκτικές, αλλά και αποκλειστικές λειτουργίες. Αυτό ενέχει την τοπολογία μιας κλειστής επιφάνειας, όπου κάποια στοιχεία εισέρχονται και κάποια εξέρχονται μέσω αυτής και κάποια εργάζονται μεταξύ των δύο μερών του συνόρου ενεργώντας επάνω σε σημαντικά στοιχεία του περιβάλλοντος, τα οποία μετατρέπουν φέρνοντας στο εσωτερικό του συστήματος.

Οι Ruiz-Mirazo & Moreno (2000; 2004) θεωρούν ότι στο καθαρά θερμοδυναμικό επίπεδο, προκειμένου να υποστηριχτούν τέτοιου είδους αλληλεπιδραστικές διεργασίες, ένα σύστημα που επιδεικνύει βασική αυτονομία απαιτεί την ύπαρξη ενός συνόλου *μακρό-στοιχείων* (*macrocomponents*), κάποια από τα οποία θα διαμένουν στη δομή του συνόρου ενώ τα υπόλοιπα στο εσωτερικό του συστήματος. Όπως συγκεκριμένα αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, το καθαρά χημικό επίπεδο των αυτόνομων συστημάτων δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς την μελέτη και ανάλυση των αλληλεπιδραστικών και γνωστικών διεργασιών του συστήματος, οι οποίες διέπονται από μια πληροφοριακή/αναπαραστασιακή και γενικότερα, σημειωτική φύση (δείτε §5.3.5.1 και §5.3.7).

Ως εκ τούτου, η προαναφερθείσα ύπαρξη ενός συνόλου μακρο-στοιχείων στη δομή της συνοριακής μεμβράνης του αυτόνομου συστήματος ερμηνεύεται ως μια ένδειξη της βαθιάς εμπλοκής των αναδρομικών και αυτό-ενισχυόμενων διεργασιών αυτό-κατασκευής με τις αντίστοιχες αλληλεπιδραστικές διεργασίες αυτό-διατήρησης του συστήματος με το περιβάλλον. Επομένως, φαίνεται ότι η παρουσία ενός επιλεκτικά διαπερατού συνόρου διευκολύνει τόσο την κατασκευαστική όσο και την αλληλεπιδραστική κλειστότητα του συστήματος. Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στις επόμενες ενότητες, η αλληλεπιδραστική διάσταση του συστήματος παρουσιάζει θεμελιώδη σπουδαιότητα, διότι μέσα από αυτήν, η αυτό-κατασκευαστική ταυτότητά του συνδέεται άμεσα με την ικανότητά ορισμού (από το ίδιο το σύστημα) της περιοχής των αλληλεπιδράσεων (και κατ' επέκταση των δυναμικών προϋποθέσεων – δείτε §5.3.1.4) που θα εδραιώσει με το περιβάλλον προκειμένου να μπορέσει να επιδείξει αναδρομικές και ερμηνευτικές/προβλεπτικές γνωστικές ικανότητες και επομένως να δράσει ως πράκτορας (δείτε §5.3.5.1).

5.3.3 Από τη Βασική Αυτονομία στη Γνωστική (Επιστημική) Τομή

5.3.3.1 Η Συμπληρωματικότητα Μεταξύ Ύλης και Συμβόλων

Όπως εκτενώς αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα η ήμι-διαπερατή μεμβράνη του αυτόνομου συστήματος δεν είναι ένα παθητικό στοιχείο αλλά αντιθέτως, οδηγεί τη διαχείριση της ροής θερμοδυναμικών στοιχείων επιτρέποντας με αυτό τον τρόπο μια ομάδα λειτουργιών και αποκλείοντας κάποιες άλλες. Με άλλα λόγια, το φυσικό σύνορο προσδίδει στο σύστημα την ικανότητα των απαραίτητων διακρίσεων οι οποίες συντελούν στην αυτό-κατασκευή και αυτό-διατήρησή του. Το ερώτημα που προκύπτει είναι ο τρόπος και ο λόγος με/για τον οποίο ένα φυσικό σύστημα, κάθε στοιχείο του οποίου κατευθύνεται (υπό μία έννοια, 'υπακούει') σε άκαμπτους καθολικούς (φυσικούς/θερμοδυναμικούς) νόμους, μπορεί να εμπλέκεται σε

επιλεγμένες αλληλεπιδράσεις οι οποίες λαμβάνουν χώρα έξω από την αναμενόμενη φυσική αναγκαιότητα. Το συγκεκριμένο ερώτημα δεν είναι καθόλου προφανές για τους υποστηρικτές της κλασσικής και μηχανιστικής προσέγγισης της επιστήμης⁶¹ και όπως ήταν αναμενόμενο, η απάντησή του δεν είναι καθόλου εύκολη υπόθεση, ειδικότερα για όποιον κινείται μέσα στα πλαίσια της αναλυτικής σκέψης.

Ο Pattee (1982; 1995; 1997; 2001b) έχει πολύ έντονα και με μεγάλη αποδοχή υποστηρίζει ότι η απάντηση στο συγκεκριμένο ερώτημα κρύβεται στην συμπληρωματικότητα μεταξύ ύλης και συμβόλων και ειδικότερα, στο είδος των αντίστοιχων περιορισμών. Συγκεκριμένα, ο Pattee θεωρεί ότι η ύλη και η ενέργεια αφορούν στα στοιχεία τα οποία οι διάφοροι παρατηρητές συσχετίζουν με τους φυσικούς νόμους, οι οποίοι περιγράφουν αυτά τα γεγονότα που είναι όσο το δυνατόν περισσότερο ανεξάρτητα από τον παρατηρητή, δηλαδή δεν εξαρτώνται από κάποιες συγκεκριμένες αρχικές συνθήκες. Οι νόμοι όμως βρίσκονται υπό μια αδράνεια αμφισβήτησης μέχρι να τροφοδοτηθούν με τις αρχικές συνθήκες. Η συγκεκριμένη τροφοδότηση γίνεται μέσω μιας διεργασίας μέτρησης, η οποία εν γένει, βρίσκεται αναγκαστικά σε διαφορετική κατηγορία από αυτή των νόμων και γενικότερα των παραγόμενων μοντέλων (von Neumann, 1955). Ως εκ τούτου, όπως θα αναφερθεί στην επόμενη ενότητα, οι μετρήσεις δεν πραγματοποιούνται από τους νόμους αλλά από γνωστικούς πράκτορες. Η μέτρηση είναι μια εκ προθέσεως δράση ενός αυτόνομου συστήματος και επομένως ενέχει μια *συμβολική (symbolic)* πτυχή η οποία συνήθως εμφανίζεται υπό τη μορφή μιας αριθμητικής εγγραφής. Αν και για τον Pattee (1995), αυτή είναι η φυσική βάση της διάκρισης μεταξύ ύλης και συμβόλου, στη συνέχεια θα παρουσιαστεί μια πιο αναλυτική περιγραφή που δίνει ο ίδιος (στη διάρκεια της ερευνητικής του πορείας), προκειμένου να κατανοηθεί βαθύτερα η διαφορά και η φύση της συμπληρωματικότητά τους.

Ο ορισμός της έννοιας του συμβόλου είναι ένα πολύ δύσκολο εγχείρημα λόγω της λειτουργικής του φύσης, η οποία δεν επιτρέπει την απόδοση της ιδιότητας του συμβόλου σε τοπικές δομές απομονωμένες από ένα γενικότερο σύστημα. Η έννοια του συμβόλου, όπως και η γενικότερη έννοια της λειτουργίας, δεν έχει ενδογενές νόημα έξω από το πλαίσιο δράσης ενός γενικότερου συστήματος συμβόλων, καθώς επίσης, έξω από την υλική οργάνωση που κατασκευάζει (εγγράφει) και ερμηνεύει (διαβάζει) το σύμβολο για μια συγκεκριμένη λειτουργία, όπως για παράδειγμα, ταξινόμηση, έλεγχος, κατασκευή, επικοινωνία, λήψη απόφασης και παραγωγή μοντέλου (Pattee, 1969).

Έτσι, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι ένα σύμβολο είναι μια σχετικά απλή υλική δομή, η οποία αν και περιγράφεται ορθώς από τους φυσικούς νόμους, διέπεται από μια *σπουδαιότητα ή μια σημαντική λειτουργία* (δείτε §2.1.2 και §2.2.4.1) που δεν μπορεί να περιγραφεί από τους αντίστοιχους νόμους. Ο λόγος για τον οποίο οι νόμοι δεν μπορούν να περιγράψουν τη λειτουργία ενός συμβόλου ή οποιαδήποτε λειτουργία, πηγάζει από το ότι οι νόμοι περιορίζονται στην περιγραφή των ιδιοτήτων της ύλης οι οποίοι, βάσει των αρχών της μη-μεταβλητότητας και της συμμετρίας, είναι όσο το δυνατόν περισσότερο ανεξάρτητοι από τις μετρήσεις του παρατηρητή. Η εν λόγω ανεξαρτησία θεωρείται αναγκαστική προκειμένου να επιτευχθεί η χαρακτηριστική καθολικότητα των νόμων. Αντιθέτως, τα σύμβολα παράγονται με μερικούς φυσικούς περιορισμούς, αλλά τελικά, επιλέγονται για τη συνεισφορά τους στην επιβίωση μιας διακριτής μονάδας στο άμεσο και τοπικό περιβάλλον.

Βάσει όλων των παραπάνω, ο Pattee (1969, 1982, 2001b) υποστηρίζει ότι γενικότερα, τα σύμβολα μπορούν να θεωρηθούν ως *περιορισμοί ανεξαρτήτως-χρόνου (άχρονοι – temporal) (rate-independent constraints)* στην κίνηση των φυσικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, τους παρομοιάζει με τα σταθερά σημεία σύνδεσης των μηχανικών συσκευών. Συνεπώς, στα βιολογικά συστήματα, τα σύμβολα ορίζονται ως τα στοιχεία που διατηρούν την ταυτότητά τους και τις αλληλοσυσχετίσεις τους, μέσα στη συνολικότερη ρευστότητα των βιοχημικών

⁶¹ Το συγκεκριμένο ερώτημα έχει διατυπωθεί αρκετές φορές στην πορεία της επιστήμης με πιο γενικό και αφηρημένο τρόπο – δείτε (Pattee, 1969; 1982; 2001a; 2001b; Cariani, 1989; Hoffmeyer & Emmeche, 1991; Hoffmeyer, 1996) για σχετικές αναλύσεις του προβλήματος μέσα από ποικίλες προσεγγίσεις.

αλληλεπιδράσεων. Ο Cariani (1989) εξηγεί ότι η οποιαδήποτε αλλαγή στο πλαίσιο της επιστήμης της φυσικής μπορεί να αναλυθεί βάσει των σχέσεων που δύναται να μεταβληθούν και αυτών που δεν μπορούν να αλλάξουν. Οι σχέσεις που δεν μπορούν να μεταβληθούν θέτουν *περιορισμούς (constraints)* στην κατεύθυνση της αλλαγής. Οι συγκεκριμένες σχέσεις μπορούν περαιτέρω να διαχωριστούν σε αυτές που είναι τοπικές και ενδεχόμενες επί συγκεκριμένων σχέσεων μεταξύ των στοιχείων, και σε αυτές που εφαρμόζονται οπουδήποτε στο σύστημα, δηλαδή τους *φυσικούς νόμους* του συστήματος.⁶²

Λόγω του ότι οι φυσικοί νόμοι εφαρμόζονται σχεδόν παντού και δεν μεταβάλλονται με τον χρόνο, τα φυσικά συστήματα που δεν παρουσιάζουν περιορισμούς εντοπισμένους σε συγκεκριμένα σημεία (*localized*) του συστήματος, συνεχίζουν να θεωρούνται 'περιορισμένα' από τους φυσικούς νόμους. Αυτό είναι αναμενόμενο, από τη στιγμή που δεν είναι όλες οι κινήσεις του συστήματος εφικτές. Παρόλα αυτά, ένα τέτοιο σύστημα παρουσιάζει τον μέγιστο αριθμό βαθμών ελευθερίας ή δυνατών διαστάσεων της κίνησης. Η πρόσθεση συγκεκριμένων τοπικών περιορισμών θα περιορίσει περαιτέρω την κίνηση του συστήματος και ως εκ τούτου, το σύστημα θα χάσει κάποιους βαθμούς ελευθερίας.

Βάσει όλων των παραπάνω, θα μπορούσε κανείς να πει ότι η σχεδίαση μηχανικών συσκευών ενέχει την κατασκευή τους με τέτοιο τρόπο ώστε οι σταθεροί και τοπικοί μηχανικοί σύνδεσμοι να διοχετεύουν την κυβερνούμενη από νόμους (και υπό αυτή την έννοια, 'ελεύθερη') κίνηση της μηχανής προς συγκεκριμένες κατευθύνσεις. Η αυστηρή διάταξη των στοιχείων ενός συστήματος ονομάζεται από τον Pattee (1969; 1982) ως *μη-ολονομικοί περιορισμοί (non-holonomic constraints)*. Ποικίλοι βαθμοί οργάνωσης (τάξη) μπορούν να αναδυθούν τόσο από επιβεβλημένους μη-ολονομικούς περιορισμούς, όσο και από τα ελεύθερα δυναμικά των φυσικών νόμων.⁶³ Στην κλασσική δυναμική, τα ελεύθερα δυναμικά περιγράφονται από τους καθολικούς νόμους της κίνησης, και επομένως, θεωρούνται ως σχέσεις εξαρτημένες από το χρόνο (*rate-dependent relations*). Οι συγκεκριμένες διεργασίες παρουσιάζονται μέσω όρων ολοκλήρωσης (μαθηματικής φύσης), εφόσον κάθε όρος ενέχει τη διάσταση του χρόνου.

Αντιθέτως, οι διεργασίες που είναι ανεξάρτητες του χρόνου και εξαρτώνται από αντιστοίχως ανεξάρτητες-του-χρόνου σχέσεις μεταξύ των επιμέρους στοιχείων μιας μηχανής μπορούν να αναπαρασταθούν μέσω μη-ολοκληρώσιμων όρων. Επομένως, ένα συγκεκριμένο φυσικό σύστημα που εμφανίζει πολύπλοκες αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ των επιμέρους στοιχείων του μπορεί να περιγραφεί μέσω ποικίλων συνδυασμών μεταξύ των ολοκληρώσιμων και μη-ολοκληρώσιμων περιορισμών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι όσο πιο πολλές εξαρτημένες-από-το-χρόνο διεργασίες χρησιμοποιούνται στην περιγραφή, τόσο περισσότερο οι ανεξάρτητες χρόνου σχέσεις θα παραλείπονται. Παρόμοια, αν όλες οι σχέσεις ενός φυσικού συστήματος μπορούν να περιγραφούν μέσω τοπικών κανόνων και αλληλοσυσχετίσεων των επιμέρους στοιχείων (όπως για παράδειγμα στην περιγραφή ενός ψηφιακού υπολογιστή), τότε δεν θα υπήρχε χώρος για καμία διεργασία εξαρτημένη από το χρόνο (δεν θα υπήρχε καμία τέτοια διεργασία που να κάνει ουσιαστική διαφορά στην συγκεκριμένη περιγραφή). Όπως συγκεκριμένα λέει ο Cariani (1989):

«Αν κανείς προσθέσει αρκετούς μη-ολονομικούς περιορισμούς στο φυσικό σύστημα, μπορεί να εξαλείψει εντελώς τις εξαρτημένες-από-το-χρόνο κινήσεις, και επομένως, θα μπορέσει πλήρως να προσδιορίσει για το σύστημα μια τροχιά που είναι ανεξάρτητη από τον χρόνο.» (Cariani, 1989, σελ. 69).

Η προσθήκη μη ολονομικών περιορισμών στο φυσικό σύστημα μεταβάλλει την περιγραφή του συστήματος αντιστοίχως:

⁶² Κανονικά, ο όρος 'περιορισμός' χρησιμοποιείται για να αναφέρει τις σταθερές σχέσεις που δεν θεωρούνται νόμοι.

⁶³ Αντίστοιχα, η (Juarrero, 1998) κάνει λόγο για *εξαρτημένους-από-το-πλαίσιο-δράσης* περιορισμούς και για *ανεξάρτητους-από-το-πλαίσιο-δράσης* περιορισμούς (*context-free and context-sensitive constraints* (δείτε §5.3.4.4).

«Αν κανείς προσθέσει αρκετούς μη-ολονομικούς περιορισμούς στις εξισώσεις της κίνησης, μπορεί να εξαλείψει εντελώς τους όρους που περιγράφουν τις εξαρτημένες-από-το-χρόνο κινήσεις, και επομένως, να επιτρέψει τον πλήρη προσδιορισμό της τροχιάς του συστήματος μέσω συμβόλων υπό τη μορφή ενός συνόλου κανόνων ανεξάρτητων από το χρόνο.» (ibid.)

Οι προαναφερθέντες διαχωρισμοί μεταξύ των φυσικών και συμβολικών πτυχών της ύλης είναι σχετικά καθολικά αποδεκτοί, λιγότερο σε θεωρητικό και περισσότερο σε πρακτικό επίπεδο. Ανεξάρτητα από το αν κάποιος είναι φορμαλιστής ή ακολουθεί μια υλιστικά αναγωγική προσέγγιση στην επιστημονική του κρίση, στην πράξη, η διάκριση μεταξύ περιγραφών της ύλης (μέσω της χρήσης φυσικών νόμων) και περιγραφών των συμβόλων (χρησιμοποιώντας συντακτικούς νόμους και προγράμματα) είναι σχεδόν πάντοτε εύκολη υπόθεση. Η δυσκολία προκύπτει όταν κανείς προσπαθήσει να περιγράψει τον τρόπο με τον οποίο σχετίζονται οι υλικές και συμβολικές πτυχές του συστήματος. Ενώ η κλασική φιλοσοφία βλέπει την παραπάνω σχέση ως ένα γενικότερο πρόβλημα αναφοράς, δηλαδή του τρόπου με τον οποίο τα σύμβολα αντιπροσωπεύουν τις υλικές δομές (Cassirer, 1957; Hamad, 1990), ο Pattee ξεκινάει από την αναζήτηση του τρόπου με τον οποίο οι διάφορες υλικές δομές αποκτούν συμβολική υπόσταση. Συγκεκριμένα, θεωρεί πολύ πιο ενδιαφέρουσα και θεμελιώδη την αναζήτηση του τρόπου με τον οποίο οι υλικές δομές που υπόκεινται σε φυσικούς κανόνες χωρίς καμία λειτουργία ή ενδογενές νόημα καταφέρνουν, με προοδευτικό τρόπο, να τιθασευτούν μέσω συντακτικών κανόνων προκειμένου να παρέχουν λειτουργία και νόημα, όπως τα σύμβολα.⁶⁴ (Pattee, 1969; 1982).

Ωστόσο, με τη συγκεκριμένη ερώτηση ο Pattee δεν προσπαθεί να ακολουθήσει μια αναγωγική προσέγγιση όπως οι ερευνητές που ισχυρίζονται ότι τα σύμβολα δεν είναι τίποτε άλλο παρά ύλη. Σε αυτή την περίπτωση, το μόνο μοντέλο που θα απαιτείται για την κατανόηση των συμβόλων θα είναι ένα απολύτως υλιστικό μοντέλο βασισμένο στους φυσικούς νόμους. Αντιθέτως, ο Pattee θεωρεί ότι δεν υπάρχει καμία πλήρης φυσική περιγραφή των συγκεκριμένων φυσικών δομών που να μπορεί να εξηγήσει πλήρως την συμβολική τους λειτουργία. Αυτό συνεπάγεται από το ότι η λειτουργία των συμβόλων, όπως όλες οι βιολογικές λειτουργίες, δεν είναι μια ενδογενής ιδιότητα (ιδιότητα βάσει νόμου) των υλικών οχημάτων τους, αλλά μια επιλεκτική ιδιότητα των αυτόνομων συστημάτων που χρησιμοποιούν τις συμβολικές δομές για την υλική τους κατασκευή και τον έλεγχο συγκεκριμένου περιβάλλοντος.

Με άλλα λόγια, ένα μοντέλο που βασίζεται στην αποκλειστική υλική αναγωγικότητα δεν επαρκεί ώστε να περιγράψει μια λειτουργία ή ένα σημαντικό/πραγματικό περιεχόμενο. Ειδικότερα, οι καθολικές και ενδογενείς πτυχές της ύλης, που δεν παρουσιάζουν καμία σημαντικότητα για το αυτόνομο σύστημα, περιγράφονται από νόμους, ενώ οι επιλεκτικές και εξαρτημένες-από-το-πλαίσιο-δράσης (context-dependent) πτυχές της ύλης, που έχουν νόημα για το αυτόνομο σύστημα σε ένα τοπικό και άμεσο περιβάλλον, περιγράφονται ως σύμβολα (Pattee, 1982). Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι όλα τα σύμβολα απαιτούν υλικά οχήματα που με τη σειρά τους υπόκεινται σε φυσικούς νόμους, αλλά η συμβολικές λειτουργίες απαιτούν ένα άλλο, συμπληρωματικό μοντέλο.

Επομένως, οι διάφορες αλληλεπιδραστικές διεργασίες στις οποίες εμπλέκεται ένα αυτόνομο σύστημα δεν διέπονται από μια φυσική αναγκαιότητα, αλλά υπάρχουν λειτουργίες οι οποίες διεκπεραιώνονται μετά από επιλογή του ίδιου του συστήματος. Επιπροσθέτως, αν όλες οι διεργασίες ενός αυτόνομου συστήματος ελάμβαναν χώρα λόγω φυσικής αναγκαιότητας, τότε αφ' ενός, οι φυσικοί νόμοι θα μπορούσαν να περιγράψουν πλήρως όλες τις σχετικές διεργασίες και

⁶⁴ Σε αυτό το σημείο δεν χρειάζεται να αναφερθεί κάτι παραπάνω σχετικά με το γενικότερο 'origin problem'. Για διάφορους λόγους, ένας από τους οποίους είναι ο βαθμός δυσκολίας του προβλήματος, η αφετηρία/προέλευση των συμβόλων δεν θεωρείται ως ένα από τα κεντρικά προβλήματα της φιλοσοφίας ή της επιστήμης. Ένας άλλος λόγος είναι ότι στα περισσότερα επιστημονικά μοντέλα δεν είναι αναγκαία η γνώση της προέλευσης των συμβόλων (π.χ. στη φυσική γλώσσα, στη λογική, στα διάφορα μαθηματικά συστήματα συμβόλων, καθώς και στους υπολογιστές, τα σύμβολα θεωρούνται ως ήδη αποχτηθέντα και εξελιγμένα εργαλεία. Επίσης, δείτε §5.3.4.5 και Κεφ. 7.

αφ' ετέρου, δεν θα υπήρχε ουσιαστική αυτονομία. Γενικότερα, βάσει της ανάλυσης που παρουσιάστηκε στην παρούσα ενότητα, ένα αυτόνομο σύστημα το οποίο έχει διαχωριστεί από το περιβάλλον του μέσω διαμόρφωσης ενεργού συνόρου που παίζει το ρόλο διαπαφής, εμπλέκεται αναγκαστικά σε διεργασίες μέτρησης και ελέγχου οι οποίες απαιτούν τη σύζευξη μεταξύ εξαρτημένων από το χρόνο διεργασιών και ανεξάρτητων από το χρόνο συμβολικών δομών. Με αυτό τον τρόπο το σύστημα διαμορφώνει μια γνωστική τομή με το περιβάλλον του.

5.3.3.2 Γνωστική Τομή και Μετρήσεις

Στην §5.3.2 αναφέρθηκε εκτενώς ότι ένα αυτόνομο σύστημα εδραιώνει μέσω της συνοριακής του διαπαφής ένα σύστημα διακρίσεων, το οποίο χρησιμεύει στην αυτό-διατήρηση και εξέλιξη της αυτονομίας του. Βάσει των όσων προηγήθηκαν στην §5.3.3.1 οι καθαρά υλικές (κατασκευαστικές) διεργασίες του συστήματος δεν επαρκούν για την ανάδυση του απαιτούμενου συστήματος διάκρισης. Οι λειτουργικές διεργασίες αλληλεπίδρασης του συστήματος οδηγούνται από συμβολικές δομές του συστήματος. Γενικότερα, υπονοείται η ύπαρξη δομών στο εσωτερικό του συστήματος, οι οποίες είναι ανεξάρτητες του χρόνου, έχουν υλική υπόσταση και αναφέρονται σε καταστάσεις πραγμάτων εξωτερικά του συστήματος, με τέτοιο τρόπο ώστε να ρυθμίζουν την κανονιστική λειτουργία των διεργασιών του. Για παράδειγμα ο Hoffmeyer (2001) αναφέρει την περίπτωση ενός βακτηρίου *E. coli*, που μετράει συνεχώς τις ενδεχόμενες μεταβολές των εξωτερικών συγκεντρώσεων μιας ποικιλίας θρεπτικών για αυτό ουσιών, μέσω της σύνδεσης των θρεπτικών μορίων στους χημικούς αποδέκτες που βρίσκονται στη 'μύτη' του βακτηρίου, ενώ το αποτέλεσμα της μέτρησης (το οποίο είναι συνάρτηση του χρόνου) χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση διακριτών και δυαδικής φύσης κινήσεων, οι οποίες ρυθμίζουν τη χημειοταξική συμπεριφορά του. Ο Hoffmeyer υποστηρίζει τον αναφορικό (*referential*) χαρακτήρα της συγκεκριμένης διεργασίας, η οποία ενέχει δεκάδες, τοπολογικώς κατάλληλα οργανωμένα είδη πρωτεϊνών ενώ ο Pattee (1995; 2001a; 2001b) τονίζει ότι η προφανής λειτουργικότητα αυτού του είδους διεργασίας θα πρέπει να είναι κωδικοποιημένη στο DNA και τελικά να παράγεται μέσω του μηχανισμού της φυσικής επιλογής⁶⁵.

Αυτή η αλληλεπιδραστική σχέση μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος που βασίζεται στη διαρκή και επιλεκτική διάκριση του ενός από το άλλο, παρουσιάζει μια *γνωστική μη-αναγωγικότητα* (*epistemic irreducibility*) λόγω της συμπληρωματικότητας μεταξύ ύλης και συμβόλων. Η γνωστική μη-αναγωγικότητα δεν συνεπάγεται κάποιον οντολογικό δυισμό, αλλά προκύπτει αναγκαστικά (όπως θα εξηγηθεί αμέσως παρακάτω) όποτε πρέπει να γίνει μια διάκριση μεταξύ ενός υποκειμένου και ενός αντικειμένου (μιας κατάστασης πραγμάτων) ή όπως συνηθίζεται να λέγεται στο γενικότερο σημειωτικό πλαίσιο, προκύπτει όταν πρέπει να γίνει μια διάκριση μεταξύ ενός συμβόλου και της κατάστασης στην οποία αναφέρεται, ή πιο απλά, μεταξύ μιας συντακτικής δομής και ενός σημασιολογικού περιεχομένου.

Ο Pattee (1982; 1995, 2001a; 2001b) ονομάζει το αποτέλεσμα της γνωστικής μη-αναγωγικότητας ως *γνωστική τομή* (*epistemic cut*) και υποστηρίζει ότι, η συγκεκριμένη κατάσταση αποτελεί ένα θεμελιώδες επιστημολογικό πρόβλημα που τίθεται από όλα τα ζωντανά (και κατ' επέκταση) αυτόνομα συστήματα (Hoffmeyer, 2001). Ως εκ τούτου, η έννοια της ενδογενούς παραγωγής συμβολικών δομών που φέρουν σημασιολογικό περιεχόμενο (νόημα), απαιτεί τον διαχωρισμό του παρατηρητή από την παρατηρούμενη κατάσταση πραγμάτων, δηλαδή τον διαχωρισμό του γνώστη από την κατάσταση πραγμάτων που εμπειράται, με άλλα λόγια, απαιτεί την ύπαρξη μιας γνωστικής τομής.

Συνήθως, η γνωστική τομή ή αλλιώς, η διάκριση μεταξύ υποκειμένου και κατάστασης πραγμάτων συνδέεται με υποκείμενα που εμφανίζουν εξελιγμένο νευρικό σύστημα και φέρουν

⁶⁵ Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι λόγοι για τους οποίους η φυσική επιλογή από μόνη της δεν είναι ικανή για να εξηγήσει το σύνολο της αλληλεπίδρασης. Το συγκεκριμένο παράδειγμα δείχνει την ανάγκη για σημειωτική και όχι απλά, σημασιολογική κλειστότητα ενός αυτόνομου συστήματος προκειμένου να μπορέσει να αναπτύξει το επίπεδο αυτονομίας του – δείτε §5.3.4.3.

μοντέλα για τον εξωτερικό κόσμο (γνωστικοί πράκτορες/παρατηρητές) προκειμένου να προβούν σε μετρήσεις του περιβάλλοντός τους. Ο von Neumann (1955) υποστηρίζει ότι το ακριβές σημείο στο οποίο επιλέγει το γνωστικό σύστημα να τοποθετήσει τη γνωστική τομή φαίνεται να είναι αυθαίρετο κατά ένα μεγάλο βαθμό. Κανείς, δεν θα πρέπει να ξεχνάει ότι η τομή είναι μια *γνωστική (επιστημολογική) αναγκαιότητα (epistemic necessity)* και όχι μια οντολογική συνθήκη. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει κανείς να προβεί σε μια αρκετά ξεκάθαρη τομή, σε ένα διαχωρισμό, προκειμένου να μπορεί να μιλήσει για τη γνώση *αναφορικά* με κάτι ή *αντιπροσωπευτικά* με οτιδήποτε στο οποίο αναφέρεται.

Αυτό που οντολογικά συμβαίνει στην τομή (ή αυτό που θα δει ο παρατηρητής αν επιλέξει να κοιτάξει στο λεπτομερές φυσικό επίπεδο) είναι μια ιδιαίτερος πολύπλοκη διεργασία. Η προφανής αυθαιρεσία της τοποθέτησης της γνωστικής τομής προκύπτει, μερικώς, λόγω του ότι η διεργασία δεν μπορεί να περιγραφεί πλήρως και με απόλυτη σαφήνεια από τους 'αντικειμενικούς' φυσικούς νόμους, εφόσον, προκειμένου το υποκείμενο να προβεί σε μια μέτρηση θα πρέπει να έχει τον έλεγχο της κατασκευής της συσκευής μετρήσεων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μόνο το υποκείμενο της γνωστικής τομής δύναται να προβεί σε μετρήσεις ή σε λειτουργίες ελέγχου. Έτσι, χωρίς τη γνωστική τομή, οποιαδήποτε χρήση των εννοιών της μέτρησης, των αρχικών συνθηκών και του συμβολικού ελέγχου της κατασκευής του συστήματος, θα ήταν μάταιη και περιττή.

Η κλασική επιστήμη, μέσω της κλασικής φυσικής, δεν είχε λάβει υπόψη την επιρροή της μέτρησης στο μετρούμενο φαινόμενο. Αντιθέτως, υπήρχε η πεποίθηση ότι ο παρατηρούμενος κόσμος λειτουργούσε ανεξάρτητα από κάθε μέτρηση που γινόταν σε αυτόν και επομένως, η διεργασία της μέτρησης μπορούσε να αγνοηθεί εντελώς (να μην συμπεριληφθεί) στην περιγραφή κάθε επιστημονικής θεωρίας (η οποία διατυπωνόταν βάσει των αποτελεσμάτων της μέτρησης). Ως εκ τούτου και εφόσον η πράξη της μέτρησης δεν μετέβαλλε το φυσικό σύστημα το οποίο μετριοταν, θεωρούταν δυνατή η κατασκευή 'αληθών' αναπαραστάσεων (υπό την έννοια των περιγραφών) ανεξαρτήτως των συγκεκριμένων μετρήσεων. Πολλά από τα φαινόμενα με τα οποία ασχολήθηκε η κλασική φυσική κατά κάποιον τρόπο αφέθηκαν σε αυτού του είδους την μεταχείριση και τον τρόπο ερμηνείας. Με την είσοδο της κβαντικής θεώρησης των φυσικών φαινομένων, άρχισε η αμφισβήτηση των ξεκάθαρων και άμεσων κλασικών περιγραφών και έγινε έκδηλη η ανάγκη για τη θεώρηση της ίδιας της μέτρησης ως μια πρωτογενή και στοιχειώδη διεργασία. Έτσι, κανένα επιστημονικό μοντέλο δεν θα ήταν πλήρες αν δεν συμπεριελάμβανε τη θεώρηση του τρόπου κατασκευής και διαβάθμισης της συσκευής με την οποία γίνονταν οι απαραίτητες μετρήσεις.

Γενικότερα, η αποκλειστική λειτουργία μιας μέτρησης είναι η απόκτηση των αρχικών συνθηκών εκφρασμένες ως ένα αποτέλεσμα συμβολικής μορφής, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους επικείμενους υπολογισμούς. Συγκεκριμένα, όπως σημειώνει ο Cariani (1989), η διεργασία της μέτρησης δημιουργεί, με αμετάκλητο τρόπο, μακροσκοπικώς αξιοσημείωτα σύμβολα, τα οποία συνιστούν τη φαινομενική περιοχή δράσης του συστήματος, και των οποίων οι σχετικές ιδιότητες (αυτές που χαρακτηρίζουν τον τύπο στον οποίο ανήκουν οι διαστάσεις του φαινομένου), μπορούν με σαφήνεια να προ-συμφωνηθούν και να επικοινωνηθούν. Έτσι, ένα σύνολο από συσκευές μέτρησης και πειραματικές διατάξεις δημιουργεί ένα πλαίσιο παρατήρησης και επομένως, μια σταθερή φαινομενική περιοχή. Από τη στιγμή που το πλαίσιο παρατήρησης συγκεκριμενοποιηθεί, η φαινομενική περιοχή κλείνει (λόγω του κλειστού συνόλου των πιθανών αποτελεσμάτων μέτρησης που χρειάζονται προκειμένου να επιτευχθεί μια σαφής αναπαραγωγή και επικοινωνία των αποτελεσμάτων).⁶⁶

Το συνολικό αποτέλεσμα είναι ότι δημιουργείται μια εξηγηματική και καλά ορισμένη (well-defined) συμβολική περιοχή μέσα από μία πεπλεγμένη, ασθενώς ορισμένη και μη-συμβολική

⁶⁶ Η ύπαρξη ανοικτών πιθανοτήτων για τα αποτελέσματα της μέτρησης θα κατέληγε σε *ασθενώς-ορισμένα φαινόμενα (ill-defined phenomena)*. Η έννοια του 'ill-definedness' παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο Κεφ. 6 και συγκεκριμένα στην §6.3.1.

περιοχή. Οι Cariani (1989), Pattee (2001a; 2001b), αναλύοντας τα επιχειρήματα του Bohr (1954, reprinted in 1987) σχετικά με την ιδιαίτερη σημασία της διεργασίας της μέτρησης στο παρατηρούμενο αποτέλεσμα, καταλήγουν στο ότι λόγω της στοιχειώδους και πρωταρχική φύσης των μετρήσεων και λόγω του ότι αποτελούν συνέπεια μιας συσκευής μέτρησης για την οποία δεν μπορεί κανείς να έχει πλήρης γνώση παρά μόνο μέσω άλλων μετρήσεων, μια συγκεκριμένη αλλαγή στην συσκευή μέτρησης δεν θα έχει απαραίτητως ένα προβλεπόμενο αποτέλεσμα.

Συνεπώς, επί της αρχής, η συμπεριφορά της αλληλεπίδρασης κατά τη διάρκεια της μέτρησης δεν μπορεί να ελεγχθεί. Επομένως, η αντικατάσταση (μεταξύ) αποτελεσμάτων μέτρησης σε ένα συγκεκριμένο πειραματικό πλαίσιο δεν είναι καθόλου έγκυρη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να θεωρηθεί η μέτρηση ως μια μη-αναγωγική πρωταρχική λειτουργικότητα, η οποία δεν μπορεί να αποφευχθεί μέσω της συμπερίληψής της στο μέρος της συμβολικής αναπαράστασης (της περιγραφής). Με άλλα λόγια, δεν υπάρχει καθολική και αντικειμενική περιγραφή για το τι είναι η μέτρηση, ούτε για το πότε λαμβάνει χώρα, καθώς επίσης, ούτε για το τι μετριέται.⁶⁷

Ο Bohr υποστηρίζει ότι οι προαναφερθείσες αδυναμίες συνεπάγονται από την αδυνατότητα ξεκάθαρου διαχωρισμού μεταξύ της συμπεριφοράς των ατομικών αντικειμένων και της αλληλεπίδρασης των συσκευών μέτρησης, οι οποίες χρησιμοποιούνται προκειμένου να οριστούν οι συνθήκες κάτω από τις οποίες εμφανίζεται το υπό μέτρηση φαινόμενο. Είναι λοιπόν αρκετά προφανές ότι θα πρέπει οι επιστημονικές μελέτες και τα αντίστοιχα συμπεράσματα να περιγράφονται με τέτοιους όρους, οι οποίοι με τη σειρά τους θεμελιώνονται στα φυσικά μέσα, μέσω των οποίων καθορίζονται οι τιμές τους.⁶⁸

Η συμπληρωματική προσέγγιση στην οπτική του Bohr σχετικά με την μη-αναγωγική φύση του παρατηρητή, της συσκευής μέτρησης και των συμβόλων που περιγράφουν τους νόμους της κίνησης (μεταβολής) είναι η προσπάθεια να συμπεριλάβει κανείς την ίδια τη διεργασία της μέτρησης στην ομαλοποιητική περιγραφή του φαινομένου. Ο von Neumann υποστήριξε ότι κάτι τέτοιο θα οδηγούσε σε άπειρες παλινδρομήσεις. Συγκεκριμένα, ο von Neumann (1955) θεώρησε ένα υπό μέτρηση σύστημα S και μία συσκευή μέτρησης M , η οποία πρέπει να παρέχει τις αρχικές συνθήκες για τους δυναμικούς νόμους που διέπουν το S . Εφόσον ο μη-ολονομικός περιορισμός M είναι ένα φυσικό σύστημα που διέπεται από τους ίδιους νόμους με το S θα μπορούσε κανείς να προσπαθήσει να εξάγει μια συνολική περιγραφή του συνδυασμένου φυσικού συστήματος ($S+M$). Ο von Neumann υποστηρίζει ότι σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται μια καινούργια συσκευή μέτρησης M' για να παρέχει τις αρχικές συνθήκες για το μεγαλύτερο σύστημα ($S+M$).

Όπως είναι φανερό, αυτό οδηγεί σε μια κατάσταση άπειρων παλινδρομήσεων καθώς οι αρχικές καταστάσεις της συσκευής μέτρησης θα έπρεπε να εξακριβωθούν με περαιτέρω μετρήσεις. Ο Pattee (2001a; 2001b) σημειώνει ότι το κεντρικό συμπέρασμα είναι ότι ακόμη και εάν οποιοσδήποτε περιορισμός (όπως η συσκευή μέτρησης M) μπορούσε επί της αρχής να περιγραφεί από ιδιαίτερα λεπτομερείς καθολικούς νόμους, στην περίπτωση που κάποιος επιλέξει να προβεί σε μια τέτοια περιγραφή θα χάσει τη λειτουργία της M ως συσκευή μέτρησης. Με άλλα λόγια, οι νόμοι δεν μπορούν να περιγράψουν την *πραγματική λειτουργία* (*pragmatic*

⁶⁷ Όλα αυτά είναι απόρροια του γενικότερου *προβλήματος της μέτρησης* (*measurement problem*) το οποίο ορίζεται στο θεωρητικό πλαίσιο της κβαντικής φυσικής (Krips, 1999). Συγκεκριμένα, η μέτρηση εμφανίζεται ταυτόχρονα ως γνωστική αλλά και μη-γραμμική διεργασία διότι ο παρατηρητής ή η συσκευή μέτρησης δεν μπορεί να διαχωριστεί πλήρως από το μετρούμενο σύστημα. Από την άλλη πλευρά, το τελικό αποτέλεσμα πρέπει να διατυπωθεί με κλασσικούς όρους σε ένα ξεκάθαρο και σαφές πλαίσιο, βάσει του οποίου η γνωστική τομή μεταξύ του παρατηρητή και του παρατηρούμενου συστήματος είναι σαφής.

⁶⁸ Αυτό συνεπάγεται την σχεδόν αναγκαστική (προς το παρόν) υιοθέτηση της συστημικής προσέγγισης και γενικότερα του πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης ως το θεμελιώδες πλαίσιο προσέγγισης και εξέτασης των φαινομένων που παρουσιάζουν οργανωμένη πολυπλοκότητα (δείτε §3.3). Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε θεώρηση, γίνεται μέσω ενός παρατηρητή (Matuana & Varela, 1980) και δεν αποτελεί καθολικό και αντικειμενικό νόμο, παρά μια υποκειμενική *επεξηγηματική αρχή* (*explanatory principle*) (Glanville, 2006, personal communication).

function) της μέτρησης, ακόμη και εάν μπορούν να περιγράψουν πλήρως και με ακρίβεια τα λεπτομερή δυναμικά των περιορισμών της. Αναλυτικότερα, η λειτουργία μιας συσκευής μέτρησης απαιτεί την απλοποιημένη περιγραφή από έναν παρατηρητή, αλλά η περιγραφή αυτή δεν μπορεί να παραχθεί από τη φυσική περιγραφή της συσκευής. Συνεπώς, ο παρατηρητής πρέπει να προβεί σε μια επιλογή σχετικά με ποια θέματα του φυσικού συστήματος θα αγνοήσει και ποια θα λάβει σοβαρά υπόψη του. Η συγκεκριμένη διεργασία επιλογής είναι μια απόφαση του παρατηρητή ή ενός οργανισμού και δεν μπορεί να παραχθεί από τους φυσικούς νόμους. Για παράδειγμα, η επιβεβαίωση των νόμων της κίνησης των ουράνιων σωμάτων απαιτεί τη χρήση τηλεσκοπίων και των αντίστοιχων υπολογισμών, αλλά οι συγκεκριμένοι νόμοι δεν μπορούν να εξηγήσουν τα τηλεσκοπία ή τους χρησιμοποιούμενους υπολογισμούς.

Καταλήγοντας, θα μπορούσε κανείς να πει ότι η γνωστική τομή αποτελεί επιστημολογική ανάγκη για κάθε σύστημα που προσπαθεί να ενισχύσει την αυτό-διατηρούμενη αυτονομία του μέσω επιλεκτικών αλληλεπιδραστικών διακρίσεων των λειτουργικών διεργασιών του από το περιβάλλον. Η αυθαίρετη φύση της γνωστικής τομής οδηγεί τους ερευνητές των περισσότερων επιστημολογικών και των αντίστοιχων γνωστικών πλαισίων να διαμορφώνουν την ψευδαίσθηση ότι τα σύμβολα είναι απομονωμένα από την ύλη. Έτσι, η χαρακτηριστική λειτουργία ενός συμβόλου θεωρείται η αντιπροσώπευση μιας κατάστασης πραγμάτων στην οποία αναφέρεται, και η οποία, εξ' ορισμού, βρίσκεται στην άλλη πλευρά της τομής. Η αναγκαία αυτή διάκριση που φαίνεται να απομονώνει τα συστήματα συμβόλων από τους φυσικούς νόμους που διέπουν την ύλη και την ενέργεια, επιτρέπει στους διάφορους παρατηρητές να φαντάζονται και να κατασκευάζουν γεωμετρικές και μαθηματικές δομές, καθώς επίσης φυσικές δομές, αλλά και το ίδιο το φαινόμενο της ζωής ως αφηρημένες σχέσεις Πλατωνικών μορφών. Είναι πολύ πιθανό αυτός να είναι ο λόγος του Καρτεσιανού δυισμού μεταξύ μυαλού και ύλης, ο οποίος δεν έχει καμία επιστημολογική βάση από τη στιγμή που η προφανής απομόνωση των συμβολικών εκφράσεων από τη φυσική τους υπόσταση είναι οντολογικά ψευδής.

Πριν αναφερθεί μια θεώρηση κατά την οποία γεφυρώνεται η γνωστική τομή μεταξύ του αυτόνομου συστήματος και του περιβάλλοντός του, στην επόμενη ενότητα παρατίθενται κάποιες προσπάθειες διαφόρων επιστημολογικών προσεγγίσεων να παρακάμψουν και άλλων να αγνοήσουν εντελώς την συμπληρωματικότητα μεταξύ ύλης και συμβόλων.

5.3.3.3 Απόπειρες Αποφυγής της Γνωστικής Τομής

Κάθε επιστημολογική προσέγγιση και κάθε επιστημονική περιοχή έχει τους δικούς της λόγους για να αγνοεί τη συμπληρωματικότητα δυναμικών διεργασιών και συμβολικών εκφράσεων. Στην επιστήμη της φυσικής δεν απαιτείται μια θεωρία συμβόλων ακόμη και εάν οι αντίστοιχες θεωρίες και μοντέλα εκφράζονται μέσω μαθηματικών συστημάτων συμβόλων. Επίσης, η φυσική μελετάει υλικά συστήματα που στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν περιέχουν ενδογενείς συμβολικές δραστηριότητες και λειτουργίες. Στην περίπτωση της μέτρησης των αρχικών συνθηκών, δηλαδή στην αντιστοίχιση ύλης σε σύμβολα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η μέτρηση αντιμετωπίζεται ως πρωταρχική διεργασία για την οποία δεν απαιτείται μια θεωρία συμβόλων προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμβολικά αποτελέσματα. Ωστόσο, σε γνωστά θεωρητικά προβλήματα όπου χρειάζεται ο αντικειμενικός και ακριβής προσδιορισμός του σημείου ολοκλήρωσης μιας μέτρησης (π.χ. ο δαίμονας του Maxwell - Maxwell's demon), η εμφάνιση της συμπληρωματικότητας είναι αναπόφευκτη (Leff & Rex, 1990; Collier, 1990b). Σε οποιαδήποτε περίπτωση, η εξελικτική προέλευση των συμβόλων αλλά και των διεργασιών μέτρησης δεν λαμβάνονται σοβαρά υπόψη στη φυσική επιστήμη.

Οι φιλόσοφοι έχουν κατά παράδοση επικεντρωθεί στα υψηλότερα επίπεδα το προβλήματος μυαλού-σώματος, καθώς επίσης έχουν ανακαλύψει αρκετές μεταφυσικές θέσεις, όπως αυτή του ιδεαλισμού, του δυισμού, της υλικής αναγωγής, του λειτουργισμού και την υπολογιστική προσέγγιση, που ελαχιστοποιούν αποτελεσματικά το πρόβλημα της συμπληρωματικότητας, πέφτοντας όμως αναγκαστικά στα προβλήματα που παρουσιάστηκαν στο Κεφ.2.

Εκτός των παραδοσιακών περιοχών της φυσικής και της φιλοσοφίας, δύο σχετικά καινούργιες περιοχές της TN και της TZ έχουν υιοθετήσει τον ψηφιακό υπολογιστή ως ένα καθολικό

συμβολικό μοντέλο. Όπως αναφέρθηκε στην §4.2.3 αν και ακόμη και οι καθαρά υπολογιστικές εκφάνσεις των συγκεκριμένων χώρων αναγνωρίζουν την ανάγκη ενσωμάτωσης ενός γνωστικού συστήματος, ακόμη και υπό την πιο ασθενή εκδοχή της έννοιας, επί της ουσίας αποφεύγουν το πρόβλημα της μη-αναγωγικότητας της γνωστικής τομής, αποδεχόμενες μια λειτουργισμική ή μια καθαρά υπολογιστική οπτική των μοντέλων τους. Τα πλαίσια του λειτουργισμού και της υπολογιστικής προσέγγισης προβαίνουν επίσης σε μια καθαρή και απότομη διάκριση μεταξύ δυναμικών και συμβόλων, αλλά επικεντρώνονται μόνο στη συμβολική πλευρά. Συγκεκριμένα, το πλαίσιο του λειτουργισμού επιχειρηματολογεί υπέρ της αυθαίρετης σχέσης μεταξύ συμβόλων και ύλης υποστηρίζοντας ότι υπάρχουν αμέτρητες πιθανότητες υλικής ενσωμάτωσης κάθε συμβολικής λειτουργίας. Ως εκ τούτου, θεωρούν ότι τα συγκεκριμένα ευρήματα της βιοχημείας, της νευροφυσιολογίας και άλλων επιστημονικών περιοχών μελέτης βιολογικών δομών και οργανώσεων, αντιπροσωπεύουν μόνο μια πιθανότητα υλικής ενσωμάτωσης, αυτής της βιολογικής και νοητικής συμπεριφοράς. Θεωρούν ότι επί της αρχής τα υπολογιστικά συστήματα μπορούν εξίσου να αντιπροσωπεύσουν άλλα είδη ενσωμάτωσης. Με άλλα λόγια, θεωρούν τη συγκεκριμένη υλική ενσωμάτωση μιας συμβολικής δραστηριότητας ως ασήμαντη.

Οι απαιτήσεις των μοντέλων του λειτουργισμού δείχνουν να βασίζονται στις ίδιες κλασσικές αρχές των μοντέλων των φυσικών συστημάτων, δηλαδή, ότι τα επιλεγμένα σημεία της συμπεριφοράς των υπολογιστικών μοντέλων οφείλουν να παραλληλίζονται με επιλεγμένα σημεία της συμπεριφοράς του υπό μοντελοποίηση γνωστικού συστήματος. Οι απαιτήσεις της υπολογιστικής προσέγγισης είναι παρόμοιες, με βασική διαφορά ότι ο όρος λειτουργία αποκτά ένα καθαρά φορμαλιστικό συμβολικό νόημα (δείτε §2.2). Η βασική απαίτηση ενός υπολογιστικού μοντέλου είναι ότι υπολογίζει τουλάχιστον μία από τις λειτουργίες του υπό μοντελοποίηση αντικειμένου. Παρόλη την προφανή ομοιότητα μεταξύ φυσικών και υπολογιστικών μοντέλων, υπάρχει μια θεμελιώδης διαφορετική οπτική όσο αφορά στον ρόλο της μέτρησης και κατ' επέκταση στη σχέση ύλης-συμβόλου. Οι φυσικοί θεωρούν την μέτρηση ως την μοναδική εμπειρική σύνδεση με τον κόσμο και επομένως, ορίζουν και μετρούν την υπό μελέτη παρατηρήσιμη έκβαση ενός φαινομένου, όσο πιο ακριβέστερα και πιο απλά γίνεται. Αντιθέτως, το πλαίσιο του λειτουργισμού και το υπολογιστικό μοντέλο συναντούν πολύ μεγαλύτερες δυσκολίες στον ορισμό του υπό μελέτη φαινομένου, όταν προσπαθούν να μοντελοποιήσουν τον βιολογικό οργανισμό και τον εγκέφαλο. Η TN συνήθως μοντελοποιεί πολύπλοκες γνωστικές δραστηριότητες, όπως επίλυση προβλημάτων, αναγνώριση προτύπων, ή τύπους και τρόπους σκέψης. Η TZ συνήθως μοντελοποιεί δραστηριότητες όπως η αυτό-αντιγραφή, η προσαρμογή και η ανάδυση, έχοντας όμως μέχρι στιγμής καταφέρει να μοντελοποιήσει μόνο ένα πολύ μικρό μέρος της ασθενούς ανάδυσης (δείτε §4.1.3.1). Τα εν λόγω φαινόμενα δεν παρουσιάζουν απλά παρατηρήσιμες εκβάσεις φαινομένων, οι οποίες να μπορούν να οριστούν και να μετρηθούν με ακρίβεια. Έτσι, η διαχείριση των συμβόλων στα αντίστοιχα μοντέλα είναι αρκετά ακριβής, αλλά η αγκίστρωση (η θεμελίωση) των συμβόλων τους είναι εντελώς ακαθόριστη (δείτε §2.5.1).

Σε γενικές γραμμές αυτό το πρόβλημα οδηγεί σε αβέβαια επιχειρήματα που δεν έχουν εύκολη διαφυγή σε μια σαφή και ξεκάθαρη λύση, όπως για παράδειγμα το πρόβλημα του εντοπισμού του σημείου εκκίνησης του νοήματος στον υπολογιστή (δείτε §2.2.4.1 σχετικά με το ΕΚΔ) και το πρόβλημα ορισμού του υπολογιστή ως ένα ζωντανό σύστημα. Οι υποστηρικτές του υπολογιστικού πλαισίου θα πρέπει επίσης να κάνουν την παραδοχή ότι όλη η ύλη ταυτίζεται με τον υπολογισμό, δηλαδή, ότι κάθε υλικό αντικείμενο υπολογίζει μια κατάσταση πραγμάτων αν ο παρατηρητής επιλέξει να του δώσει αυτή την ερμηνεία. Αυτή η υποκειμενική οπτική παρακάμπτει πλήρως το πρόβλημα της συμπληρωματικότητας μεταξύ ύλης και συμβόλου⁶⁹.

⁶⁹ Η υιοθέτηση της μη-αναγωγικότητας μεταξύ δυναμικών και συμβόλων στο πλαίσιο που προτείνεται στην παρούσα εργασία δεν σημαίνει ότι αποκλείεται η πιθανότητα ανάδυσης αυτονομίας στα τεχνητά/υπολογιστικά περιβάλλοντα, αλλά συνεπάγεται η απιθανότητα ανάδυσης αυτονομίας από ένα περιβάλλον που δεν θα μπορέσει να υποστηρίξει όλα τα κομβικά σημεία του προτεινόμενου πλαισίου (δείτε Κεφ. 8 για περισσότερες πληροφορίες).

Όπως εκτενώς αναφέρθηκε στην §3.3.4 και §3.3.5.4, οι υποστηρικτές της αυτό-οργάνωσης αποφάσισαν να μεταχειριστούν τον πρόβλημα της διάκρισης μεταξύ ύλης και συμβόλου σαν ένα φαινόμενο που προκύπτει σε ένα μεταγενέστερο στάδιο μιας γενικότερης διεργασίας αυθόρμητης αύξησης της πολυπλοκότητας των υλικών συστημάτων. Στο χώρο των βιολογικών συστημάτων τα περισσότερα από τα μοντέλα του πλαισίου της αυτό-οργάνωσης εφαρμόστηκαν σε προβιοτικά ή τουλάχιστον προ-συμβολικά επίπεδα οργάνωσης (δείτε §5.3.1.1), και επομένως, δεν αντιμετώπισαν το πρόβλημα της συμπληρωματικότητας.

Πρόσφατα, με την ανακάλυψη της απρόσμενης ποικιλίας των μη-γραμμικών δυναμικών, τα υπολογιστικά μοντέλα της αυτό-οργάνωσης βρήκαν μεγάλη εφαρμογή στο σχετικά καινούργιο πεδίο της επιστήμης της πολυπλοκότητας (Nicolis & Prigogine, 1989; Zurek, 1990; Kauffman, 1993). Οι δυνατότητες της υπολογιστικής έκφανσης του πλαισίου έρχονται από την επιστήμη των μαθηματικών, της φυσικής, των υπολογιστών και της γνωστικής επιστήμης και φέρνουν μια πληθώρα υπολογιστικών μοντέλων, όπως μη-γραμμικά δυναμικά, χαοτικά συστήματα, κυτταρικά αυτόματα (cellular automata), θερμοδυναμική μακριά από τη θέση ισορροπίας, στατιστική μηχανική, συνεκτικές μηχανές και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (δείτε §2.3) κτλ. Ακόμη όμως και αυτό το καινούργιο πεδίο έρευνας ασχολείται πολύ σπάνια με την εμφάνιση των συμβόλων και η πληθώρα των υπολογιστικών μοντέλων δεν κάνουν καμία ξεκάθαρη διάκριση μεταξύ της συμπεριφοράς της ύλης που βασίζεται στους νόμους και τη συμπεριφορά των συμβόλων που οδηγείται από κανόνες. Τα άκρα του συγκεκριμένου επιστημονικού πεδίου είναι κάποιοι φυσικοί που πιστεύουν ότι όλα τα μοντέλα της φυσικής περιορίζονται από τα συμβολικά αποτελέσματα των μετρήσεων (π.χ. Wheeler, 1990), και κάποιοι φανατικοί οπαδοί της υπολογιστικής έκφανσης της αυτό-οργάνωσης που πιστεύουν ότι όλες οι υλικές διεργασίες που διέπονται από τους φυσικούς νόμους είναι, επί της ουσίας, υπολογισμοί (π.χ. Toffoli, 1982).

Οι υποστηρικτές της υπολογιστικής έκφανσης των αυτό-οργανωμένων μοντέλων που προσπαθούν να μοντελοποιήσουν πολύπλοκα συστήματα στα γενικότερα πλαίσια της σκληρής εκδοχής της TN (hard AI) και της TZ (hard ALife) πιστεύουν ότι η συγκεκριμένη υλική ενσωμάτωση δεν παίζει κανένα ουσιαστικό ρόλο και επομένως, μια αρκετά λεπτομερής υπολογιστική προσομοίωση γίνεται μια μορφή πραγματοποίησης του υπό μελέτη συστήματος (π.χ. Langton, 1988). Στην περίπτωση που κανείς πιστεύει ότι τα πάντα μπορούν επί της ουσίας να θεωρηθούν υπολογισμοί ή ότι η διαρκής βελτιστοποίηση των αντίστοιχων προσομοιώσεων θα καταλήξει σε φυσική πραγματοποίηση, τότε κανείς απλά, αγνοεί εντελώς το πρόβλημα ύλης-συμβόλου. Στο άλλο άκρο βρίσκονται οι φυσικοί αναγωγιστές που θεωρούν ότι τα σύμβολα είναι μια ψευδαίσθηση, όπως το φλογιστό και ο αιθέρας, τα οποία δεν θα είναι καθόλου απαραίτητα όταν ανακαλυφθεί μια επαρκής υλική περιγραφή της συμβολικής συμπεριφοράς (π.χ. Churchland, 1981; Crick, 1993).

Ανεξάρτητα με τις περιπτώσεις που προαναφέρθηκαν, θα περίμενε κανείς ότι, λόγω της εξάρτησης των αυτόνομων ζωντανών συστημάτων στους ενδογενείς συμβολικούς ελέγχους, σε συνδυασμό με την απαίτηση της ύπαρξης ενός συμβολικού γενετικού κώδικα για την εμφάνιση του φαινομένου της ζωής, οι βιολόγοι θα έδειχναν πολύ περισσότερο ενδιαφέρον για το πρόβλημα ύλης-συμβόλου. Ωστόσο, αυτό δεν ισχύει. Οι περισσότεροι βιολόγοι είναι υποστηρικτές της υλικής αναγωγής (*material reductionism*) και η ανακάλυψη υλικών δομών που συσχετίζονται με τη συμβολική δραστηριότητα και τη λειτουργία είναι το μόνο επίπεδο επεξήγησης που αναζητούν. Συνεπώς, τον πρώτο ρόλο στην επιστήμη της βιολογίας παίζουν, αντί της θεωρίας, τα πειραματικά και τα υλικής φύσης ευρήματα. Για παράδειγμα, ένας βιολόγος που βρίσκει τη χημική δομή του DNA και τη μοριακή βάση της κωδικοποίησης μιας ικανοποιητικής περιγραφής αισθάνεται ότι έχει πλήρως εξηγήσει τη συμβολική συμπεριφορά του γονιδίου⁷⁰. Η συγκεκριμένη υλική αναγωγή επεκτείνεται στην μελέτη γνωστικών δραστηριοτήτων, όπου η ανακάλυψη των υλικών νευρικών συσχετίσεων της σκέψης θα

⁷⁰ Μια αναλυτικότερη παρουσίαση της σχέσης γονιδίου και πληροφορίας στα βιολογικά συστήματα θα γίνει στο Κεφ.7 και συγκεκριμένα, στις §7.1 και §7.2.

θεωρούταν από πολλούς ερευνητές ως μια ικανοποιητική αναγωγή της συνειδητής συμπεριφοράς (π.χ. Crick, 1993).

Γενικότερα, αν κανείς κοιτάξει προσεκτικά την εξέλιξη των αυτόνομων ζωντανών συστημάτων, σε συνδυασμό με όσα έχουν μέχρι στιγμής προηγηθεί στην §5.3, θα παρατηρήσει ότι οι σημασιολογικές σχέσεις μεταξύ εσωτερικών καταστάσεων και του εξωτερικού κόσμου που αναδύονται ενδογενώς του συστήματος λόγω των αλληλεπιδραστικών διεργασιών στις οποίες εμπλέκεται με το περιβάλλον, έχουν αυτό-κατασκευαστεί και επιλεκτικά αυτό-διατηρηθεί μέσω μιας γενικότερης εξελικτικής και επιλεκτικής διεργασίας. Όπως αναφέρθηκε στην §5.3.3.1 και §5.3.3.2, ένα από τα βασικότερα (ίσως το πιο βασικό και θεμελιώδες από τα) προβλήματα στην μελέτη αυτών των φαινομένων, αφορά στον τρόπο με τον οποίο τα συστήματα που παρουσίαζαν ένα επίπεδο βασικής αυτονομίας κατάφεραν να εξελιχθούν σε γνωστικά υποκείμενα, τα οποία προβαίνουν σε μοντελοποιήσεις καταστάσεων πραγμάτων του περιβάλλοντός τους. Θα πρέπει να είναι πλέον φανερό ότι αυτό το πρόβλημα είναι άμεσα συνδεδεμένο με το πρόβλημα της ανάδυσης συμβολικών δομών μέσα από τα δυναμικά του συστήματος. Ο Cariani (1989) τονίζει ότι συνήθως, στην μελέτη αυτών των προβλημάτων επικρατεί μια σύγχυση, η οποία δημιουργείται από την μεταπήδηση από ένα αντικειμενικό και ρεαλιστικό πλαίσιο θεώρησης των μηχανισμών που εμπλέκονται στη λειτουργία των συμβόλων (π.χ. διαφορικές εξισώσεις που περιγράφουν το φυσικό σύστημα) στο πλαίσιο των συνθηκών κάτω από τις οποίες ο ίδιος ο παρατηρητής του φαινομένου κάνει χρήση των συμβόλων (π.χ. στο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, στο οποίο ο ίδιος ο παρατηρητής προβαίνει στην διεξαγωγή μετρήσεων και υπολογισμών).

Οι Rosen και Pattee ήταν από τους πρώτους θεωρητικούς βιολόγους που προσεγγίζοντας το δύσκολο πρόβλημα της ανάδυσης σημασιολογικών δομών (δομών μοντελοποίησης) στα αυτόνομα ζωντανά συστήματα με ένα συστημικό τρόπο, τόνισαν ιδιαίτερα τη σπουδαιότητα και τον ρόλο των συμβόλων ως το σημαντικότερο οργανωσιακό χαρακτηριστικό αυτών των συστημάτων. Επομένως, θα πρέπει κανείς να είναι πολύ προσεκτικός σχετικά με το πλαίσιο ερμηνείας που επιλέγει να υιοθετήσει, διαφορετικά, είναι πολύ εύκολο να μπλεχτεί στην πολυπλοκότητα που επιβάλλεται από την αυτό-αναφορικότητα του προβλήματος. Ένας γνωστικός παρατηρητής (π.χ. ένας άνθρωπος) ή μια συσκευή που δρα ως παρατηρητής πραγματοποιώντας μια σχέση μοντελοποίησης, μπορεί να γίνει το αντικείμενο των φυσικών περιγραφών ενός άλλου παρατηρητή. Επομένως, οι ερωτήσεις σχετικά με τον ρόλο των συμβόλων στα φυσικά και βιολογικά συστήματα οφείλουν να έχουν λογικές και συνεπείς απαντήσεις όταν εφαρμόζονται στους ανθρώπινους παρατηρητές αυτών των συστημάτων. Συνεπώς, σε κάποιο επίπεδο, μια θεώρηση σχετικά με την ανάδυση των συμβόλων στα αυτόνομα συστήματα θα πρέπει να είναι σε θέση να εξηγήσει (ή τουλάχιστον να μοντελοποιήσει) τον εαυτό της προκειμένου να ικανοποιεί τη συνέπεια της αυτό-αναφορικότητας. Με άλλα λόγια, υπάρχει ανάγκη για μια θεώρηση που θα γεφυρώνει έγκυρα την αναγκαία γνωστική τομή.

5.3.4 Γεφύρωση της Γνωστικής Τομής Μέσω Δυϊσμού Κώδικα

5.3.4.1 Συμπληρωματικότητα Μεταξύ Δυναμικών Διεργασιών και Συμβολικών Δομών – Η Σημασιολογική Κλειστότητα του Pattee

Στις προηγούμενες ενότητες παρουσιάστηκε αναλυτικά η ανάγκη ενός αυτόνομου συστήματος (ειδικότερα, ενός συστήματος που εμφανίζει το ελάχιστο επίπεδο αυτονομίας) να διαμορφώσει μια γνωστική τομή με το περιβάλλον του προκειμένου να μπορέσει να διατηρήσει και να ενισχύσει επιλεκτικά την αυτό-διατήρησή του. Επιπροσθέτως, στην §5.3.3.2 παρουσιάστηκαν οι πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις επιστημολογικών πλαισίων και των αντίστοιχων επιστημονικών μοντέλων, το καθένα από τα οποία, για τους δικούς του λόγους, αποφεύγει (μια αποφυγή που συνοδεύεται από προβλήματα) ή αγνοεί τη συμπληρωματικότητα της σχέσης ύλης-συμβόλου. Το πρόβλημα εντοπίζεται στο ότι αν κανείς, μέσα σε ένα γενικότερο πλαίσιο εξέλιξης των αυτόνομων συστημάτων, λάβει υπόψη την συγκεκριμένη συμπληρωματικότητα, θα πρέπει να βρει ένα τρόπο να γεφυρώσει την αντίστοιχη γνωστική τομή προκειμένου να μπορέσει να

μοντελοποιηθεί (και θεωρητικά να συνεχίσει) η εξέλιξη της αυτονομίας του συστήματος, με έναν τρόπο που να ικανοποιεί τις απαιτήσεις μιας γενικότερης θεώρησης της ανάδυσης των συμβολικών δομών στα αυτόνομα συστήματα, όπως παρουσιάστηκε στο τέλος της προηγούμενης ενότητας.

Ο Pattee (1982) υποστήριξε ότι οι έννοιες της μέτρησης και του παρατηρητή είναι γνωστικής (επιστημολογικής) φύσης και επομένως προϋποθέτουν τουλάχιστον μια οργάνωση που μπορεί να κατασκευάσει τη συσκευή μέτρησης και να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα για την επιβίωσή της. Για τον Pattee, (καθώς και για τον Hoffmeyer, αλλά όχι για τον Kaufmann όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω) οι διάφορες υποκυτταρικές μονάδες δεν έχουν την απαραίτητη πολυπλοκότητα προκειμένου να θεωρηθούν ως συσκευές μέτρησης. Έτσι, υποστηρίζει ότι για να μπορέσει ένα σύστημα να εκτιμηθεί ως συσκευή μέτρησης θα πρέπει να εμφανίζει λειτουργικές ικανότητες (η οργάνωσή του να υποστηρίζει ένα σύνολο λειτουργιών) τουλάχιστον στο επίπεδο της ελάχιστης αυτόνομης προσαρμογής στο περιβάλλον. Συνεπώς, η παρατήρηση και η μέτρηση απαιτούν μια οργάνωση που:

- a). κατασκευάζει τη συσκευή μετρήσεων και
- b). χρησιμοποιεί τα αποτελέσματα των μετρήσεων για επιβίωση.

Ο Pattee (1982) ονόμασε το συγκεκριμένο σύνολο απαιτήσεων ως η αρχή της σημασιολογικής/σημαντικής κλειστότητας (*the semantic closure principle*) και υποστηρίζει ότι παρέχει ένα αντικειμενικό κριτήριο για τη διάκριση των μετρήσεων και των παρατηρήσεων από τις υπόλοιπες φυσικές αλληλεπιδράσεις. Ως εκ τούτου, κατά τον Pattee, μόνο οι οργανώσεις που ικανοποιούν τη συγκεκριμένη αρχή μπορούν να θεωρηθούν ως παρατηρητές.

Αν και όπως αναφέρθηκε προηγουμένως (δείτε υποσημείωση 64) το πρόβλημα της αφετηρίας της ζωής, της ουσιαστικής αυτονομίας και επομένως της γνωστικής τομής δεν είναι καθόλου εύκολο να εντοπισθεί, ο Pattee θεωρεί ότι θα ήταν άσκοπο και περιττό να προσδιοριστεί μια τέτοιου είδους διάκριση μεταξύ υποκειμένου και αντικειμένου πριν την ύπαρξη ζωής, ενώ, οποιαδήποτε προσπάθεια να περιοριστούν οι λειτουργίες ελέγχου σε ιδιαίτερα εξελιγμένους οργανισμούς θα ήταν εντελώς αυθαίρετο. Σε αυτό το σημείο υπενθυμίζεται ότι μια απαραίτητη συνθήκη για την διεκπεραίωση ενός γνωστικού γεγονότος είναι η πραγματοποίηση μιας διάκρισης από ένα υποκείμενο ώστε η συγκεκριμένη διάκριση να μην παράγεται (να μην προέρχεται/απορρέει) από το υπό παρατήρηση αντικείμενο. Αυτό σημαίνει ότι ένα υποκείμενο πρέπει να δημιουργήσει μια μορφή διάκρισης ή ταξινόμησης μεταξύ των φυσικών καταστάσεων, η οποία δεν κατασκευάζεται από τους ίδιους τους νόμους (π.χ. η μέτρηση μιας συγκεκριμένη αρχικής συνθήκης). Ο Pattee σημειώνει ότι στην περίπτωση του κυττάρου οι γονιδιακές ακολουθίες (*gene sequences*) δεν διακρίνονται μέσω φυσικών νόμων εφόσον είναι *ενεργητικά εκφυλισμένες* (*energetically degenerate*). Ως εκ τούτου, υποστηρίζει ότι η *πρωταρχική γνωστική τομή* (*primeval epistemic cut*) αναδύεται στη διεπαφή ελέγχου μεταξύ *γονότυπου-φαινότυπου* (*genotype-phenotype*). Επομένως, για τον Pattee (1996) το κύτταρο είναι η απλούστερη φυσική περίπτωση ενός συστήματος που παρατηρεί, δηλαδή ενός παρατηρητή.

Συγκεκριμένα, ο Pattee θεωρεί ότι η αφετηρία της ζωής ενέχει την αφετηρία μιας σημασιολογικά κλειστής οργάνωσης μεταξύ του DNA (συμβολικοί περιορισμοί) και των πρωτεϊνών (δυναμικοί περιορισμοί). Έτσι, τα κύτταρα είναι εξοπλισμένα με ένα γενετικό κώδικα και αποτελούν το πιο στοιχειώδες παράδειγμα οργάνωσης μεταξύ συμβόλων και ύλης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση τα σύμβολα ερμηνεύονται εσωτερικά του συστήματος από τα ίδια τα στοιχεία τα οποία προσδιορίζουν και επομένως, δεν υπάρχει η ανάγκη ερμηνείας μέσω ενός εξωτερικού παρατηρητή και η αντίστοιχη διεργασία δεν ενέχει άπειρες παλινδρομήσεις. Λόγω του ότι το σύστημα ερμηνείας συμπεριλαμβάνει περιορισμούς αποθηκευμένους με συμβολική μορφή, τα αντίστοιχα σύμβολα δεν έχουν κανένα νόημα αν απομακρυνθούν από τις δυναμικές δομές ερμηνείας. Επομένως, στη συγκεκριμένη θεώρηση του Pattee, οτιδήποτε αναπαριστούν τα εν λόγω σύμβολα αναδύεται μέσω της λειτουργικότητας του κυττάρου. Παρομοίως, οι δυναμικές δομές που ερμηνεύουν τα σύμβολα (ένζυμα) εξαρτώνται από τον συμβολικό προσδιορισμό. Συγκεκριμένα, ο Pattee (1982) λέει ότι:

«Μπορεί κανείς να ισχυριστεί ότι οι μοριακές ακολουθίες (molecular strings) των γονιδίων γίνονται συμβολικές αναπαραστάσεις αν τα φυσικά συμβολικά υποκατάστατα αναγνωριστούν άμεσα, σε κάποιο σημείο της επεξεργασίας της ακολουθίας, από τα μόρια μετάφρασης (tRNA's and synthetases), τα οποία ευθύς αμέσως εκτελούν συγκεκριμένες αλλά αυθαίρετες λειτουργίες (σύνθεση πρωτεΐνης - protein synthesis). Η σημαντική κλειστότητα αναδύεται από την αναγκαιότητα των μορίων μετάφρασης να είναι αναφερόμενα των γονιδιακών ακολουθιών. (Pattee 1982, σελ. 333).

Για τον Pattee, η αμοιβαία συμπληρωματικότητα ή η κλειστότητα μεταξύ των συμβόλων και των δυναμικών διεργασιών που τα ερμηνεύουν συνιστούν την αυτονομία της συγκεκριμένης διεργασίας, υπό την έννοια της ανεξαρτησίας από κάθε εξωτερικό έλεγχο. Βάσει όλων των παραπάνω, η ερώτηση του Pattee σχετικά με τον τρόπο που μια οντότητα που υπόκειται σε φυσικούς νόμους γίνεται πληροφορία (δείτε §5.3.3.1) βρίσκεται στο ότι οι πρωτεΐνες συναρμολογούνται από νουκλεϊκά οξέα αλλά η συναρμολόγηση αυτή είναι δυνατή μόνο με την πρόσθετη δράση των πρωτεϊνών. Από αυτή την οπτική, η πληροφορία μιας συγκεκριμένης δομής εξαρτάται από τις αιτιώδεις συνέπειές της σε ένα αναδρομικό και λειτουργικό πλαίσιο δράσης.

Αναλυτικότερα, ο μηχανισμός του γενετικού κώδικα (transfer_RNA, aminoacyl, synthetases, ribosomes) διαβάζει όλα τα γονίδια του κυττάρου και αντιστοιχεί (αποκωδικοποιεί) την βάση ακολουθιών του DNA (DNA base sequences) ως σύμβολα και κατασκευάζει τις ακολουθίες αμινοξέων ως πρωτεΐνες. Το κύτταρο ανακατασκευάζεται αρχικά μέσω της αντιστοίχισης του γονιδίου στην πρωτεΐνη μέσω του κώδικα. Ωστόσο, για την διεργασία της αυτό-αντιγραφής (self-replication) το κύτταρο θα πρέπει να έχει γονίδια που αντιγράφουν τον ίδιο τον κώδικα και επιπλέον, τα ίδια τα γονίδια θα πρέπει να αντιγραφούν. Το τελευταίο δεν μπορεί να γίνει μέσω κάποιας συμβολικής περιγραφής του γονιδίου που θα αντιγράψει τη γονιδιακή δομή χρησιμοποιώντας τον κώδικα. Όπως λέει ο Pattee (2001a), η αντιγραφή και η κωδικοποίηση είναι αμοιβαίως αποκλειστικές πράξεις. Συγκεκριμένα, η αντιγραφή υπονοεί την έλλειψη κωδικοποίησης και την επικέντρωση στα δομικά χαρακτηριστικά της οντότητας και όχι στην ερμηνεία της λειτουργικότητάς τους. Επομένως, υπάρχουν γονίδια για ένζυμα που βοηθούν στην απ' ευθείας αντιγραφή του γονιδιόματός μέσω του αρκετά γνωστού μηχανισμού ζευγαρώματος βάσης μέσω προτύπου (template base-pairing) ο οποίος δεν έχει καμία σχέση με τον κώδικα (δείτε §5.3.4.2). Η συγκεκριμένη γνωστική συμπληρωματικότητα εμφανίζει μεγάλη ομοιότητα με τον ξεκάθαρο διαχωρισμό μεταξύ σύνταξης και σημασιολογικού περιεχομένου κατά τη μέτρηση, έτσι ώστε οι πολύπλοκες φυσικές μορφές που εκτελούν τη σύνταξη (μετάφραση) είναι κρυμμένες από το ίδιο το μήνυμα (ακολουθίες βάσης). Επομένως, η λειτουργία του κώδικα δεν μπορεί να παραχθεί από τη λεπτομερή φυσική περιγραφή των μηχανισμών κωδικοποίησης, ενώ, η περιγραφή του ίδιου του κώδικα δεν παρέχει καμία ένδειξη σχετικά με τη εκπλήρωση της συγκεκριμένης φυσικής διεργασίας. Επιπροσθέτως, είναι φανερό ότι χρειάζονται και οι δύο περιγραφές για να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο ανακατασκευάζονται τα κύτταρα.

Συνολικότερα, ο Pattee (1977; 1982) προτείνει την θεώρηση δύο σχετικών ειδών κανονιστικότητας (βασισμένη σε νόμους και βασισμένη σε κανόνες) τα οποία σχετίζονται με τα διαφορετικά είδη συστατικών που αντιπροσωπεύουν το DNA και οι πρωτεΐνες, και οι διαφορετικοί αιτιώδεις ρόλοι τους αντιστοίχως. Η διαφορετική φύση των δύο μορίων είναι πολύ σημαντική για το μοντέλο του Pattee. Έτσι, τα γεγονότα που λαμβάνουν χώρα στο επίπεδο του νουκλεϊκού οξέος θεωρούνται διαδοχικά και ανεξάρτητα-του-χρόνου (rate-independent), ενώ οι αιτιώδης δράση των πρωτεϊνών θεωρείται συνεχής και εξαρτημένη-από-το-χρόνο (rate-dependent). Τα πρώτα είναι αδρανή, σταθερά και αξιόπιστα. Δεν εμφανίζουν καταλυτική δραστηριότητα και μπορούν να αποθηκεύουν και να αντιγράφουν ποικιλία σε διαδοχική μορφή. Τα αποτελέσματά τους είναι έμμεσα, διακριτά και συνδέονται με τη γραμμική διάρθρωσή τους. Αντιθέτως, οι πρωτεΐνες αποσυντίθενται ταχύτατα έξω από το κύτταρο και επομένως θεωρούνται καταλυτικά στοιχεία που είναι εμβυθισμένα στον μεταβολικό ιστό των στοιχείων και των δυναμικών τους δράσεων.

Για τον Pattee, αλλά και για την πληθώρα των ερευνητών (δείτε Κεφ. 7), λόγω του ότι η ακολουθία των αμινοξέων διαμορφώνεται ακολουθώντας την ακολουθία των νουκλεοτιδίων (nucleotides), οι πρωτεΐνες θεωρούνται ως η λειτουργική έκφραση της γενετικής πληροφορίας (δηλαδή του DNA). Η μόνη διαφορά είναι ότι δεν θεωρείται μια μορφή παθητικής πληροφορίας, αλλά πληροφορία που δρα ως πραγματικός έλεγχος που παίζει τον ρόλο ενδογενών συνοριακών συνθηκών στο κύτταρο⁷¹. Στη συγκεκριμένη οπτική, οι πρωτεΐνες θεωρούνται ως δομές που αποτελούν έναυσμα (triggering) και επιλέγουν συγκεκριμένες φυσικο-χημικές διεργασίες μέσα από μία άμεση και εξαρτημένη-από-το-χρόνο δράση, η οποία πραγματοποιείται λόγω της τρισδιάστατης διάρθρωσής τους. Συνεπώς, και σε απόλυτη συμφωνία με τους Etcheberria & Moreno (2001) στο συγκεκριμένο πλαίσιο της ανάλυσης, το ένα συστατικό (DNA) θεωρείται ως μια συμβολική εγγραφή που έχει μια αυθαίρετη μορφή και ερμηνεύεται μέσω της κατασκευής μιας δομής ελέγχου, αυτής του άλλου συστατικού (πρωτεΐνες) που θεωρείται ως περιορισμός.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί ότι στο συγκεκριμένο πλαίσιο η γενετική έκφραση είναι αντίστροφη της διεργασίας της μέτρησης. Στην τελευταία υπάρχει αντιστοίχιση μιας φυσικής μορφής (η κατάσταση του συστήματος) σε μια συμβολική μορφή (το αποτέλεσμα της μέτρησης), ενώ στο γενετικό έλεγχο της σύνθεσης των πρωτεϊνών γίνεται η αντίστροφη διεργασία της αντιστοίχισης μιας συμβολικής μορφής (ακολουθίες βάσης) σε μια φυσική μορφή (πρωτεΐνες). Ωστόσο, θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ότι οι λεπτομέρειες του μηχανισμού της κατασκευής και της αναδίπλωσης (folding) των πρωτεϊνών στην πρωταρχική γνωστική τομή δεν έχουν κανένα νόημα παρά μόνο εξεταζόμενες στο πλαίσιο δράσης ενός αυτό-αναπαραγόμενου κυττάρου.⁷²

Βάσει των παραπάνω, σύμφωνα με τον Pattee, η ύπαρξη (στο κύτταρο) λειτουργιών βασισμένων σε κανόνες αναδύεται από την ανεξάρτητη-από-το-χρόνο φύση των νουκλεϊκών οξέων, τα οποία αποθηκεύουν ένα πρότυπο το οποίο διευθετείται μέσω ενός κώδικα (code-mediated) και είναι ανεξάρτητο του πλαισίου δράσης (context-independent) στην μονοδιάστατη δομή τους, η οποία με τη σειρά της μετατρέπεται μέσω διακριτών γεγονότων κατά μήκος μιας ιστορικής διεργασίας που υπερβαίνει τα δυναμικά του μεταβολισμού ενός συγκεκριμένου κυττάρου. Με άλλα λόγια, η δράση των συμβολικών δομών του κυττάρου δεν συνίσταται σε άμεσα αποτελέσματα αλλά στις μορφές των πρωτεϊνών τις οποίες κωδικοποιούν. Επομένως, οι ανεξάρτητες-του-χρόνου διεργασίες στο κύτταρο αφορούν στην αποθήκευση των περιορισμών που δύναται να αποτελέσουν έναυσμα εναλλακτικών διαδρομών της μεταβολικής δράσης. Ως εκ τούτου, ο Pattee θεωρεί τις συγκεκριμένες διεργασίες ως *γλωσσολογικά (linguistic)* φαινόμενα από τη στιγμή που συνιστούν κάποια μορφή *αυτό-περιγραφής*⁷³ (*self-description*) και κατ' επέκταση αυτό-αναφοράς (δείτε §5.3.4.4) του συστήματος.

5.3.4.2 Μακροχρόνια Διατήρηση της Αυτονομίας Μέσω Πληροφοριακών Αναπαραγωγικών Διεργασιών Ύλης-Συμβόλου

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να υπενθυμιστεί ότι μέχρι στιγμής έχει γίνει η θεώρηση ενός συστήματος που επιδεικνύει ένα βασικό επίπεδο αυτονομίας και διέπεται από μια συμπληρωματικότητα μεταξύ των κατασκευαστικών και αλληλεπιδραστικών διεργασιών του. Οι τελευταίες, σε συνδυασμό με τη διαμόρφωση μιας ενεργής διεπαφής προσδίδουν στο σύστημα την ικανότητα των απαραίτητων διακρίσεων οι οποίες συντελούν στην διατήρηση της αυτό-

⁷¹ Δείτε §4.1.4, αλλά και §5.3.4.3 σχετικά με το ότι το μοντέλο του Pattee το μόνο που συνεπάγεται είναι μια ειδική έκφραση της κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού, η οποία ικανοποιείται μέσα από τους μηχανισμούς της φυσικής επιλογής.

⁷² Στο Κεφ. 7 θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα η σπουδαιότητα του πλαισίου δράσης στην μοντελοποίηση διεργασιών των πολύπλοκων αυτόνομων βιολογικών συστημάτων.

⁷³ Στην §5.3.4.4 θα παρουσιαστεί η ιδέα του δισιμού κώδικα και θα εξηγηθεί γιατί μια συμβολική αυτό-περιγραφή δεν αποτελεί σε καμία περίπτωση μια πλήρης περιγραφή ενός αυτόνομου συστήματος.

κατασκευής και αυτό-διατήρησής του και κατ' επέκταση στην διατήρηση της αυτονομίας του. Η δυνατότητα ενεργών διακρίσεων έρχεται μαζί με τη διαμόρφωση γνωστικής τομής με το περιβάλλον, την οποία θα πρέπει το σύστημα να γεφυρώσει προκειμένου να μπορέσει να εξελίξει την αυτονομία του και τις αντίστοιχες γνωστικές του ικανότητες.

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενες ενότητες (δείτε §5.1.6 και §5.3.1) η βασική αυτονομία είναι αναγκαία αλλά όχι ικανή συνθήκη για την ανοικτο-κλεισμένη (open-ended) (δείτε §6.3.1) εξέλιξη του συστήματος. Συγκεκριμένα, χωρίς έναν μηχανισμό παραγωγής συστατικών που ξεπερνάει τα βασικά θερμοδυναμικά προβλήματα που εμπλέκονται στη σύσταση κάθε μεταβολικού (αλλά και πρωτο-μεταβολικού) συστήματος, είναι αδύνατη η επίτευξη του επιπέδου οργανωσιακής πολυπλοκότητας που απαιτείται για την εκκίνηση των διεργασιών εξέλιξης των ουσιαστικών γνωστικών χαρακτηριστικών και των αντίστοιχων βαθμών αυτονομίας. Τα βασικώς αυτόνομα συστήματα (βάσει της ανάλυσης και περιγραφής που έχει γίνει στην παρούσα εργασία) εμφανίζουν έναν αξιοσημείωτο βαθμό οργανωσιακής ομοιόστασης, ο οποίος είναι ικανός για αναπαραγωγή μέσω σχετικά απλών διεργασιών ανάπτυξης και διαίρεσης⁷⁴ και οι οποίες επί της αρχής παρουσιάζουν μια αξιοσημείωτη δυνατότητα διαφοροποίησης (διότι θα μπορούσαν σχεδόν πάντοτε –μέσα στα όρια που τους επιτρέπει το περιβάλλον τους –να δημιουργούν καινούργια στοιχεία). Ωστόσο, δεν έχουν καμία δυνατότητα σταθεροποίησης ή/και καταγραφής των αναδυόμενων καινοτομιών (π.χ. πιθανές καινοτομίες στα δυναμικά του μεταβολισμού τους) και επίσης, μαζί με την αύξηση του επιπέδου της οργανωσιακής πολυπλοκότητάς τους αυξάνει ο βαθμός ευαισθησίας τους στους εξωτερικούς παράγοντες.

Αναλυτικότερα και σύμφωνα με πρόσφατες εργασίες που μελετούν τη δυνατότητα ανάπτυξης και αναπαραγωγής σχετικά απλών καταλυτικών δικτύων (Segré, Ben-Eli & Lancet, 2000) υπονοείται, ακόμη και σε αυτό το επίπεδο της οργάνωσης, η ύπαρξη κάποιου είδους 'πληροφορίας' από γενιά σε γενιά. Ειδικότερα, υποστηρίζεται η περίπτωση διαρκούς αναπαραγωγής και μετάδοσης κάποιων από τα στοιχεία και τις ιδιότητες του 'μητρικού' συστήματος στους 'απογόνους' τους. Οι Moreno & Ruiz-Mirazo (2002) εξηγούν ότι αυτό σταματάει να είναι εφικτό όταν η πολυπλοκότητα των εν λόγω συστημάτων αυξάνεται σε ένα σημαντικό βαθμό. Επομένως, υπάρχει ένα ανώτερο κατώφλι οργανωσιακής πολυπλοκότητας, το οποίο χρειάζεται καινούργιους και πιο εκλεπτυσμένους μηχανισμούς αυτό-κατασκευής και αυτό-διατήρησης προκειμένου να μπορέσει να ξεπεραστεί από το αυτόνομο σύστημα. Οι εν λόγω μηχανισμοί θα πρέπει να εγγυώνται τη διατήρηση των πολύπλοκων λειτουργικών στοιχείων του συστήματος στο διαρκές δίκτυο των μεταβολικών δυναμικών, αλλά και την αξιόπιστη μετάδοσή τους στις επόμενες γενιές μέσω μεταγενέστερων διεργασιών αναπαραγωγής. Η λύση στο θεωρητικό επίπεδο έρχεται μέσα από την παραγωγή λειτουργικών στοιχείων που επιτυγχάνουν δραστηριότητες δευτερολογίας προτύπου (*template activities*), δηλαδή υλικές δομές που μπορούν να αντιγράψουν τον εαυτό τους (replication) σε αξιόπιστο βαθμό και ανεξαρτήτως της πολυπλοκότητάς τους. Σε αυτή τη φάση έχουμε τη διαμόρφωση αυτόνομων συστημάτων με πιο πολύπλοκους και σταθερούς μεταβολισμούς, όπου τα στοιχεία του συστήματος γίνονται υλικές εγγραφές. Σε αυτό το σημείο αρχίζει να αποκτά νόημα η αναφορά στην έννοια της κληρονομικότητας (*heredity*) των αυτόνομων συστημάτων (Pattee, 1982; 1997; Etxeberria & Moreno, 2001).

Η δυνατότητα όμως μετάδοσης των λειτουργικών στοιχείων από το ένα βασικώς αυτόνομο σύστημα στο μεταγενέστερό του, μέσω διαδικασιών δευτερολογίας προτύπου, έχει τα όριά της. Συγκεκριμένα, οι απαιτήσεις για την ανάπτυξη ενός μηχανισμού που θα επιτυγχάνει ολοένα και περισσότερο αξιόπιστη μετάδοση των απαραίτητων στοιχείων και συστατικών του αυτόνομου συστήματος από τη μια γενιά στην άλλη, φαίνεται να είναι δομικά ασύμβατη με την ανάπτυξη και λειτουργική αποτελεσματικότητα των ίδιων των συστατικών. Ειδικότερα, συστήματα που βασίζουν την μετάδοση (με σκοπό την κληρονομικότητα) των χαρακτηριστικών της αυτονομίας τους σε ένα συγκεκριμένο τύπο λειτουργικών στοιχείων, ο οποίος ευθύνεται τόσο για την

⁷⁴ Αυτού του είδους η ανάπτυξη βασίζεται σε διεργασίες αυτό-οργάνωσης οι οποίες επιτυγχάνουν ένα είδος στατιστικής κλειστότητας (δείτε Pattee, 1973; Etxeberria & Moreno, 2001).

‘πραγματοποίηση’ όσο και για την ‘εξέλιξη’ των αυτό-διατηρούμενων δυναμικών τους και επομένως αποτελούν τα βασικά συστατικά δύο εντελώς διαφορετικών διεργασιών (δραστηριότητες δευτερολογίας προτύπου και καταλυτικές δραστηριότητες αυτό-κατασκευής), δεν θα μπορούσαν να εξελιχθούν πέρα από ένα συγκεκριμένο βαθμό οργανωσιακής πολυπλοκότητας.

Το συγκεκριμένο πρόβλημα έρχεται σε θεωρητικό επίπεδο ως έμμεση απόρροια της αντίστροφης συμπληρωματικότητας των διεργασιών μέτρησης και ελέγχου (όπως παρουσιάστηκαν στην §5.3.4.1), αλλά οι Ruiz-Mirazo, Pereto, & Moreno (2004) υποστηρίζουν ότι υπάρχει και μια προφανής εξήγηση δοσμένη μέσα από μια καθαρά υλικο-χημική οπτική. Έτσι, υποστηρίζουν ότι οι δραστηριότητες δευτερολογίας προτύπου απαιτούν μια σταθερή και ομοιόμορφη μορφολογία, κατάλληλη για αντιγραφή και με χαμηλή ευαισθησία στις αλλαγές του άμεσου περιβάλλοντος, ενώ η ικανότητα για καταλυτική ποικιλομορφία απαιτεί ακριβώς το αντίθετο, δηλαδή τρισδιάστατες δομές μεγάλου εύρους οι οποίες επιδεικνύουν μεγάλη ευαισθησία στις μεταβολές του περιβάλλοντός τους. Συνεπώς, θεωρούν ότι η συγκεκριμένη διαφορά θέτει άλλο ένα κομβικό κατώφλι πολυπλοκότητας στα αυτόνομα συστήματα, το οποίο ξεπερνιέται μόνο από τα συστήματα που θα καταφέρουν να παράγουν δύο διαφορετικούς τύπους πολυμερών: καινούργιων ‘εγγραφών’ που θα φροντίσουν για την αξιόπιστη εγγραφή, αποθήκευση και δημιουργία αντενστάσεων (replication) συγκεκριμένων γραμμικών δομών (ή αλλιώς, ακολουθιών πολυμερών στοιχείων), οι οποίες είναι κρίσιμες για την εξασφάλιση της σωστής λειτουργίας τους, και νέων καταλυτών που ειδικεύονται στην διεκπεραίωση των συγκεκριμένων μεταβολικών εργασιών που είναι απαραίτητες για τη διαρκή πραγμάτωση του αυτόνομου συστήματος (δείτε §5.3.4.1). Ως εκ τούτου, οι Ruiz-Mirazo, Pereto, & Moreno (2004) είναι σε πλήρη συμφωνία με τον Pattee όταν υποστηρίζουν ότι ο πιο φυσικός τρόπος για να γίνει κατανοητή η εμφάνιση της καινούργιας τάξης οργάνωσης (δηλαδή η μερικώς αποσυνδεδεμένη αλλά ισχυρά συμπληρωματική οργανωσιακή δομή) στο αυτόνομο σύστημα είναι μέσω της εισαγωγής της έννοιας της ‘πληροφορίας’.

Βάσει των παραπάνω η ανάδυση πληροφοριακών στοιχείων και μηχανισμών φαίνεται να είναι μονόδρομος για την εξέλιξη των αυτόνομων συστημάτων. Συγκεκριμένα, η ανάδυση ενός κώδικα μετάφρασης (*translation code*) φαίνεται ως η καταλληλότερη λύση στο πρόβλημα της σύνδεσης των δύο πολύ διαφορετικών τύπων λειτουργικών στοιχείων, δηλαδή των μονοδιάστατων σταθερών ακολουθιών και των τρισδιάστατων λειτουργικών διαρθρώσεων του αυτόνομου συστήματος. Αναλυτικότερα, και όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, ο κώδικας μετάφρασης μεσολαβεί ανάμεσα στις εγγραφές που καθοδηγούν τη σύνθεση των λειτουργικών στοιχείων, τα οποία με τη σειρά τους ελέγχουν και καταλυτικά ρυθμίζουν όλες τις διεργασίες στις οποίες εμπλέκονται οι συγκεκριμένες εγγραφές (δημιουργία αντενστάσεων, μετάφραση, επανόρθωση, κτλ.) ακόμη και αν τα εν λόγω λειτουργικά στοιχεία δεν λαμβάνουν άμεσα μέρος στη δημιουργία και την τροποποίηση των εγγραφών (σημασιολογική κλειστότητα).

Θα μπορούσε κανείς να πει ότι το κλειδί της υπόθεσης βρίσκεται στην εδραίωση μιας συγκεκριμένης κυκλικής σχέσης αιτίου-αιτιατού (δείτε §3.3.4.1) μεταξύ των δύο τύπων λειτουργίας του συστήματος, έτσι ώστε αυτό να μπορεί να αυτό-ερμηνεύσει τις ακολουθίες των εγγραφών. Έτσι, μέχρι στιγμής η κρίσιμη αύξηση της οργανωσιακής πολυπλοκότητας ενός βασικώς αυτόνομου συστήματος συνοδεύεται από τη θεώρηση μιας επί της αρχής υλικής οργάνωσης που υποστηρίζει δύο διαφορετικά επίπεδα λειτουργίας:

- i. το δυναμικό επίπεδο που αποτελείται από τις στοιχειώδεις και εξαρτημένες από το χρόνο διεργασίες παραγωγής και μεταβολισμού, και
- ii. το συμβολικό επίπεδο που εμφανίζεται μερικώς αποσυνδεδεμένο (διαχωρισμένο) από το συνωθήλευμα των χημικών διεργασιών και συνιστά ένα σύνολο πιο ‘ειδικών’, ανεξάρτητων από το χρόνο διεργασιών και στοιχείων που διέπονται από συγκεκριμένους κανόνες σύνθεσης και λειτουργίας (Pattee, 1977; 1982; Moreno & Ruiz-Mirazo, 2002).

Ο συγκεκριμένος ‘πληροφοριακός’ μηχανισμός είναι ένας αιτιώδης μηχανισμός που λειτουργεί μεταδίδοντας και αναπαράγοντας *λειτουργικές μορφές* και του οποίου το τελικό αποτέλεσμα είναι

η επιλεκτική αναδόμηση της οργάνωσης του αυτόνομου συστήματος. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι αιτιώδεις συνέπειες του συγκεκριμένου μηχανισμού είναι πολύ περισσότερες από αυτές που επιβάλλονται από τις ενδογενείς ιδιότητες ενός υλικού να αυτό-περιορίζεται και να αναδομεί τον εαυτό του, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των σταθερών προτύπων που αυτό-διατηρούνται μέσω επιλεκτικής δράσης των συστατικών τους στο χαμηλότερο επίπεδο (αποκλειστικά μέσω συνθηκών αυτό-οργάνωσης - δείτε (Van Gulick 1993; Moreno, 1998).

Τα χαρακτηριστικά σημεία της αιτιώδους δράσης του συγκεκριμένου πληροφοριακού μηχανισμού είναι:

- a).** η διακριτή φύση των λειτουργικών μορφών, οι οποίες συνίστανται σε διακριτές μονάδες που υλοποιούνται σε υλική βάση (υλικά οχήματα) και τα οποία υπερβαίνουν (μέσω μετάδοσης) το κάθε σύστημα στο οποίο ενεργούν,
- b).** η έλλειψη άμεσης (υπό την έννοια της υλικής) αιτιώδους σύνδεσης μεταξύ των δομών που μεταφέρουν την πληροφορία και των δομών των οποίων η διάρθρωση διαμορφώνεται επιλεκτικά από τις συγκεκριμένες πληροφοριακές δομές.

Υπό αυτή την οπτική, η πληροφορία θεωρείται ως ένας ειδικός τύπος μορφικής σχέσης αιτίου-αιτιατού, με την έννοια ότι μεταδίδει και αναπαράγει δομές (και εμμέσως οργανώσεις) με ένα τρόπο που είναι δυναμικά αποσυνδεδεμένος από το σύστημα το οποίο περιορίζει. Έτσι, ο εν λόγω πληροφοριακός μηχανισμός ταυτίζεται με μια συγκεκριμένη και ανεξάρτητη-από-το-χρόνο μορφική σχέση αιτίου-αιτιατού, η οποία διαφέρει κατά πολύ από έναν απλό αυτό-περιοριζόμενο μηχανισμό που βασίζεται στη διασκορπίζουσα οργάνωση των δυναμικών του.

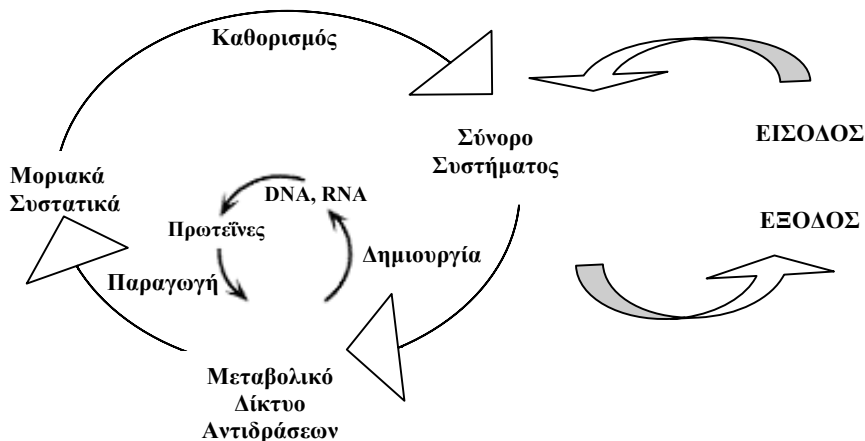
Όπως προαναφέρθηκε, η συγκεκριμένη θεώρηση της πληροφορίας ικανοποιεί πλήρως τον τύπο της οργάνωσης που παρατηρείται στο εσωτερικό ενός κυττάρου και τον πληροφοριακό μηχανισμό που υποστηρίζει τον κώδικα μετάφρασης μεταξύ του DNA και των πρωτεϊνών, δηλαδή τον γενετικό κώδικα που παρατηρείται σε όλα τα ζωντανά συστήματα. Επιπροσθέτως, αυτός ο πληροφοριακός μηχανισμός είναι σε άμεση συμφωνία με την αρχή της σημασιολογικής κλειστότητας. Συγκεκριμένα, επί της αρχής, απαιτείται η ύπαρξη ενός διαδοχικού προτύπου διακριτών μονάδων (συμβολική δομή) για την κατασκευή των εγγραφών, οι οποίες δρουν ως οδηγίες προσδιορισμού της ακολουθίας των μονάδων που συνιστούν τα καταλυτικά στοιχεία του συστήματος. Με αυτόν τον τρόπο η παραγωγή του πληροφοριακού μηχανισμού παίζει κρίσιμο ρόλο στην αύξηση της πολυπλοκότητας των πρωταρχικών αυτόνομων συστημάτων προς πιο καινούργια συστήματα, οι πολύπλοκες ιδιότητες των οποίων θα αναπτυχθούν μέσω δράσεων των ενδογενών εγγραφών του συστήματος.

Δεδομένου ότι στην πορεία της εξέλιξης του συστήματος οι ακολουθίες που οδηγούν την παραγωγή των λειτουργικών του στοιχείων (τα οποία θα πραγματοποιηθούν σε κάθε ξεχωριστό σύστημα) γίνονται ολοένα και πιο συγκεκριμένες, σε συνδυασμό με το ότι η συγκεκριμένη τους μορφή παράγεται στην πορεία των διεργασιών που είναι ανεξάρτητες από τα εσωτερικά δυναμικά του συστήματος στο οποίο δρουν, θα μπορούσε κανείς με ασφάλεια να θεωρήσει ότι η κατασκευή των καινούργιων και αυξανόμενης πολυπλοκότητας συστημάτων μετατρέπεται σε μια πλήρως ανοικτο-κλεισμένη διεργασία. Συνεπώς, οι εξελικτική διεργασία στην οποία αρχίζουν να εμπλέκονται τα εν λόγω συστήματα προσδιορίζει ένα εξελικτικό πλαίσιο παραγωγής καινούργιων πληροφοριακών ακολουθιών, μέσα από τις οποίες η φυσική επιλογή θα διαλέξει ή θα διατηρήσει μόνο αυτές των οποίων η έκφραση ενισχύει την αυτονομία των συστημάτων στα οποία δρουν.

Αναλυτικότερα και στο συγκεκριμένο πλαίσιο της λειτουργίας του γενετικού κώδικα σε ένα ζωντανό σύστημα, βάσει όλων των παραπάνω θα πρέπει να είναι πλέον αποδεκτό ότι μια οργάνωση που εμφανίζει ένα γενετικό σύστημα πρέπει να παραχθεί από μια οργάνωση που ήδη εμφανίζει τα χαρακτηριστικά βασικής αυτονομίας. Έτσι, ο αναδυόμενος πληροφοριακός μηχανισμός δεν φανερώνει μόνο το χρονικό προβάδισμα ενός βασικώς αυτόνομου συστήματος, αλλά και τον αιτιώδη ρόλο του μέσα στο δυναμικό σύστημα.

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στις αμέσως προηγούμενες ενότητες, η εξήγηση αυτού του φαινομένου της εξέλιξης απαιτεί μια θεώρηση της ανάδυσης των συμβόλων στα αυτόνομα συστήματα που να είναι ικανή να γεφυρώσει την αναγκαία γνωστική τομή. Η αρχή της σημασιολογικής κλειστότητας του Pattee κινείται προς αυτή την κατεύθυνση έχοντας ως βασικό όχημα μια φυσική θεώρηση του συμβολικού ρόλου των γονιδίων σε ένα αυτόνομο σύστημα. Έτσι, ο Pattee θεωρεί ότι τα νουκλεϊκά οξέα μεταφέρουν πληροφορία με τη μορφή εγγραφών ή προτύπων που χρησιμοποιούνται από τις δυναμικές διεργασίες του κυττάρου για την κατασκευή πρωτεϊνών. Οι πρωτεΐνες θεωρούνται ως περιορισμοί, δηλαδή ως φυσικές συσκευές που κατευθύνουν ή δρουν καταλυτικά σε θερμοδυναμικές διεργασίες. Ως εκ τούτου, στο πλαίσιο του κυττάρου, η περιοριστική δράση των πρωτεϊνών επικεντρώνεται στην εξασφάλιση της σταθερότητας και της λειτουργικότητας του μεταβολικού δικτύου και επομένως, η ελάχιστη οργάνωση ενός ζωντανού κυττάρου χαρακτηρίζεται ως μια σημασιολογική κλειστότητα μεταξύ των πληροφοριακών (ή συμβολικών) και των δυναμικών του στοιχείων.

Ωστόσο, η εξέλιξη των πληροφοριακών στοιχείων του κυττάρου, και κατ' επέκταση των δυναμικών του δομών βασίζεται στις διαθέσεις και πιο συγκεκριμένα, στην ποικιλία της φυσικής επιλογής. Αυτή η άμεση εξάρτηση του μοντέλου ανάδυσης της πληροφορίας στα αυτόνομα συστήματα από τη φυσική επιλογή και η απολυτότητα της δυναμικής φύσης των μη-συμβολικών δομών του συστήματος, ενέχουν μερικά σημαντικά προβλήματα, τα οποία δυσκολεύουν την ικανοποιητική γεφύρωση της γνωστικής τομής.



Σχήμα 19. Η εξέλιξη των πληροφοριακών δομών του κυττάρου σε συνδυασμό με τις κατασκευαστικές και αλληλεπιδραστικές διεργασίες του συστήματος.

5.3.4.3 Η Ανεπάρκεια της Θεώρησης της Συμπληρωματικότητας Ύλης-Συμβόλου

Στις προηγούμενες ενότητες αναφέρθηκε εκτενώς η αναγκαιότητα της θεώρησης μιας γνωστικής τομής μεταξύ ενός αυτόνομου συστήματος και του περιβάλλοντός του και η προσπάθεια του Pattee να γεφυρώσει την τομή αυτή μέσω της θεώρησης της συμπληρωματικότητας μεταξύ ύλης και συμβόλων. Έτσι, ο Pattee προτείνει ότι η επικέντρωση των διάφορων επιστημονικών προσεγγίσεων μόνο στις δυναμικές πτυχές (αυτό-οργάνωση) ή στις συμβολικές πτυχές (κογνιτισμός) (δείτε §5.3.3.3), έχει ως αποτέλεσμα την παράλειψη της σημαντικότερης λειτουργίας των μετατροπών συμβόλου/ύλης και ύλης/συμβόλου που κάνουν δυνατή την εμφάνιση της ζωής και του νοήματος. Η θέση του Pattee ξεκινάει από την παρατήρησή του ότι αν και τα σύμβολα, λόγω της φορμαλιστικής τους φύσης, μπορούν να παραχθούν μέσα από μια

τυχαία και αυθαίρετη διεργασία και να χρησιμοποιηθούν βάσει συγκεκριμένων κανόνων, αποκτούν νόημα μόνο αν θεωρηθούν ως εκδηλωμένοι περιορισμοί μέσα σε κάποιο αυτόνομο σύστημα. Συνεπώς, συμπεραίνει ότι, τα ουσιαστικά γεγονότα που εμπλέκουν την παρουσία συμβόλων δεν είναι ούτε πλήρως φορμαλιστικής φύσης, ούτε πλήρως δυναμικά φαινόμενα, αλλά η όλη διεργασία διέπεται από μια συμπληρωματικότητα που συνδέει τις δύο περιοχές. Επιπροσθέτως, για τον Pattee, οι συμπληρωματικές διεργασίες –όπως η μέτρηση και ο έλεγχος – είναι φυσικές διεργασίες, οι οποίες όμως εντοπίζονται μόνο στα ζωντανά συστήματα (όπως άλλωστε και η αρχή της σημασιολογικής κλειστότητας).

Σε όλη την πορεία της θεώρησής του, ο Pattee υπογραμμίζει ότι δεν προτείνει έναν Καρτεσιανό δυισμό, παρά μόνο έναν περιγραφικό δυισμό, διότι αν και η διεργασία της μέτρησης εξαρτάται από επιλογές που δεν μπορούν να παραχθούν από νόμους, οι συγκεκριμένες επιλογές θεωρούνται από αυτόν ως λειτουργίες κωδικοποιημένες στο DNA του αυτόνομου συστήματος που σε τελική ανάλυση παράγονται μέσω της φυσικής επιλογής. Οι Hoffmeyer & Emmeche (1991) και Hoffmeyer (2002) σε άμεση συμφωνία με όσα αναλυτικά έχουν αναφερθεί στην §2.4.4 και §4.1.7.3 θεωρούν ότι οποιαδήποτε έκκληση στην φυσική επιλογή για τη γεφύρωση της γνωστικής τομής είναι εντελώς αβάσιμη και αναποτελεσματική. Η φυσική επιλογή δεν είναι παρά μια καθαρά μηχανική διεργασία, η οποία δεν δύναται, επί της αρχής, να περάσει μηχανικά δυναμικά συστήματα στην άλλη μεριά της λογικής τομής, εκεί που βρίσκεται η μέτρηση και η παραγωγή νοήματος. Η φυσική επιλογή μπορεί να θεωρηθεί είτε ως μια επιλογή (με την πραγματική έννοια του όρου), όπου η λειτουργία του επιλογέα (δηλαδή η μέτρηση) θα πρέπει να αποτελεί προϋπόθεση έτσι ώστε κάποιου είδους επιλογή να μπορεί να λάβει χώρα ή η φυσική επιλογή δεν είναι μια πραγματική επιλεκτική διεργασία. Στην τελευταία περίπτωση, η φυσική επιλογή από μόνη της δεν επαρκεί προκειμένου να εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο προκύπτουν οι διάφορες προτιμήσεις στο φυσικό κόσμο. Επομένως, φαίνεται ότι η φυσική επιλογή δεν μπορεί να αποτελέσει το σημείο, στο οποίο θα θεμελιωθεί η σημασιολογική κλειστότητα του αυτόνομου συστήματος προκειμένου να γεφυρωθεί η γνωστική του τομή.

Το άλλο πρόβλημα στην κατά τα άλλα πολύ χρήσιμη θεωρητική υπέρβαση του Pattee⁷⁵ είναι η ίδια η θεώρηση της συμπληρωματικότητας και ιδιαίτερα, η απολυτότητα της δυναμικής φύσης του ενός από τα δύο μέρη της. Όπως σημειώνουν οι Etxeberria & Moreno (2001) η συμπληρωματικότητα μεταξύ δυναμικών και συμβόλων μπορεί να εξηγηθεί σε δύο οπτικές:

- i. σε μια καθαρά επιστημολογική οπτική, βάσει της οποίας, η εν λόγω συμπληρωματικότητα θεωρείται ως η πραγματική απώλεια της λεπτομέρειας μιας λειτουργικής περιγραφής που επιλέγει να αγνοήσει τις λεπτομέρειες που αφορούν στα δυναμικά του συστήματος και
- ii. σε μία οντολογική οπτική κατά την οποία η συμπληρωματικότητα δυναμικών-συμβόλων είναι μια πραγματική σχέση που παράγεται από μια υλική συσκευή.

Αν και για τον Pattee οι δύο προαναφερθείσες ερμηνείες δεν είναι απαραίτητα αντιφατικές, και οι δύο ενέχουν σημαντικά προβλήματα. Συγκεκριμένα, αν κανείς δεχτεί την οντολογική εκδοχή τότε είναι αναγκασμένος να καταλογίσει τα αίτια της γνωστικής (λογικής) τομής σε έναν υπάρχοντα δυισμό μεταξύ ύλης και συμβόλων, εκδοχή την οποία ο Pattee έχει απορρίψει εντελώς, αλλά επίσης, δεν συνάδει καθόλου με την απαίτηση της νατουραλιστικής ανάδυσης του νοήματος στα αυτόνομα συστήματα (δείτε §4.1.1).

Στην περίπτωση της καθαρά επιστημολογικής ερμηνείας ο (Hoffmeyer, 2002) σημειώνει ότι, το πρόβλημα της συμπληρωματικότητας ανάγεται στην άποψη ότι το πρόβλημα κατά το οποίο οι διάφοροι παρατηρητές δεν μπορούν να περιγράψουν τις συμβολικές πτυχές του κόσμου στην ίδια

⁷⁵ Όπως η αυτοποίηση έπαιξε πρωταρχικό ρόλο στην θεώρηση της αυτονομίας (δείτε §5.1) έτσι και η θεωρητική προσέγγιση του Pattee αποτέλεσε έναυσμα για την πολύ χρήσιμη θεώρηση του δυισμού κώδικα ως μια αναγκαία κατάσταση για την αύξηση της πολυπλοκότητας των αυτόνομων συστημάτων, όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικά στην §5.3.4.4.

γλώσσα που χρησιμοποιούν για να περιγράψουν τα δυναμικά του οφείλεται στην ανεπάρκεια της γλώσσας ή της σκέψης. Για τον Hoffmeyer αυτό είναι ένα αδιέξοδο στο οποίο είναι κανείς αναγκασμένος να φτάσει όταν λαμβάνει υπόψη του την οντολογική ισχύ ενός φυσικού νόμου.

Όπως όμως αναφέρθηκε προηγουμένως (δείτε υποσημείωση 68) δεν υπάρχουν καθολικοί νόμοι παρά μόνο επεξηγηματικές αρχές οι οποίες ισχύουν μέσα σε καλά ορισμένα πλαίσια προϋποθέσεων και παραδοχών. Επομένως, είναι πολύ πιθανό ότι ο Pattee έχει μπλεχτεί στα γρανάζια της συμπληρωματικότητας μεταξύ ύλης και συμβόλου εφόσον από τη μία δέχεται την ύπαρξη συμβολικών δομών αλλά μόνο σε συνδυασμό με την αναπόφευκτη ύπαρξη των φυσικών νόμων. Έτσι εξηγείται η αρκετά μεγάλη αποδοχή της αρχής της σημασιολογικής κλειστότητας και ιδιαίτερα του ρόλου των συμβόλων στην διαμόρφωση της αυτονομίας των ζωντανών συστημάτων (Rocha, 2000; 2001) και γενικότερα ως μια αρκετά ριζοσπαστική επιστημολογική προσέγγιση στη μελέτη του φαινομένου της ζωής και της εξέλιξης (Umeretz, 2001), αλλά με σημαντικά προβλήματα ως προς την επάρκεια της σημασιολογικής κλειστότητας για τη γεφύρωση της γνωστικής τομής, την παρανόηση μερικών βασικών και πολύπλοκων ιδιοτήτων του γενετικού κώδικα σε σχέση με την έννοια της πληροφορίας και την ανάδυσή της στο κύτταρο (Etcheberria & Moreno, 2001, και Κεφ. 7) και την εφαρμογή υβριδικών αρχιτεκτονικών συνδυασμού δυναμικών και συμβόλων για την επίλυση του ΠΑΣ (δείτε §2.5.1, §2.5.1.1 και Κεφ. 8), χωρίς ωστόσο μεγάλη επιτυχία.

Το πρόβλημα της γεφύρωσης της γνωστικής τομής μέσα από τη συμπληρωματικότητα δυναμικών και συμβόλων είναι ότι, λαμβάνοντας υπόψη τα προβλήματα που φέρνει τόσο η επιστημολογική όσο και η οντολογική οπτική της τομής, η κατανόηση και η εξήγηση του τρόπου με τον οποίο εξελίχθηκε η ζωή και η αυτονομία γίνεται εξαιρετικά δύσκολη. Ακόμη και στις τελευταίες του ερευνητικές προσπάθειες ο Pattee (1997; 2001a; 2001b) προσπαθεί να εδραιώσει την εξέλιξη των συμβολικών δομών ελέγχου του αυτόνομου συστήματος στη φυσική των συμβόλων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην προτείνει τίποτα παραπάνω από ένα είδος *σκληρής κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού* που πραγματώνεται μέσα από τα γρανάζια της φυσικής επιλογής (δείτε §4.1.4 για σχετικά προβλήματα).

Συγκεκριμένα, ο Pattee θεωρεί ότι, όπως η γνωστική επιλογή ενός παρατηρητή είναι αναγκαία για την διεξαγωγή μιας μέτρησης, παρόμοια, η φυσική επιλογή είναι αναγκαία για την παραγωγή λειτουργίας ή νοήματος στο γενετικό DNA (Pattee, 1997). Αλλά, ακόμη και αν κανείς δεχτεί την θεώρηση της εδραίωσης των συμβολικών δομών περιορισμού των θερμοδυναμικών φαινομένων της ζωής και της αυτονομίας ως, τελικά, μια πολύπλοκη διεργασία διαφοροποίησής τους από τους γενικότερους περιορισμούς που διέπουν το σύμπαν (Christiansen, 2000), η ανάγκη για κατανόηση, εξήγηση και μοντελοποίηση της ανάδυσής αυτών των δομών παραμένει ανικανοποίητη. Με άλλα λόγια, η εξήγηση της ανάδυσής των συμβολικών περιορισμών θα πρέπει να ικανοποιεί, να επεξηγεί και να δικαιολογεί την εξάρτησή τους από τη λειτουργικότητα του αυτόνομου συστήματος. Σε διαφορετική περίπτωση η ανάδυση των συμβόλων θα θεωρηθεί ως επισυμβαίνουσα και ως επιφανιόμενη των χαμηλότερων επιπέδων (δείτε §4.1.4.4, §4.1.7.1 και §4.1.7.3).

Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστεί μια θεώρηση που είναι ισχυρά εμπνευσμένη από τη θεώρηση του Pattee, αλλά ανοίγει έναν εντελώς διαφορετικό δρόμο για την εξήγηση και την μοντελοποίηση της εξέλιξης των αυτόνομων συστημάτων.

5.3.4.4 Διαισμός Κώδικα και Σημειωτική Κλειστότητα

Όπως αναφέρθηκε στην §5.3.2.2 στα βασικώς αυτόνομα συστήματα παρατηρείται μια βαθειά εμπλοκή και συσχέτιση των αναδρομικών και αυτό-ενισχυόμενων διεργασιών αυτό-κατασκευής με τις αντίστοιχες αλληλεπιδραστικές διεργασίες αυτό-διατήρησης του συστήματος με το περιβάλλον. Η ύπαρξη ημι-διαπερατής μεμβράνης παίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση των θερμοδυναμικών συνθηκών για την διεκπεραίωση αυτών των διεργασιών αλλά και ενεργητικό ρόλο στην επιλεκτική διάκριση του συστήματος από το περιβάλλον του. Όπως αναφέρθηκε στο παράδειγμα με το βακτήριο (δείτε §5.3.1.3 και §5.3.3.2) το αυτόνομο σύστημα πράττει κατά βούληση ή πιο συγκεκριμένα, εμφανίζει ένα ενδιαφέρον (από τη μεριά του παρατηρητή) στη

διατήρηση της ροής των θερμοδυναμικών στοιχείων από και προς το περιβάλλον. Στα συστήματα που παρουσιάζουν ένα υψηλότερο και πιο ουσιαστικό βαθμό αυτονομίας, το ενδιαφέρον αυτό δεν σταματάει στο θερμοδυναμικό επίπεδο αλλά αυξάνεται, έτσι ώστε να διαμορφώνεται σε ένδειξη προθέσεων και ένσκόπων αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον που συνοδεύονται από τις αντίστοιχες γνωστικές διεργασίες. Όπως αναλυτικά εξηγήθηκε στις αμέσως προηγούμενες ενότητες, η συμπληρωματικότητα ύλης-συμβόλων, με ανώτερο οδηγό τη φυσική επιλογή, δεν μπορεί να δώσει μια πλήρως νατουραλιστική εξήγηση της ανάδυσης των συμβόλων στο αυτόνομο σύστημα και κατ' επέκταση της εξέλιξης της αυτονομίας του και των γνωστικών του ικανοτήτων.

Ωστόσο, βάσει της §5.3.4.2, η ύπαρξη σταθερών και σχετικά αδρανών συμβολικών δομών είναι απαραίτητη για την εξέλιξη του αυτόνομου συστήματος και ειδικότερα για την διεκπεραίωση της αυτό-παραγωγής και αυτό-περιγραφής του, όσο αυξάνεται η οργανωσιακή του πολυπλοκότητα. Επομένως, υπάρχει ανάγκη για μια θεώρηση που θα υποστηρίζει την ανάδυση των συμβόλων χωρίς να τα χρησιμοποιεί ως απλές οδηγίες για τα αδυσώπητα δυναμικά του συστήματος. Όπως ήδη αναφέρθηκε (δείτε υποσημείωση 63) η Juarrero (1998) θεωρεί τους περιορισμούς ως 'σχεσιακές ιδιότητες' που αποκτούν τα επί μέρους στοιχεία ενός συστήματος προκειμένου να μπορούν να ανήκουν σε ένα σύστημα υψηλότερου επιπέδου και επηρεασμένα από την (Gatlin, 1972) κάνει λόγο για *εξαρτημένων-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμών* και *ανεξάρτητων-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμών* (*context-free constraints, context-sensitive constraints*). Οι εξαρτημένοι-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμοί συνεπάγονται την αλληλεξάρτηση των επιμέρους στοιχείων του συστήματος και η Juarrero υποστηρίζει ότι αυτού του είδους οι περιορισμοί είναι υπό μια έννοια 'δημιουργικοί' από τη στιγμή που η λειτουργία τους δεν έχει ως μοναδικό σκοπό τον περιορισμό των πιθανοτήτων, αλλά αντιθέτως, τη δημιουργία ενός καινούργιου επιπέδου οργάνωσης με περισσότερους βαθμούς ελευθερίας. Συγκεκριμένα η Juarrero (1998) αναφέρει ότι:

«Η τοπική τάξη που φέρνουν ως αποτέλεσμα οι εξαρτημένοι-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμοί στο επίπεδο των επιμέρους στοιχείων αντισταθμίζεται (με το παραπάνω) από την αυξανόμενη ποικιλία του νοήματος που επιφέρεται από το καινούργιο επίπεδο της οργάνωσης το οποίο παρέχεται από τους συγκεκριμένους περιορισμούς.» (Juarrero, 1998, σελ. 239)

Επομένως, η Juarrero ισχυρίζεται ότι:

«Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα της εξέλιξης είναι συνάρτηση της δράσης των εξαρτημένων-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμών. Σε αυτή τη φάση, τα επιμέρους στοιχεία δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους αλλά συνιστούν την αυτό-οργάνωση ενός υψηλότερου επιπέδου. Ως εκ τούτου, οι εξαρτημένοι-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμοί είναι οι πράκτορες της από κάτω-προς-τα-πάνω σχέσης αιτίου-αιτιατού που δρα ανάμεσα στα επίπεδα της οργάνωσης. Η από-πάνω-προς-τα-κάτω δράση των πρακτόρων δημιουργεί νέους ρόλους για τα επιμέρους στοιχεία καθώς τα συσχετίζει μεταξύ τους.» (Juarrero, 1998, σελ. 239-240).

Έτσι, συνεχίζει προσπαθώντας να εφαρμόσει την παραπάνω ιδέα στο επίπεδο των αμινοξέων και των πρωτεϊνών. Συγκεκριμένα, υποστηρίζει ότι η δράση των εξαρτημένων-από-το-πλαίσιο περιορισμών στη γραμμική ακολουθία των αμινοξέων μπορεί να αυτό-οργανώσει τα αντίστοιχα στοιχεία σε ένα υψηλότερο επίπεδο (μία πρωτεΐνη), η οποία με τη σειρά της μπορεί να επιτύχει περισσότερες και διαφορετικές καταστάσεις (λειτουργίες ενζύμων). Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι εξαρτημένοι-από-το-πλαίσιο περιορισμοί είναι η πρωταρχική 'αίτια' που δρα στους συνδυασμούς των αμινοξέων και επιτρέπει την διαμόρφωση μιας μεγάλης ποικιλίας ενζυματικών λειτουργιών. Η θεώρηση της Juarrero είναι επί της αρχής πιο ολοκληρωμένη από αυτή του Pattee, κυρίως λόγω του είδους της ανάδυσης που συνεπάγεται, αλλά όμως δεν ξεφεύγει από το πρόβλημα της στήριξης του όλου μοντέλου στη δυναμική πλευρά του φαινομένου. Συγκεκριμένα, δεν επικαλείται τον γλωσσολογικό τρόπο λειτουργίας του Pattee όταν χρησιμοποιεί τη γενικότερη ιδέα των εξαρτημένων-από-το-πλαίσιο περιορισμών, αλλά όπως ο

Pattee, μεταφέρει το μοντέλο στον κόσμο των δυναμικών, δηλαδή στη σχέση μεταξύ των αμινοξέων και της ενζυματικής λειτουργίας.

Οι Hoffmeyer & Emmeche (1991) και Emmeche & Hoffmeyer (1991) ήταν οι πρώτοι που είδαν το πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζει όποιος επικαλείται την απολυτότητα των δυναμικών προκειμένου να θεμελιώσει τη λειτουργία των συμβολικών/γλωσσολογικών περιορισμών ενός αυτόνομου συστήματος. Ο Hoffmeyer (2000) θεωρεί ότι αυτό που περιγράφει η Jaeger δεν είναι αυτό που συνέβη όταν πραγματοποιήθηκε η πρώτη επέκταση του χώρου καταστάσεων των ενζύμων. Αν και μόνο υποθέσεις μπορούν να γίνουν σχετικά με αυτό που πραγματικά συνέβη εκείνη τη στιγμή, οι Hoffmeyer & Emmeche (1991) έχουν μια αρκετά διαφορετική προσέγγιση για την εξέλιξη των αυτόνομων συστημάτων, η οποία αν και οφείλει αρκετά στη θεωρητική ανάπτυξη του Pattee, διαφέρει ουσιαστικά από αυτήν. Συγκεκριμένα, οι Hoffmeyer & Emmeche και πολύ αργότερα ο (Lemke, 2000), υποστηρίζουν ότι πολύ πιο πριν από την επέκταση του χώρου καταστάσεων των ενζύμων, υπήρχαν εξαρτημένοι-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμοί υψηλότερου επιπέδου οι οποίοι οδήγησαν την συγκεκριμένη επέκταση. Βέβαια, το αρχικό ερώτημα είναι πώς και από πού βρέθηκαν οι εν λόγω περιορισμοί.

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §5.3.2.1 αλλά και επιβεβαιώθηκε όσον αφορά τα βιολογικά συστήματα στην §5.3.2.2, για τον Hoffmeyer η ζωή και κατ' επέκταση η αυτονομία κατασκευάζεται επάνω σε μια θεμελιώδη ασυμμετρία μεταξύ δύο εξαιρουμένων μερών, η οποία δημιουργείται μέσω της διαμόρφωσης μιας ημι-διαπερατής μεμβράνης γύρω από ένα αυτοκαταλυτικό/αυτό-οργανωμένο σύστημα. Το μέρος που δεν ανήκει στο σύστημα αλλά ανήκει στο άμεσο περιβάλλον του εμφανίζει εξ' ορισμού μεγαλύτερη ποικιλία και επομένως μπορεί να θεωρηθεί ως ένας εξαρτημένος-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμός υψηλότερου επιπέδου.

Τώρα το πρόβλημα μετατίθεται στον τρόπο με τον οποίο μπορεί να ασκηθεί ο εν λόγω περιορισμός. Στις προηγούμενες ενότητες αναφέρθηκε αναλυτικά ότι η δημιουργία ασυμμετρίας μέσω διαμόρφωσης συνωριακής μεμβράνης δίνει στον αυτόνομο σύστημα τη δυνατότητα να προβεί σε περαιτέρω διακρίσεις οι οποίες συντελούν στην αυτό-κατασκευή και αυτό-διατήρησή του. Επομένως, το αυτόνομο σύστημα προέβη σε κάποιου είδους αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του μέσω της συνωριακής του διεπαφής. Αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο ασκήθηκε στο σύστημα ο εξαρτημένος-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμός υψηλότερου επιπέδου. Σε αυτό τη σημείο της ανάλυσης το ερώτημα σχετίζεται με το είδος της αλληλεπίδρασης και τη φύση (δυναμική ή συμβολική ή κάτι άλλο) των διεργασιών που έλαβαν χώρα. Η απάντηση αυτών των ερωτημάτων απαιτεί τη θεώρηση της προέλευσης ενός αυτόνομου συστήματος.

Όπως αναφέρθηκε στην §5.3.2.1, κανείς δεν θα πρέπει να ξεχνάει ότι η αφετηρία της ζωής και της αυτονομίας είναι αδιαχώριστη από την αφετηρία του περιβάλλοντος. Αν και αδιαχώριστα (υπό την έννοια της συνύπαρξης) όμως, σύστημα και περιβάλλον παραμένουν ασύμμετρα διαχωρισμένα ως προς την οργανωσιακή τους ποικιλία. Γενικότερα, όπως παρουσιάστηκε στην §3.3 (αλλά και στην §5.3.3) ένα αυτόνομο σύστημα, που θεωρητικά ορίζεται στο γενικότερο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, θα πρέπει να μπορεί να δημιουργήσει τον εαυτό του, δηλαδή θα πρέπει να περιέχει τις απαραίτητες διακρίσεις προκειμένου να μπορεί να διαχωρίζεται από το περιβάλλον του και να αναγνωρίζεται από τον ίδιο του τον εαυτό ως σύστημα.

Επομένως, η ιδιότητα της *αυτό-αναφοράς* είναι το θεμέλιο επάνω στο οποίο εξελίσσεται η ζωή και κατ' επέκταση η αυτονομία ενός συστήματος. Η αυτό-αναφορά αποτελεί μια από τις πιο βασικές απαιτήσεις της εξέλιξης της αυτονομίας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η απαίτηση δεν αφορά στα μη ζωντανά συστήματα. Συνεπώς, οι Hoffmeyer & Emmeche (1991) υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει ανάγκη από τον υδρολογικό κύκλο να γνωρίζει τον εαυτό του. Έτσι, το νερό των ποταμών κυλάει προς τα κάτω λόγω της βαρύτητας και εξατμίζεται λόγω της θερμότητας του ήλιου, χωρίς να υπάρχει κανένα σημείο όπου το σύστημα βασίζεται στην αυτό-αναγνώρισή του. Το ίδιο ισχύει και για συστήματα όπως ο ανεμοστρόβιλος ή άλλα, απλά, αυτό-καταλυτικά συστήματα (δείτε §5.3.1.2), τα οποία αν και πρέπει να θεωρηθούν ως οντολογικά πραγματικές μονάδες (Salthe, 1998), εμφανίζουν μια λογική διαφορά από τα αυτόνομα συστήματα διότι δεν χρειάζεται να ερμηνεύσουν το περιβάλλον τους προκειμένου να διακρίνουν επιλεκτικά τα στοιχεία τα οποία θα αυξήσουν την αυτονομία τους. Συγκεκριμένα, δεν χρειάζεται

να διαμορφώσουν μια γνωστική τομή που να διαχωρίζει το σύνολό τους από το περιβάλλον. Επομένως, οι διαφορές, οι οποίες θα εμφανίζονταν στην περίπτωση που προέβαιναν σε διακρίσεις με το περιβάλλον τους, δεν θα μπορούσαν να γίνουν αντιληπτές (απώλεια νοήματος) λόγω της απουσίας του βασικού σκοπού της αναδρομικής αυτό-διατήρησης. Με άλλα λόγια, στην περίπτωση που τίποτα δεν έχει σημασία, η ύλη είναι το παν.

Γενικότερα, είναι αποδεκτό ότι η αυτό-αναφορά εξαρτάται από ένα είδος αυτό-περιγραφής. Το σύστημα οφείλει να έχει την ικανότητα να κατασκευάσει μια περιγραφή του εαυτού του (δείτε §5.3.4.1), η οποία θα πρέπει να παραμείνει σχετικά ανενεργή ή τουλάχιστον να προστατευθεί από τις κατασκευαστικές και αλληλεπιδραστικές διεργασίες του συστήματος (δείτε §5.3.4.2) διαφορετικά θα μεταβληθεί και θα πεθάνει μαζί με το σύστημα. Με άλλα λόγια, η λειτουργία της περιγραφής είναι η εξασφάλιση της βιολογικής ταυτότητας του συστήματος στο πέρασμα του χρόνου, δηλαδή, αποτελεί τη *μνήμη (memory)* του συστήματος.

Για τους Hoffmeyer & Emmeche (1991), σε συμφωνία με όσα αναλυτικά παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες ενότητες, σε όλα τα ζωντανά και αυτόνομα συστήματα η συγκεκριμένη περιγραφή γίνεται στον *ψηφιακό κώδικα (digital code)* του DNA (ή του RNA) και τελικά συνεισφέρεται στα αναπτυσσόμενα κύτταρα. Επιπροσθέτως, υποστηρίζουν ότι η ψηφιακή φύση του κώδικα μνήμης δεν είναι καθόλου τυχαία, διότι η *απομνημονευμένη περιγραφή δεν χρειάζεται να προσδιορίζει τις υλικές λεπτομέρειες του συστήματος αλλά μόνο τις δομικές του σχέσεις στο χώρο και τον χρόνο*. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ανάγκη της θεώρησης ενός ψηφιακού κώδικα είναι σε άμεση συμφωνία με τις θεωρήσεις των Pattee και Jaegero περί συμβολικών/γλωσσολογικών δομών στα αυτόνομα συστήματα. Η διαφορά έγκειται στο ρόλο που έχουν οι συγκεκριμένοι περιορισμοί και ειδικότερα, το DNA στην εξέλιξη του αυτόνομου συστήματος. Συγκεκριμένα, ο Hoffmeyer (2000; 2001) θεωρεί ότι το αποτέλεσμα της απόλυτης και γονιδιο-κεντρικής προκατάληψης της κλασσικής βιολογίας έχει οδηγήσει την αντίστοιχη επιστημονική κοινότητα σε μια υπερβολική προδιάθεση να μετριάσει (ουσιαστικότερα, να ανάγει) την πολύ ιδιαίτερη συνεισφορά του ψηφιακού κώδικα στα δυναμικά του εξελισσόμενου συστήματος (δείτε §7.1). Ωστόσο, η δημιουργία ενός ψηφιακού κώδικα ήταν το κλειδί για έναν καινούργιο κόσμο, τον κόσμο της συμβολικής αυτό-αναφοράς.

Παρόλα αυτά, το ερώτημα σχετικά με το είδος της αλληλεπίδρασης του συστήματος με το περιβάλλον έτσι ώστε να προβεί σε διακρίσεις που *συντελούν* στην αυτό-κατασκευή και αυτό-διατήρησή του, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο το σύστημα επιλεκτικά αλληλεπιδρά με τον εξαρτημένο-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμό υψηλότερου επιπέδου που βρίσκεται στο άλλο μέρος της γνωστικής τομής, δεν έχει ακόμη απαντηθεί. Με άλλα λόγια, αυτό που ζητείται είναι η βάση επάνω στην οποία διαμορφώνεται η αυτό-αναφορά του ψηφιακού κώδικα. Αν και όπως θα αναφερθεί στην αμέσως επόμενη ενότητα §5.3.4.5, η διαμόρφωση της βάσης προηγείται του ψηφιακού κώδικα, δηλαδή η δυνατότητα του συστήματος να προβεί σε διακρίσεις προηγείται της δυνατότητας του συστήματος να περιγράψει το αποτέλεσμα της διάκρισης, η συμπληρωματικότητά τους είναι τέτοια ώστε η περιγραφή της πρώτης γίνεται πιο κατανοητή εάν έχει προηγηθεί η περιγραφή της δεύτερης.

Αναλυτικότερα, προκειμένου το αυτόνομο σύστημα να συνεχίζει να υπάρχει, η απομνημονευμένη περιγραφή στον ψηφιακό κώδικα θα πρέπει να μεταφραστεί σε μια φυσική 'πραγματικότητα' του αυτόνομου συστήματος. Η πραγματοποίηση αυτής της μετάφρασης (μια διεργασία ανάπτυξης) απαιτεί την ύπαρξη ενός κυττάρου που να έχει την ικανότητα να *αποκωδικοποιήσει* τον DNA κώδικα και επίσης, να ακολουθήσει με κάποιον τρόπο τις οδηγίες του. Οι Hoffmeyer & Emmeche (1991) και αργότερα ο Hoffmeyer (1998b; 2000; 2001; 2002) θεωρούν, φανερά επηρεασμένοι από τον Polanyi (1958), ότι η αναγκαιότητα της συμμετοχής μιας κυτταρικής δομής συνεπάγεται την ύπαρξη μιας *υπονοούμενης γνώσης (tacit knowledge)* στο κύτταρο. Επιπροσθέτως, η ύπαρξη αυτής της υπονοούμενης γνώσης που κατά κάποιο τρόπο κρύβεται στην κυτταρική οργάνωση θα πρέπει να προϋποτίθεται στην DNA περιγραφή. Συνεπώς, η ψηφιακή αυτό-περιγραφή δεν αποτελεί σε καμία περίπτωση μια πλήρη περιγραφή του αυτόνομου συστήματος (εν αντιθέσει των ισχυρισμών του Pattee αλλά και της κλασσικής γονιδιο-κεντρικής προκατάληψης της επιστήμης— δείτε §5.3.4.1 και §5.3.4.2 και §7.2).

Το θέμα της υπονοούμενης γνώσης της κυτταρικής ή της γενικότερης οργανισμικής δραστηριότητας είναι αρκετά παραμελημένο. Ο κύριος λόγος του προβλήματος φαίνεται να είναι η πεποίθηση των υποστηριχτών των φορμαλιστικών και υπολογιστικών μοντέλων σχετικά με την αποδοχή της καθολικότητας των ψηφιακών μέσων (αριθμοί/ψηφία και ακολουθίες) ως τα οχήματα της συνολικής 'πραγματικότητας'. Ωστόσο, ακόμη και για τον απόλυτο κόσμο της βιοχημείας, η 'πραγματικότητα' αποτελείται από μοριακά σχήματα και η οποιαδήποτε 'επεξεργασία βιολογικής πληροφορίας' βασίζεται στις ικανότητες αναγνώρισης των μακρομορίων, όπως οι πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα (Küppers, 1990). Ειδικότερα, ο Conrad (1992) αλλά και αργότερα ο Andrade (2000), μεταξύ πολλών άλλων υποστηρίζουν ότι, οι ικανότητες αναγνώρισης προτύπων των ενζύμων δεν μπορούν να χαρακτηριστούν βάσει ενός καλά-ορισμένου συνόλου χρονικών σταθερών, αλλά απεναντίας, εξαρτώνται από τις λεπτομέρειες των φυσικών λειτουργιών των διεργασιών αναγνώρισης, συμπεριλαμβανομένης της κβαντικής φύσης των υπο-μοριακών διεργασιών. Βάσει των παραπάνω, οι Hoffmeyer & Emmeche (1991) θεωρούν ότι στο υπο-κυτταρικό επίπεδο, η οποιαδήποτε 'επεξεργασία πληροφορίας' είναι αναλογικής και όχι ψηφιακής φύσης, και επομένως, βασίζεται στους διάφορους σχηματισμούς (μορφοποιήσεις) και όχι σε μια ψηφιακή λογική.

Επιστρέφοντας στο σημείο ερμηνείας του ψηφιακού κώδικα από το κύτταρο, αυτό που παρατηρείται είναι ότι, η πραγματοποίηση, στη χωροχρονική διάσταση, των δομικών σχέσεων που προσδιορίζονται στον ψηφιακό κώδικα, ορίζει τα είδη των διαφορών του άμεσου περιβάλλοντος, τα οποία το σύστημα θα επιλέξει και με τα οποία θα αλληλεπιδράσει (διακρίσεις). Σύμφωνα με όσα έχουν προηγηθεί, αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως μια 'αναλογική φάση' κατά την οποία εκφράζεται το μήνυμα της μνήμης. Όσο και αν η αναλογική φύση της συγκεκριμένη φάσης της λειτουργίας του συστήματος δείχνει σχεδόν ίδια με τον δυναμικό τρόπο λειτουργίας του Pattee, υπάρχει μια ειδοποιός διαφορά. Ο δυναμικός τρόπος λειτουργίας του συστήματος δεν έχει μια φυσική αλλά, παρόμοια με τον ψηφιακό, έχει μια σημειωτική (δείτε §5.3.5.1 και §5.3.8.3, αλλά και Κεφ. 7) υπόσταση, η οποία όμως δεν βασίζεται σε *συμβολικές αυτό-αναφορές* αλλά σε *δεικτικές (indexical)* και *εικονικές (iconic)* *έτερο-αναφορές (other-references)* (δείτε §5.3.7.2). Ειδικότερα, η αντίδραση ενός ένζυμου μέσα σε ένα κύτταρο δεν είναι απλά μια χημική αντίδραση, διότι στις περισσότερες των περιπτώσεων αποτελεί ένα σύνδεσμο σε μια τοπολογικώς διακεταυμένη αλυσίδα (ή διαφορετικά, μια διαδοχή αντιδράσεων), μέσω του οποίου συνδέονται οι μεμονωμένες ενζυματικές αντιδράσεις με την υπόλοιπη άλλο-αναφορική δραστηριότητα της μεμβράνης του κυττάρου (Hoffmeyer, 2001)⁷⁶.

Συνολικά, οι Hoffmeyer & Emmeche (1991) προτείνουν ότι το κύριο χαρακτηριστικό των ζωντανών και αυτόνομων συστημάτων που επιτρέπει στο σύστημα να ικανοποιεί την ιδιότητα της αυτό-αναφοράς και επομένως, την ικανότητα να διακρίνει, δηλαδή να αλληλεπιδρά προκειμένου να επιλέξει και να αντιδράσει στις διαφορές που παρουσιάζονται στο περιβάλλον του (παρενοχλήσεις), είναι ο *δυσισμός κώδικα (code-duality)*. Ο *δυσισμός κώδικα* υποδεικνύει την ικανότητα του συστήματος να αναπαριστά τον εαυτό του σε δύο διαφορετικούς κώδικες, σε έναν ψηφιακό και σε έναν αναλογικό. Ειδικότερα, η διάκριση μεταξύ ενός *εξαρτημένου-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμού ψηφιακού (γλωσσολογικού) τύπου* και ενός *εξαρτημένου-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμού αναλογικού (δυναμικού) τύπου*, κρίνεται απολύτως αναγκαία για την γεφύρωση αλλά και για την προέλευση της γνωστικής τομής μεταξύ του αυτόνομου συστήματος και του περιβάλλοντός του (Hoffmeyer, 2000; 2005).

⁷⁶ Ο Pattee (1973; 1977) έχει υπόψη του την ύπαρξη μιας υπονοούμενης γνώσης στο κύτταρο όταν προτείνει ότι αν και οι έλεγχοι ανάπτυξης στα κύτταρα γίνονται μέσω απλών και συνηθισμένων μορίων (στα οποία δίνονται ονομασίες όπως ενεργοποιητής, ορμόνη, κτλ.) η αξία τους ως ελεγκτές δεν είναι μια ενδογενής χημική ιδιότητα, αλλά μια πολύπλοκη σχέση που εδραιώνεται από μια συλλογική και ιεραρχική οργάνωση που απαιτεί ολόκληρο τον οργανισμό. Παρόλα αυτά, δείχνει να μην λαμβάνει υπόψη τη σημειωτική φύση της συλλογικής και ιεραρχικής οργάνωσης, την οποία ταξινομεί στον κόσμο των δυναμικών, προφανώς επηρεασμένος από την επικρατούσα επιστημονική κατάσταση εκείνης της εποχής.

Η ζωτικής σημασίας διαμόρφωση συνωριακής μεμβράνης, η επιτακτικότητα της δημιουργίας της γνωστικής τομής και οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να γεφυρωθεί η τομή από ένα αυτόνομο σύστημα, επηρεάζουν άμεσα τη θεώρηση ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος.



Σχήμα 20. Διυσμός Κώδικα (από Hoffmeyer & Emmeche, 1991).

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §5.3.1.4 η βασική αυτονομία που εμφανίζει ένα αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα (αλλά και οποιοσδήποτε βαθμός αυτονομίας) απαιτεί την εδραίωση διαφόρων ειδών λειτουργικής (και επομένως, ασύμμετρης) σχέσης με το περιβάλλον. Οι συγκεκριμένες λειτουργικές σχέσεις που προσφέρουν στο αυτόνομο σύστημα την απαραίτητη συνοχή διατηρούνται αναδρομικά, τόσο μέσω της εσωτερικής κλειστότητας όσο μέσω της αλληλεπιδραστικής κλειστότητας των διεργασιών του (δείτε §5.1.5). Αυτή η ασύμμετρη αλληλεξάρτηση μεταξύ των κατασκευαστικών και αλληλεπιδραστικών πτυχών του αυτόνομου συστήματος πρέπει να υποστηρίζεται από την αναδύμενη λειτουργικότητα του συστήματος βάσει των διαφόρων δυναμικών προϋποθέσεων που εδραιώνουν, τόσο τις κατάλληλες συνθήκες δράσης στο εσωτερικό του συστήματος, όσο και τις κατάλληλες συνθήκες αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον του.

Η συγκεκριμένη θεώρηση έχει ένα χωρικό αλλά και ένα χρονικό στοιχείο. Το πρώτο αφορά στην αναγκαιότητα μιας έσω-έξω ασυμμετρίας, δηλαδή η αναφορική διεργασία απαιτεί την διάκριση μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος, μεταξύ 'εαυτού' και 'άλλου'. Το δεύτερο αφορά στον τρόπο που τα ζωντανά και αυτόνομα (σημειωτικά συστήματα) έχουν εφεύρει προκειμένου να διαρκούν στο χρόνο. Συνεπώς, η αδιάκοπη αλυσίδα των αντιδράσεων ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος στις επιλεγμένες διαφορές του περιβάλλοντος απαιτεί δύο (τουλάχιστον) κώδικες:

- i.* ένα κώδικα δράσης και συμπεριφοράς, οποίος πρέπει αναγκαστικά να είναι αναλογικός και
- ii.* έναν κώδικα μνήμης, ο οποίος από ότι φαίνεται, πρέπει να είναι ψηφιακός.

Η διαφοροποίηση των ρόλων σε ψηφιακή αυτό-αναφορά και σε αναλογική έτερο-αναφορά είναι βασική για όλα τα συστήματα σε αυτό το επίπεδο της αυτονομίας και οδηγεί στην *ανάπτυξη μηχανισμών ερμηνευτικής/σημειωτικής αλληλεπίδρασης* κατά μήκος της συνωριακής μεμβράνης του συστήματος. Αυτό είναι το τελικό κρίσιμο βήμα προκειμένου *το αυτόνομο σύστημα να διαμορφωθεί σε ένα αλληλεπιδραστικό γνωστικό πράκτορα (interactive cognitive agent)*. Πριν όμως την ανάλυση αυτής της φάσης στην §5.3.5, θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση της αλληλεξάρτησης μεταξύ ψηφιακού και αναλογικού κώδικα.

5.3.4.5 Αλληλεξάρτηση Αναλογικού και Ψηφιακού Κώδικα

5.3.4.5.1 Αναλογικό Έναντι Ψηφιακού

Η διάκριση μεταξύ αναλογικών και ψηφιακών κωδικών δεν είναι απλή υπόθεση, όπως για παράδειγμα αποδεικνύεται στην περίπτωση μελέτης των ιερογλυφικών. Ενώ ένα μεμονωμένο ιερογλυφικό σχήμα μπορεί να θεωρηθεί ως μια αναλογική αναπαράσταση, θεωρείται ως μια ψηφιακή αναπαράσταση όταν παρατηρείται μέσα στο πλαίσιο ενός γραπτού κειμένου. Παρόμοια, μια ζωγραφιά μπορεί να θεωρηθεί ως μια αναλογική αναπαράσταση μιας

εσωτερικής/υποκειμενικής ‘πραγματικότητας’ του ζωγράφου, αλλά ως μέρος μιας έκθεσης και στο πλαίσιο συνύπαρξης μαζί με άλλα εκθέματα, το μήνυμα αλλάζει και ο πίνακας μετατρέπεται σε ένα αυθαίρετο σημείο, αποκτώντας μια ψηφιακή μορφή.

Γενικότερα, η διάκριση μεταξύ αναλογικού και ψηφιακού εξαρτάται από το πλαίσιο δράσης. Ο Bateson (1972; 1979) υποστηρίζει ότι ένας μοναδικός πίνακας και μια έκθεση πινάκων είναι καταστάσεις διαφορετικού ‘λογικού τύπου’, έτσι ώστε θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι μόνο στο πλαίσιο του ανώτερου λογικού τύπου, αυτού της έκθεσης, η συγκεκριμένη κατάσταση γίνεται/θεωρείται ένας πίνακας ζωγραφικής. Με άλλα λόγια, αν δεν υπήρχαν εκθέσεις, οι διάφοροι πίνακες θα ήταν/θεωρούνταν κάτι αρκετά διαφορετικό. Η έκθεση, κατά κάποιο τρόπο, ψηφιοποιεί το έργο του καλλιτέχνη και παράλληλα, το διαφυλάσσει υπό τη μορφή ενός πίνακα ζωγραφικής. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, ο πίνακας αποδεσμεύεται, εφόσον μπορεί να συνδυαστεί σε διάφορες συλλογές, ιστορίες τέχνης, ή ακόμη και σε έπιπλα (Bateson, 1979).

Ωστόσο, αυτό το κέρδος της ελευθερίας έρχεται μαζί με το χάσιμο του νοήματος. Συγκεκριμένα, ο Wilden αναφέρει ότι:

«Το αναλογικό κωφορεί νόημα, ενώ η ψηφιακή περιοχή του συμβολισμού και της υποδήλωσης θεωρείται, σχετικά μιλώντας, ως άκαρπη και στείρα. Είναι σχεδόν αδύνατο να μεταφραστούν τα πλούσια σημαντικά περιεχόμενα του αναλογικού σε οποιαδήποτε ψηφιακή μορφή προκειμένου να επικοινωνηθούν σε κάποιον άλλο οργανισμό (Wilden 1980, σελ. 163)

Αλλά, από την άλλη πλευρά,

«...αυτό που το αναλογικό κερδίζει σε σημαντικό περιεχόμενο, το χάνει στο συντακτικό και αυτό που το ψηφιακό κερδίζει στο συντακτικό, το χάνει στο σημαντικό. Έτσι, λόγω του ότι το αναλογικό δεν κατέχει το συντακτικό που απαιτείται για να πει κάποιος ‘Όχι’ ή να πει κάτι που εμπεριέχει το ‘δεν’ ή το ‘μη’, μπορεί κανείς να αρνηθεί ή να απορρίψει στο αναλογικό, αλλά δεν μπορεί να αναιρέσει (Wilden 1980, σελ. 163).

5.3.4.5.2 Πλεονεκτήματα των Ψηφιακών Κωδικών

Οι ψηφιακοί κώδικες επιτρέπουν τη διαμόρφωση μηνυμάτων, ανέφικτων στην αναλογική μορφή, λόγω του ότι δεν υπάρχει ισχυρή σύνδεση και περιορισμός μεταξύ του ίδιου του κώδικα και του μηνύματος που μεταφέρει. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν οι Hoffmeyer & Emmeche (1991), στα γλωσσολογικά μηνύματα, οτιδήποτε μπορεί να συμβεί. Για παράδειγμα, ο Σωκράτης μπορεί να φάει μαζί με τον Fodor και οι σύζυγοι των ανδρών ενός υποβρυχίου μπορούν να γεννήσουν παιδιά με λέπια και βράγχια. Το ίδιο ισχύει και στα γονίδια, όπου συνεχώς δημιουργούνται απίθανες γενετικές οδηγίες μέσω διεργασιών γενετικού ανασυνδυασμού, καταλήγοντας σε πρόωρες αποβολές ή στη γέννηση απογόνων που δεν μπορούν να επιτύχουν το βασικό επίπεδο επιβίωσης. Γενικότερα, η απίστευτη συνδυαστική ικανότητα των ζωντανών συστημάτων στη δημιουργία ατέρμονων αλυσίδων καινοτομιών οφείλεται στην ελευθερία που προσφέρουν οι ψηφιακοί κώδικες.

Άλλο ένα πλεονέκτημα των ψηφιακών κωδικών είναι ότι θεωρούνται κώδικες μνήμης και ως εκ τούτου κρίνονται απαραίτητοι για την εξασφάλιση της απαραίτητης για την εξέλιξη ενός συστήματος προσωρινής ημι-σταθερότητας. Συγκεκριμένα, τίποτα δεν μπορεί να εξελιχτεί εάν δεν μνημονεύεται, διαφορετικά, κανείς κάνει λόγο για αντικατάσταση και όχι για εξέλιξη.

Επίσης, ένα άλλο πλεονέκτημα των ψηφιακών κωδικών είναι η δυνατότητα αφαιρετικότητας. Συγκεκριμένα, ο Bateson έδειξε ότι διάφορα μετα-μηνύματα μπορούν να επικοινωνηθούν ακόμη και σε αναλογική μορφή, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση όπου νεαροί πίθηκοι εμπλέκονται σε ένα υποτιθέμενο ‘παιχνίδι’, δηλαδή σε μια δραστηριότητα κατά την οποία ανταλλάσσουν σήματα παρόμοια με αυτά που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια ενός πολεμικού αγώνα. Ωστόσο, ο Bateson αναφέρει ότι, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα, αυτό το παιχνίδι να υποδεικνύει το μεγαλύτερο βαθμό στον οποίο μπορεί να κατευθυνθεί μια αναλογικά-

κωδικοποιημένη επικοινωνία όσο αφορά στην αφηρημένη και γενική κατηγορία του ‘δεν’ η/και του ‘μη’. Για την πραγματοποίηση πραγματικά χρήσιμων αφαιρέσεων και γενικεύσεων χρειάζονται ψηφιακοί κώδικες. Στην περίπτωση που τέτοιες αφηρημένες περιγραφές θα έπρεπε να διατυπώνονται μέσω αναλογικού κώδικα, τότε θα μπορούσαν να υπάρξουν μόνο πολύ απλά συστήματα, τα οποία θα ήταν πολύ δύσκολο να επιβιώσουν.

5.3.4.5.3 Αλληλεξάρτηση μεταξύ Αναλογικού και Ψηφιακού

Τα τρία προαναφερθέντα χαρακτηριστικά κάνουν τους ψηφιακούς κώδικες απολύτως απαραίτητα εργαλεία για την εξελικτική διεργασία, αλλά ταυτόχρονα εξηγούν την παθητική τους φύση. Γενικότερα, στην ευρύτερη επιστημονική κοινότητα, κανείς δεν πιστεύει στις μαγικές επικλήσεις και τα ξόρκια, διότι δεν υπάρχει (τουλάχιστον ακόμη) καμία απόδειξη ότι η απλή προφορά των λέξεων θα μπορούσε να προκαλέσει την πραγματοποίηση των επιθυμητών φυσικών γεγονότων. Παρόμοια, κανείς δεν θα πρέπει να πιστεύει ότι τα γονίδια, από μόνα τους, είναι ικανά να κάνουν ή να προκαλέσουν οτιδήποτε. Και στις δύο περιπτώσεις χρειάζεται να μεσολαβήσει ‘κάτι’ μεταξύ του μηνύματος και της ενεργής λέξης, ή με άλλα λόγια, και στις δύο περιπτώσεις απαιτούνται μεγάλες ποσότητες ‘υπονοούμενης γνώσης’ από το ίδιο το σύστημα προκειμένου το ψηφιακό μήνυμα να έχει οποιαδήποτε χρησιμότητα. Η πάντα-παρούσα διαθεσιμότητα αυτής της υπονοούμενης γνώσης θεωρούταν δεδομένη όταν το μήνυμα ταυτίστηκε με το DNA.

Σε αυτό το σημείο είναι πολύ σημαντικό να σημειωθεί η αλληλεξάρτηση μεταξύ αναλογικού και ψηφιακού κώδικα ως δύο εξίσου σημαντικές μορφές αναφορικής δραστηριότητας που εμφανίζονται σαν δίδυμα κατά την εξατομικευμένη διαμόρφωση της λογικής που ονομάζεται ζωή. Αναλυτικότερα, αν δεν υπήρχε η ψηφιακή κωδικοποίηση δεν θα υπήρχε σταθερή πρόσβαση στον πρόσκαιρο/χρονικό κόσμο, στο συνεχές του παρελθόντος και του μέλλοντος και επομένως, δεν θα μπορούσε να υπάρξει πραγματική δράση ή επικοινωνία. Από την άλλη μεριά, αν δεν υπήρχαν οι αναλογικοί κώδικες δεν θα μπορούσε να υπάρξει αλληλεπίδραση με τον κόσμο, ούτε έτερο-αναφορά, ούτε προτιμήσεις και προτεραιότητες. Όπως υποστηρίζουν οι Hoffmeyer & Emmeche (1991), ο ισχυρισμός ότι μόνο η ψηφιακή πτυχή είναι σημειωτική, ενώ η αναλογική παραμένει στη σφαίρα των κλασσικών δυναμικών, ισοδυναμεί με τον αποκλεισμό της μόνης δυνατότητας να ξεπεραστεί το πρόβλημα της γνωστικής/επιστημικής τομής.

Η αλληλεξάρτηση μεταξύ αναλογικών και ψηφιακών κωδικών είναι προφανής ακόμη και σε πιο μηχανιστικές προσεγγίσεις του προβλήματος. Συγκεκριμένα, οι Root-Bernstein & Dillon αναφέρουν ότι:

«Η θεωρία των θερμοδυναμικών μακριά από το σημείο ισορροπίας έχει επιτύχει στην αντιμετώπιση μέρους του προβλήματος της ζωής. Τα ζωντανά συστήματα πρέπει να συλλέξουν την ενέργεια σε αναπαραγόμενους ενεργειακούς κύκλους, αλλά επίσης, πρέπει να μετατρέψουν την καταλαμβανόμενη ενέργεια σε σταθερές και αναπαραγόμενες δομές που μπορούν να εκτελέσουν τόσο μηχανικές όσο και πληροφοριακές λειτουργίες. Επομένως, η δημιουργία συνδέσμων μεταξύ των θεωριών της θερμοδυναμικής και της βιολογίας είναι άκρως σημαντική. Η μοριακή συμπληρωματικότητα παρέχει ένα μηχανισμό που θα επιτρέψει τη δημιουργία αυτών των συνδέσμων.» (Root-Bernstein & Dillon, 1998, σελ. 448).

Αν και οι Root-Bernstein & Dillon δεν υιοθετούν μια σημειωτική ορολογία, οι Hoffmeyer & Emmeche (1991), Andrade (2000) και Hoffmeyer (2001; 2002) υποστηρίζουν ότι η θεώρηση της συμπληρωματικότητας και της σύζευξης προϋποθέτουν μια σημειωτική ρύθμιση των υπό μελέτη ζωντανών συστημάτων. Κατά αυτό τον τρόπο, οι μελέτη τους εδραιώνει μια αναγκαστική διερεύνηση της δημιουργικής δύναμης που ενυπάρχει στην υπονοούμενη ή αναλογικά-κωδικοποιημένη γνώση της ζωής. Σε αυτό το σημείο βρίσκεται και μια πιθανή λύση του δύσκολου προβλήματος της μέτρησης, τουλάχιστον όπως το διατυπώνει ο Pattee (δείτε §5.3.3.2).

Κλείνοντας, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι η αφετηρία της αναφορικότητας υποδεικνύει την γενικότερη έσω-έξω ασυμμετρία των μεμβρανών και την αυτό-οργανωμένη χημεία της

αλληλεπίδρασης κατά μήκος της μεμβράνης ενός ζωντανού συστήματος, βασισμένη στην αυξανόμενη δυνατότητα για δεικτική αναφορά μέσω μοριακής συμπληρωματικότητας. Η διαμόρφωση συμβολικής αναφοράς υπό τη μορφή αντιγραφόμενων μορίων προέκυψε από την ήδη εδραιωμένη δεικτική αναφορικότητα. Με άλλα λόγια, «οι ψηφιακοί κώδικες προέκυψαν από τους αναλογικούς και όχι το αντίθετο» (Hoffmeyer, 2001, σελ. 129).

5.3.5 Από τη Βασική Αυτονομία στις Γνωστικές Διεργασίες Μέσω της Ανάδυσης Αλληλεπιδραστικών Αναπαραστάσεων

5.3.5.1 Διαμόρφωση Γνωστικού Πράκτορα και ο Ρόλος της Αλληλεπίδρασης

Σε αυτό το σημείο το αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα είναι ‘οπλισμένο’ με δύο κώδικες που του επιτρέπουν να αντιδρά επιλεκτικά στις διαφορές του περιβάλλοντός του. Οι δύο κώδικες υποστηρίζονται από την αναδύμενη λειτουργικότητα του συστήματος, η οποία διατηρείται και εξελίσσεται αναδρομικά βάσει των διαφόρων δυναμικών προϋποθέσεων (δείτε §5.3.1.4) που εδραιώνουν τις κατάλληλες συνθήκες δράσης στο εσωτερικό του συστήματος, καθώς και τις κατάλληλες συνθήκες αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον του.⁷⁷ Όταν το αυτόνομο σύστημα δρα στο περιβάλλον του και η συγκεκριμένη δράση δεν αποτελεί μια απλή φυσική αλληλεπίδραση (απλή μεταφορά θερμοδυναμικών στοιχείων) αλλά αποτελεί μια λειτουργική δράση του συστήματος, έτσι ώστε να επιλέξει, προκειμένου να διαμορφώσει και να ελέγξει μια σημαντική για την αυτονομία του περιβαλλοντική συνθήκη, δηλαδή να προσαρμοστεί σε μια εμφανιζόμενη μεταβολή του περιβάλλοντος, τότε το αυτόνομο σύστημα θεωρείται ως *πράκτορας (agent)*.

Είναι προφανές ότι οι δράσεις ενός πράκτορα απαιτούν την διαμόρφωση μιας οπτικής, υπό την έννοια της *ικανότητάς του να κρίνει και αξιολογικά να διαφοροποιεί συγκεκριμένες περιβαλλοντικές καταστάσεις* που δύναται να επηρεάσουν την διατήρηση της αυτονομίας του, καθώς επίσης να συνδέει τον εντοπισμό των περιβαλλοντικών μεταβολών με τις κατάλληλες λειτουργικές αλληλεπιδράσεις που εξασφαλίζουν τη διατήρησή του. Οι απόψεις σχετικά με την φάση της εξέλιξης ενός γενικότερα αυτόνομου συστήματος κατά την οποία αναδύονται οι συγκεκριμένες ικανότητες διαφέρουν (δείτε για παράδειγμα Hoffmeyer, 1998b, Christensen & Hooker, 2002; Collier, 2003; Moreno & Etxeberria, 2005). Έτσι, για πολλούς ερευνητές η φάση του περάσματος από το επίπεδο βασικής αυτονομίας στο επίπεδο του πράκτορα εντοπίζεται στο επίπεδο της πρωταρχικής αυτό-οργάνωσης και της αυτό-κατάλυσης (Maturana & Varela, 1980; Kaufmann, 1993; Salthe, 1993; 1998), ενώ για άλλους εντοπίζεται στο επίπεδο της συμβολικής αυτό-περιγραφής του συστήματος (δηλαδή στο επίπεδο του γενετικού κώδικα, στον οποίο αποδίδεται όλη η ικανότητα επιλεκτικής διαφοροποίησης του περιβάλλοντος από το σύστημα (Pattee, 1982, 2001b; Moreno & Ruiz-Mirazo, 2000; 2002) (δείτε Κεφ. 7 για μια διαφορετική θεώρηση βάσει του συνολικότερου πλαισίου που προτείνεται στο τρέχον κεφάλαιο).

Όπως όμως αναφέρθηκε στην §5.1.6 η αυτονομία (και συγκεκριμένα η βασική αυτονομία), από μόνη της, δεν λύνει άμεσα το πρόβλημα της αφετηρίας και της φύσης της νόησης, η οποία εμφανίζεται σε καταστάσεις όπου το σύστημα διαμορφώνει (και ανάλογα με τον βαθμό αυτονομίας, αντιστοίχως κατευθύνει) την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον έτσι ώστε να επιτυγχάνονται οι συνθήκες κλειστότητας της αυτονομίας του. Συγκεκριμένα, στη φάση που το αυτόνομο σύστημα έχει εδραιώσει έναν κώδικα διπλής υπόστασης (code-duality), φαίνεται, από την οπτική ενός εξωτερικού παρατηρητή, ότι υπάρχει ένα εγγενές ενδιαφέρον διατήρησης της απαιτούμενης ροής των θερμοδυναμικών στοιχείων από και προς το περιβάλλον. Σε αυτή τη φάση, το αυτόνομο σύστημα έχει καταφέρει να γεφυρώσει την γνωστική τομή με το περιβάλλον

⁷⁷ Καθώς εξελίσσεται η λειτουργικότητα, εξελίσσονται και οι κώδικες, αλλά η όλη εξέλιξη είναι εξαρτημένη σε μεγάλο βαθμό από τις διάφορες δυναμικές προϋποθέσεις που θα συναντήσει (που θα υπάρξουν για) το αυτόνομο σύστημα. Δείτε επίσης §5.3.5.2 για μια ανάλυση που το περιεχόμενο των αναπαραστάσεων να εξαρτάται άμεσα από τις δυναμικές προϋποθέσεις του συστήματος.

και θεωρείται έτοιμο για να μπορέσει να εξελίξει την αυτονομία του και τις αντίστοιχες γνωστικές του ικανότητες.

Παρόλα αυτά, το σύστημα δεν αποκτά τη δυνατότητα να εκπληρώσει το υποκειμενικό του ενδιαφέρον (δηλαδή τον εκάστοτε σκοπό του) αν δεν μπορέσει να αναπτύξει ένα μηχανισμό για την εσωτερικά κατευθυνόμενη διαμόρφωση της δράσης του (δείτε §5.1.6 και §5.3.6). Ειδικότερα, κάθε ζωντανό σύστημα, από το πιο απλό βακτήριο μέχρι τον άνθρωπο, αναπτύσσει και εδραιώνει ένα σύστημα διακρίσεων και αξιών που χρησιμεύει αποκλειστικά στο ίδιο το σύστημα. Μέσα από το σύστημα διακρίσεων και αξιών ορίζεται με αξιολογικές και επιλεκτικές διαδικασίες το 'θετικό' και 'αρνητικό' για το συγκεκριμένο σύστημα. Έτσι, η αφετηρία των 'πρακτορειακών' ικανοτήτων ενός αυτόνομου συστήματος συνεπάγεται τη θεμελιώδη δημιουργία *ερμηνευτικών/αξιολογικών περιοχών δραστηριότητας*. Αντίστοιχα, η αλληλεπιδραστική δυναμική του αυτόνομου πράκτορα με το περιβάλλον του συνεπάγεται τη βασική διαφοροποίηση μεταξύ των *λειτουργικών αλληλεπιδράσεων (functional interactions)* που συνεισφέρουν στη διατήρηση του συστήματος και των *δυσλειτουργικών αλληλεπιδράσεων (dysfunctional interactions)* που αποτελούν εμπόδιο για αυτή.

Η ανάγκη ερμηνείας και αξιολόγησης, από το ίδιο το σύστημα, της καταλληλότητας των αλληλεπιδράσεων του μέσω της κανονιστικής αξιολόγησης των λειτουργιών του απαιτεί την ενδογενή παραγωγή νοήματος. Επομένως απαιτείται η δημιουργία νοηματικών δομών που να διαμορφώνουν τις λειτουργίες του συστήματος έτσι ώστε να διατηρείται και να ενισχύεται η αυτονομία του. Η απαίτηση της ύπαρξης νοηματικών δομών που να οδηγούν τη λειτουργικότητα του συστήματος με σκοπό την εξέλιξη της αυτονομίας του αξιώνει την ανάδυση των λειτουργικώς ενσωματωμένων αναπαραστάσεων στο αυτόνομο σύστημα (δείτε §4.3.3 και §5.3). Με αυτό τον τρόπο, η *ερμηνευτική οπτική του συστήματος* και οι αντίστοιχες περιοχές της *ερμηνευτικής και αξιολογικής δραστηριότητάς του*⁷⁸ συνίστανται ως συνάρτηση της εσωτερικής του κανονιστικότητας (δείτε §4.1.7). Συνεπώς, σε αυτή την περίπτωση, από την πλευρά του αυτόνομου συστήματος που έχει δημιουργήσει μια έσω-έξω διχοτόμηση (δείτε §5.3.2.1), το 'εξωτερικό' μέρος της διχοτόμησης δεν εμφανίζεται ως μια παράξενη φυσική περιοχή αλλά ως ένα σύνολο δυνατοτήτων και κινδύνων σχετικά με την αυτό-διατήρησή του. Με άλλα λόγια, το σύνορο που χωρίζει το σύστημα από το περιβάλλον διαμορφώνεται σε μια ενεργή διεπαφή που επιτρέπει την ερμηνευτική (και συνεπώς την επιλεκτική) σύνδεση του εσωτερικού με το εξωτερικό μέρος.

Σε αυτό το σημείο το σύστημα αρχίζει να αποκτά μια κατανόηση του περιβάλλοντός του, η οποία παίζει ουσιαστικό ρόλο για το ίδιο το σύστημα. Αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο η λογική του Möbius strip (δείτε §5.3.2.1) αναδύεται στην 'πραγματικότητα', όπου σχετικά μέρη του περιβάλλοντος εσωτερικεύονται ως 'εξωτερικά εσωτερικού' (Umwelt) και ταυτόχρονα, το εσωτερικό του συστήματος εξωτερικεύεται ως ένα 'εσωτερικό εξωτερικού' υπό την μορφή μιας ερμηνευτικής περιοχής. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι αν και το επίπεδο βασικής αυτονομίας είναι ανεπαρκές για την εμφάνιση μιας ανοικτο-κλεισμένης εξέλιξης, αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την επίτευξή της. Χωρίς τον εσωτερικό μηχανισμό για την παραγωγή των επιμέρους στοιχείων του συστήματος, ο οποίος λύνει τα βασικά θερμοδυναμικά προβλήματα που εμπλέκονται στη σύσταση κάθε μεταβολικού συστήματος, (δείτε §5.3.1) θα ήταν πρακτικά αδύνατη η επίτευξη του επιπέδου της μοριακής και οργανωσιακής πολυπλοκότητας που απαιτείται προκειμένου να ξεκινήσει η διεργασία εξέλιξης των ερμηνευτικών χαρακτηριστικών του. Με άλλα λόγια, η ερμηνευτική επάρκεια δεν μπορεί να αναδυθεί σε ικανοποιητικό βαθμό χωρίς την ικανότητα του συστήματος να προβεί σε διακρίσεις (κατασκευαστικό μέρος του συστήματος). Έτσι, η χωρική ασυμμετρία μεταξύ του 'εσωτερικά εξωτερικού' και του 'εξωτερικά εσωτερικού' συνδέεται με την χρονική ασυμμετρία που υπονοείται στον αυτό-αναφορικό μηχανισμό του συστήματος, δημιουργώντας έναν ερμηνευτικό βρόχο μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος.

⁷⁸ Αυτό ακριβώς είναι το Umwelt του (vonUexkull, 1982).

Συνεπώς, η ανάγκη της θεώρησης ενός περιγραφικού συστήματος και κατ' επέκταση του δυισμού κώδικα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την εμφάνιση των ερμηνευτικών χαρακτηριστικών του αυτόνομου συστήματος, δηλαδή της εξέλιξης του βασικά αυτόνομου συστήματος σε πράκτορα. Συγκεκριμένα, η αυτονομία ενός πράκτορα προϋποθέτει τη χρονική του σύνδεση με το περιβάλλον, διαφορετικά δεν θα μπορούσε να υπάρξει κανένα ενδιαφέρον του συστήματος προς το περιβάλλον του (καμία κατάσταση πραγμάτων του περιβάλλοντος δεν θα είχε σημασία/νόημα για τον πράκτορα).

Αυτή ακριβώς είναι η ουσία της απάντησης του vonFoerster σχετικά με την υποστήριξη μιας θεώρησης του παρατηρητή στο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, χωρίς το εν λόγω πλαίσιο να έχει καμία θεώρηση για το υποκείμενο (δείτε §5.3.2.1). Ειδικότερα, το επιστημολογικό 'salto mortale' στο οποίο πρέπει κανείς να προβεί, είναι για να ξεπεράσει το κενό της μη-ταύτισης που υπάρχει μεταξύ των αντανακλαστικών στοχασμών (του ανοικτού στόματος – δηλαδή των υποκειμενικών δράσεων) που λαμβάνουν χώρα στον χρόνο, και του ανοίγματος του στόματος (δηλαδή της πραγματοποίησης των ίδιων των δράσεων) που αποτελούν μέρος της υποκειμενικότητας του συστήματος. Με άλλα λόγια, κανένα αυτόνομο σύστημα δεν θα μπορέσει να συμπέσει (ταυτιστεί) με τον εαυτό του, και επομένως, προκειμένου μια κατάσταση πραγμάτων του περιβάλλοντος να αποκτήσει σημασία για το ίδιο το σύστημα θα πρέπει το τελευταίο να έχει μια ύπαρξη στο χρόνο. Ως εκ τούτου, η οποιαδήποτε 'εγγραφή' (π.χ. μια DNA-περιγραφή), χρησιμεύει ως μνήμη που δρα στο παρόν και συνδέει το παρελθόν με το μέλλον γύρω από αυτή, με βασική προϋπόθεση την ύπαρξη αλληλεπιδραστικών σχέσεων του συστήματος με το περιβάλλον. Σε αυτή την περίπτωση, όπως προαναφέρθηκε, η χρονική ασυμμετρία συνδέεται με την χωρική και επομένως, το αυτόνομο σύστημα ολοκληρώνεται σε πράκτορα.

Η ερμηνευτική σύνδεση του εσωτερικού με το εξωτερικό γίνεται με κεντρικό άξονα την ανάδυση του νόηματος εσωτερικά του συστήματος και επομένως παρατηρείται η εμφάνιση της ανάδυσης *σημειωτικών διεργασιών αλληλεπίδρασης* (δείτε §5.3.7.1) μεταξύ αυτόνομου συστήματος και περιβάλλοντος. Μέσα από την ερμηνευτική αλληλεπίδραση, το αυτόνομο σύστημα αρχίζει να αντιλαμβάνεται και να γνωρίζει το περιβάλλον του και επομένως, διαμορφώνεται σε έναν *αλληλεπιδραστικό γνωστικό πράκτορα*. Η αλληλεπίδραση (η οποία αποκτά καταστατική σημασία) μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος έχει πρωταρχική σημασία στην ανάπτυξη του γνωστικού πράκτορα, εφόσον η ανάδυση των λειτουργικά ενσωματωμένων αναπαραστάσεων που θα παρέχουν το νόημα που χρειάζεται για την ερμηνευτική σύνδεση του με το περιβάλλον του είναι κατασκευάσμα της ενσωματωμένης αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον. Η ανάδυση των λειτουργικά ενσωματωμένων αναπαραστάσεων κατά την αλληλεπίδραση ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος με το περιβάλλον του (δείτε §4.3.3) αναλύεται στην επόμενη ενότητα.

5.3.5.2 Η Ανάδυση Αλληλεπιδραστικών Αναπαραστάσεων

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα, η αλληλεπιδραστική διάσταση του γνωστικού πράκτορα (ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος με τα χαρακτηριστικά της §5.3.5.1) παρουσιάζει ιδιαίτερη σπουδαιότητα, διότι μέσα από αυτή, η αυτονομία του συνδέεται άμεσα με την ικανότητά του να ορίζει την περιοχή των αλληλεπιδράσεων (και κατ' επέκταση των δυναμικών προϋποθέσεων – δείτε §5.3.1.4) που θα εδραιώσει με το περιβάλλον προκειμένου να μπορέσει να αναπτύξει και να επιδείξει διάφορες γνωστικές ικανότητες. Η βάση για την ανάπτυξη των γνωστικών ικανοτήτων είναι η διαμόρφωση μιας ερμηνευτικής οπτικής, βάσει της οποίας το σύστημα θα αναπτύξει την ικανότητα να διαφοροποιεί τις περιβαλλοντικές καταστάσεις και να συνδέει τις εν λόγω διαφοροποιήσεις με τις κατάλληλες λειτουργικές διεργασίες που εξασφαλίζουν τη διατήρηση και ανάπτυξη της αυτονομίας του.

Το κύριο χαρακτηριστικό για την ανάπτυξη των γνωστικών ικανοτήτων είναι το νόημα του συστήματος που φέρεται από τις αναπαραστάσεις που αναδύονται κατά την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον. Όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα, οι πρωταρχικές

αναπαραστάσεις ενός αυτόνομου συστήματος εμφανίζονται στο επίπεδο ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος. Επομένως, σε αυτό το σημείο θα πρέπει να οριστούν τα εξής:

- a). οι αναπαραστάσεις ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος,
- b). ο τρόπος με τον οποίο αναδύονται κατά την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον και
- c). ο λόγος για τον οποίο ο λειτουργικός τους ρόλος σχετίζεται άμεσα με την κανονιστικότητα του συστήματος.

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §5.3.1.3 και §5.3.1.4 ένα αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα μπορεί να επιλέξει και να εναλλαχτεί μεταξύ διαφορετικών ειδών διεργασιών προκειμένου να διατηρήσει την ιδιότητα της αυτό-διατήρησης στην εμφάνιση διαφορετικών συνθηκών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το μοντέλο των αναδυόμενων αναπαραστάσεων που θα παρουσιαστεί βασίζεται κατά πολύ μεγάλο βαθμό στο γενικότερο *αλληλεπιδραστικό πλαίσιο* που έχει εισάγει ο Bickhard (1993; 2000b; 2001). Για να μπορέσει το σύστημα να επιλέξει την εναλλαγή των λειτουργιών στην οποία θα προβεί, θα πρέπει αρχικά να έχει ένα τρόπο για να διαφοροποιεί τα περιβάλλοντα για τα οποία θα επιλέγει τις αντίστοιχες λειτουργίες. Αν θεωρηθεί, ότι οι διάφορες λειτουργικές διεργασίες, τις οποίες το σύστημα θα εμπλέξει στην αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον, οφείλουν να συνεισφέρουν σε κατάλληλο βαθμό στην αυτό-διατήρησή του (μη-επιφαινομενική ανάδυση λειτουργικών διεργασιών), τότε οι αντίστοιχες *περιβαλλοντικές διαφοροποιήσεις* (*environmental differentiations*) θα πρέπει να αφορούν σε διαφορετικές συνθήκες (ή σύνολο συνθηκών), έτσι ώστε, για κάποιες από αυτές μια λειτουργική διεργασία είναι η πλέον κατάλληλη, ενώ για κάποιες άλλες μια άλλη *λειτουργική διεργασία* (*functional process – FP*) είναι καταλληλότερη. Πιο συγκεκριμένα, αν υποθεθεί ότι υπάρχουν δύο σχετικές λειτουργικές διεργασίες (*functional processes – FP₁* και *FP₂*) οι περιβαλλοντικές διαφοροποιήσεις θα αφορούν στα περιβάλλοντα για τα οποία η *FP₁* είναι κατάλληλη και σε αυτά για τα οποία η *FP₂* είναι κατάλληλη αντίστοιχα.

Ο γενικότερος τρόπος κατά τον οποίο μπορούν να πραγματοποιηθούν οι εν λόγω περιβαλλοντικές διαφοροποιήσεις είναι η αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον του με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η εμφάνιση δύο η περισσότερων εσωτερικών αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης. Αναλυτικότερα, η εσωτερική διαδρομή μιας αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον θα εξαρτάται μερικώς από το υποσύστημα/σύστημα που ελέγχει την αλληλεπίδραση και μερικώς από το περιβάλλον με το οποίο θα αλληλεπιδρά. Συνεπώς, κάποια περιβάλλοντα θα αποφέρουν στο εμπλεκόμενο υποσύστημα ένα αποτέλεσμα *A* (το σύστημα θα καταλήξει στην κατάσταση *A* μετά το πέρας της αλληλεπίδρασης), ενώ κάποια άλλα που θα αλληλεπιδράσουν με το ίδιο (υπο)σύστημα μπορεί να αποφέρουν το αποτέλεσμα *B*. Οι αντίστοιχες τελικές καταστάσεις των (υπό)συστημάτων, κατηγοριοποιούν εμμέσως τα αντίστοιχα περιβάλλοντα, είτε μαζί, αν προκάλεσαν την ίδια τελική κατάσταση είτε ξεχωριστά, αν η αλληλεπίδραση μαζί τους απέφερε διαφορετικές τελικές καταστάσεις. Αυτή είναι μια διαφοροποίηση μεταξύ των περιβαλλόντων τύπου *A* και των περιβαλλόντων τύπου *B*. Οι εν λόγω διαφοροποιήσεις αποτελούν το απαραίτητο σημείο επαφής με το περιβάλλον προκειμένου όπως αναλύεται παρακάτω να δοκιμαστεί η *προσδόκιμη* (*anticipative*) καταλληλότητα του περιεχομένου των αναπαραστάσεων του συστήματος για τα συγκεκριμένα περιβάλλοντα.

Αν τώρα υποθεθεί ότι τα περιβάλλοντα τύπου *A* τυγχάνει να είναι τέτοια ώστε οι αλληλεπιδράσεις *FP₁* είναι κατάλληλες, δηλαδή συνεισφέρουν στην αυτό-διατήρηση του συστήματος και τα περιβάλλοντα τύπου *B* είναι αντιστοίχως κατάλληλα για αλληλεπιδράσεις βάσει της *FP₂*, τότε το σύστημα παρουσιάζει μια ικανότητα διαφοροποίησης περιβαλλόντων, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατάλληλη εναλλαγή μεταξύ αυτό-διατηρούμενων διεργασιών. Με άλλα λόγια, εάν το σύστημα βρεθεί σε ένα περιβάλλον τύπου *A* τότε κρίνεται ως κατάλληλο να πράξει βάσει της *FP₁*. Για παράδειγμα, στο αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα ενός βακτηρίου (δείτε §5.3.1.3 και §5.3.8.2) η επιλογή της δράσης του γίνεται μέσω του εναύσματος (εξωτερική παρενόχληση) που δέχεται από το περιβάλλον του. Έτσι, στην περίπτωση που *διαφοροποιηθεί* η συνθήκη ‘αύξηση του σακχάρου’ (περιβάλλον τύπου *A*) το βακτήριο επιλέγει να κολυμπήσει (*FP₁*), ενώ αν διαφοροποιηθεί η συνθήκη ‘μείωση του

σακχάρου' (περιβάλλον τύπου B) επιλέγει να αναποδογυρίσει (FP_2). Είναι προφανές ότι σε συστήματα μεγαλύτερης πολυπλοκότητας θα υπάρχουν περισσότερες από μια διαθέσιμες διεργασίες αλληλεπίδρασης αναφορικά με μια συγκεκριμένη διαφοροποιημένη συνθήκη. Για παράδειγμα, ένα εξελιγμένο ζωντανό σύστημα μπορεί να περπατήσει προς αρκετές διαφορετικές κατευθύνσεις και επομένως, κάποιες διεργασίες αρκετά πιο πολύπλοκες από ένα απλό έναυσμα ενέχονται στην επιλογή των επόμενων αλληλεπιδράσεων σε τέτοιου είδους καταστάσεις.

Αν υποθεθεί ότι για ένα συγκεκριμένο τύπο διαφοροποιημένου περιβάλλοντος (έστω A) υπάρχουν παραπάνω από μία λειτουργικές διεργασίες από το υποσύστημα (S_1) το οποίο έκανε τη διαφοροποίηση ή ότι το υποσύστημα (S_1) μπορεί (πιθανά) να εναλλάξει τη δράση του συστήματος περνώντας τον έλεγχο σε ένα άλλο υποσύστημα (S_2) ή σε ένα διαφορετικό υποσύστημα, τότε η συγκεκριμένη διαφοροποίηση αποτελεί *ένδειξη (indication)* του S_2 ή των άλλων (σχετικών) υποσυστημάτων και διεργασιών, για το S_1 . Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μια ένδειξη δεν είναι ούτε αναγκαία σχετικά με αυτό που υποδεικνύει (μπορεί να υπάρχουν και άλλες ενδείξεις με την ίδια πιθανότητα), αλλά ούτε επαρκής σχετικά με αυτό που υποδεικνύει (το S_1 μπορεί να αναδείξει ένα άλλο αποτέλεσμα, ακόμη και αν το S_2 ή μια άλλη λειτουργική διεργασία έχει *ενδεικτικά εξουσιοδοτηθεί ή καταστεί δυνατή*. Με άλλα λόγια, μια ένδειξη είναι επαρκής όσον αφορά στην *δυνατότητα/πιθανότητα της εναλλαγής σε αυτό που υποδεικνύει*. Συνεπώς, η ένδειξη υποδεικνύει το εύρος των διαθέσιμων αλληλεπιδράσεων για ένα συγκεκριμένο τύπο περιβάλλοντος. Οι εν λόγω ενδείξεις της *αλληλεπιδραστικής δυναμικότητας (interactive potentiality)* αποτελούν κεντρικό στοιχείο του μοντέλου της αναπαράστασης που περιγράφεται στην παρούσα ενότητα και το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της ανάδυσης του νοήματος στα αυτόνομα συστήματα.

Στο συγκεκριμένο πλαίσιο της ανάλυσης, μια λιγότερο δυναμική αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον θα μπορούσε να μην ενέχει καμία έξοδο του συστήματος, παρά μόνο μια απλή επεξεργασία των εισόδων από το περιβάλλον, η οποία θα σταματούσε όταν θα έφτανε σε μια από τις καταστάσεις διαφοροποίησης (π.χ. A ή B). Στο γενικότερο πλαίσιο του κογνιτισμού αλλά και στο αιτιολογικά πλαίσια της γνωστικής διεργασίας (δείτε §2.2 και §2.4.5 αντιστοίχως) αυτές οι παθητικές διαφοροποιήσεις θεωρούνται ως αναπαραστάσεις, και συγκεκριμένα, ως αναπαραστάσεις που παρουσιάζονται ως αισθητηριακές κωδικοποιήσεις (δείτε §2.6.1). Για το αλληλεπιδραστικό μοντέλο αναπαράστασης οι παθητικές διαφοροποιήσεις αποτελούν σημαντικό συστατικό, αλλά σε καμία περίπτωση δεν αποτελούν αναπαράσταση και επιπλέον, δεν φέρουν απολύτως κανένα αναπαραστασιακό περιεχόμενο. Ειδικότερα, όπως αναλυτικά θα παρουσιαστεί στη συνέχεια, το προτεινόμενο μοντέλο του Bickhard επικεντρώνει στη διεργασία της εναλλαγής μεταξύ, ή στην ένδειξη της καταλληλότητας των εναλλακτικών αυτό-διατηρουμένων διεργασιών. Η ριζική διαφορά σε σχέση με τα κλασσικά μοντέλα του κογνιτισμού έγκειται στο ότι αυτά ορίζουν και κατασκευάζουν τις αναπαραστάσεις ως αναφερόμενες στο παρελθόν, και συγκεκριμένα, ως αναφερόμενες σε αυτό που υποτίθεται ότι διαφοροποιείται από την αντίστοιχη διαφοροποίηση, ενώ το αλληλεπιδραστικό μοντέλο κατασκευάζει τις αναπαραστάσεις ως αναφερόμενες στο μέλλον, και ειδικότερα, ως αναφερόμενες στην πιθανή χρησιμότητα που έχουν οι αντίστοιχες διαφοροποιήσεις για την αυτό-διατήρηση ή γενικότερα για την αυτονομία του συστήματος.

Η διαφοροποίηση ενός περιβάλλοντος τύπου A μπορεί να υποδεικνύει ότι ο FP_1 τύπος αλληλεπίδρασης και ίσως ο FP_2 και ο FP_3 τύπος αλληλεπίδρασης είναι κατάλληλος για το συγκεκριμένο περιβάλλον που έχει διαφοροποιηθεί. Ένα σημαντικό στοιχείο είναι ότι η συγκεκριμένη ένδειξη μπορεί να είναι λανθασμένη. Αυτό σημαίνει ότι το περιβάλλον μπορεί να μην ανταποκριθεί (να μην 'συνεργαστεί') και επομένως η FP_1 να αποτύχει. Συνεπώς, η συγκεκριμένη ένδειξη ήταν λανθασμένη. Αυτό που πρέπει όμως να σημειωθεί είναι ότι, σύμφωνα με τα παραπάνω, η ένδειξη έχει την μορφή της *έμμεσης απόφανσης (implicit predication)* αναφορικά με το συγκεκριμένο περιβάλλον. Πιο αναλυτικά, η συγκεκριμένη ένδειξη έχει τη λογική μορφή 'αυτό το περιβάλλον, δηλαδή ένα περιβάλλον τύπου A (και όλα τα περιβάλλοντα που θα αποφέρουν στο αντίστοιχο υποσύστημα του αυτόνομου συστήματος το αποτέλεσμα A) είναι ένα 'FP₁-περιβάλλον'. Ως εκ τούτου, μια τέτοιου είδους ένδειξη δημιουργεί μια *απόφαση* για το περιβάλλον, η οποία μπορεί να είναι αληθής ή ψευδής, δηλαδή, η ένδειξη

και κατ' επέκταση η απόφαση, συνιστά την ανάδυση ενός πρωταρχικού φορέα (ενός οχήματος) μιας τιμής αληθείας.

Στην §5.3.1.4 παρουσιάστηκε ένα μοντέλο ανάδυσης της λειτουργικότητας των αναδρομικά αυτό-διατηρούμενων συστημάτων που αξιώνει την ικανοποίηση ενός συνόλου δυναμικών διεργασιών προκειμένου να επιτευχθεί κανονιστική ανάδυση. Έτσι, κάποιες δυναμικές διεργασίες του συστήματος προϋποθέτουν άλλες διεργασίες ή συνθήκες, προκειμένου οι συγκεκριμένες διεργασίες να μπορέσουν να διεκπεραιωθούν με επιτυχία και συνεπώς να ικανοποιηθεί το σύνολο των κανονιστικών λειτουργιών ενός αυτόνομου συστήματος. Επομένως, η τιμή αληθείας της ένδειξης μιας αλληλεπιδραστικής δυναμικότητας έρχεται από την ανάγκη για κανονιστική ανάδυση των λειτουργιών του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, *μια ένδειξη και κατ' επέκταση η αντίστοιχη απόφαση, θα ισχύει, αν ισχύουν οι δυναμικές της προϋποθέσεις*. Ως εκ τούτου, οι συγκεκριμένες δυναμικές προϋποθέσεις συνιστούν το *περιεχόμενο/νόημα (content)* της αντίστοιχης ένδειξης. Αναλυτικότερα, σε γενικές γραμμές, θα μπορούσε κανείς να πει ότι το περιεχόμενο της ένδειξης είναι το 'αυτό είναι ένα FP_1 -περιβάλλον, δηλαδή ένα περιβάλλον κατάλληλο για αλληλεπιδράσεις τύπου FP_1 '. Ωστόσο, σε μια πιο αναλυτική προσέγγιση, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι θα υπάρχουν συγκεκριμένες ιδιότητες ή συνδυασμών ιδιοτήτων που θα υποστηρίζουν την επιτυχία της FP_1 , σε περίπτωση βέβαια που η FP_1 θα επιχειρηθεί σε συνδυασμό με την παρουσία ενός επαρκούς υποσυνόλου από το σύνολο των υποστηριζόμενων ιδιοτήτων (δηλαδή το σύνολο των δυναμικών της προϋποθέσεων). Αυτό σημαίνει ότι η ένδειξη ότι 'αυτό είναι ένα FP_1 -περιβάλλον' ορίζει εμμέσως την τάξη των περιβαλλόντων όπου η FP_1 θα είναι επιτυχής, ή ισοδύναμα, τις ιδιότητες που θα υποστηρίζουν την FP_1 προκειμένου να είναι επιτυχής. Οι ιδιότητες υποστήριξης της FP_1 (το σύνολο των δυναμικών προϋποθέσεων) που ορίζονται εμμέσως αποτελούν το περιεχόμενο που υποδεικνύει την πιθανή επιτυχία της FP_1 .⁷⁹ Συνεπώς, *μια αλληλεπιδραστική ένδειξη αποτελεί μια πρωταρχική μορφή αναπαράστασης με αναδύομενη τιμή αληθείας και περιεχόμενο που συνίσταται από τις δυναμικές προϋποθέσεις της ένδειξης* (Bickhard, 1993; 1998; 2000b; 2001; 2003).

Το μοντέλο της ανάδυσης των αναπαραστάσεων και του αντίστοιχου περιεχομένου τους που μόλις παρουσιάστηκε δεν απαιτεί την ύπαρξη ενός παρατηρητή για τον ορισμό του. Οι ενδείξεις που ορίζουν εμμέσως το περιεχόμενο των αλληλεπιδραστικά αναδύομενων αναπαραστάσεων ορίζονται σε σχέση με την τρέχουσα κατάσταση του συστήματος και επομένως, δεν είναι επιφανιόμενες (δείτε §4.1.7). Το περιεχόμενο είναι εμμέσως γνωστό στο σύστημα και εάν είναι λανθασμένο (δηλαδή η αντίστοιχη απόφαση είναι λανθασμένη) τότε το σύστημα είναι σε θέση να ανιχνεύσει το λάθος εσωτερικά εφόσον δεν θα μπορέσει να ικανοποιηθεί μέρος των δυναμικών προϋποθέσεων για την κανονιστική διεκπεραίωση των λειτουργιών του (δείτε §2.6.4 και §2.6.5). Γενικότερα, το μόνο που είναι άμεσα διαθέσιμο στο σύστημα τη στιγμή της αλληλεπίδρασης είναι η διαφοροποίηση στην οποία έχει προβεί, και αυτό είναι το μόνο που χρειάζεται για το αλληλεπιδραστικό μοντέλο της αναπαράστασης. Για παράδειγμα, ας υποθεθεί ότι το σύστημα έχει εξελίξει την πεποίθηση ή γενικότερα έχει μάθει ότι τα περιβάλλοντα που αποφέρουν τις τελικές καταστάσεις τύπου A είναι κατάλληλα για τις αλληλεπιδράσεις τύπου FP_1 , ενώ οι FP_2 είναι κατάλληλες για τα περιβάλλοντα τύπου B . Επίσης, ας υποθεθεί ότι οι αλληλεπιδράσεις τύπου FP_1 απαιτούν την ύπαρξη μιας μύγας σε μια συγκεκριμένη θέση προκειμένου να επιτύχουν, δηλαδή οι αλληλεπιδράσεις τύπου FP_1 δυναμικά προϋποθέτουν την ύπαρξη μιας μύγας σε μια συγκεκριμένη θέση. Επιπροσθέτως, υποτίθεται ότι μια συγκεκριμένη οπτική αλληλεπίδραση τυχάνει να καταλήξει στην κατάσταση A όταν πραγματικά υπάρχει μια μύγα στη συγκεκριμένη θέση. Αυτό που σημειώνεται είναι ότι στο συγκεκριμένο μοντέλο δεν υπάρχει καμία απαίτηση για πλήρη και άμεση αναπαράσταση της μύγας ή/και της θέσης της στο ίδιο το σύστημα. Ωστόσο, αυτό που έμμεσα και δυναμικά αναπαρίσταται στο σύστημα είναι, ότι το σύστημα βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη κατάσταση τινάγματος της γλώσσας και βρώσης

⁷⁹ Σε αυτή την περίπτωση το περιεχόμενο αναδύεται σε μια μορφή προσδόκιμων και αλληλεπιδραστικών δυναμικών προϋποθέσεων. Συνεπώς, η δυναμική προϋπόθεση μπορεί να πάρει δύο άμεσα σχετιζόμενες αλλά διαφορετικές μορφές, αυτή της λειτουργίας και αυτή της αναπαράστασης (δείτε §4.3.3).

(συγκεκριμένες λειτουργικές διεργασίες), υποθέτοντας ότι αυτές είναι οι ενδείξεις της αλληλεπιδραστικής δυναμικότητας που έχει αναπτύξει ή μάθει. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση που το σύστημα έχει αυτές τις δύο ενδείξεις, η μία θα συνδέεται λειτουργικά με την άλλη και θα αποτελούν αλληλεπιδραστικές δυναμικότητες του ίδιου τύπου περιβαλλόντων αλλά και πολλών άλλων τύπων. Αυτό, βάσει της ανάλυσης της §5.3.1.4 σημαίνει ότι η μία αποτελεί δυναμική προϋπόθεση της άλλης προκειμένου το σύστημα να διατηρήσει την αυτονομία του.⁸⁰

Επομένως, στο προτεινόμενο μοντέλο του Bickhard το περιεχόμενο των αναπαραστάσεων (νόημα) αναδύεται νατουραλιστικά στις κατάλληλες οργανώσεις του αυτόνομου συστήματος καθώς αυτό αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του. Συνεπώς, το συγκεκριμένο μοντέλο ανάδυσης του νοήματος υποστηρίζει το είδος των αναπαραστάσεων που προτάθηκε στην §4.3.3 καθώς επίσης, τις βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να τηρεί μια νατουραλιστική θεώρηση της αλληλεπιδραστικής κατασκευής του νοήματος στα αυτόνομα συστήματα (δείτε §5.3).

Το μοντέλο της ανάδυσης περιεχομένου που παρουσιάστηκε στην παρούσα ενότητα αφορά στην εξήγηση της ανάδυσης της στοιχειώδους αναπαραστασιακής δομής σε ένα αυτόνομο σύστημα. Παράλληλα, αποτελεί βάση για την θεωρητική περιγραφή και μοντελοποίηση της ανάδυσης αναπαραστάσεων υψηλότερου επιπέδου (Bickhard, 1998; 2001, δείτε επίσης §5.3.6 και §5.3.8). Στη συνέχεια δεν θα γίνει άμεση περιγραφή και αναφορά στα διαφορετικά επίπεδα της αναπαράστασης που μπορούν να αναδυθούν σε ένα γνωστικό πράκτορα. Ωστόσο, θα επιχειρηθεί μια έμμεση περιγραφή τους μέσα από μια αναλυτική περιγραφή της ανάδυσης μερικών χαρακτηριστικών γνωστικών ικανοτήτων ενός αυτόνομου συστήματος με κεντρικό σημείο αναφοράς τον βαθμό προσδοκίας του συστήματος. Επίσης, σημειώνεται ότι παρόλα τα πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου μοντέλου, παρουσιάζει και αυτό μερικά προβλήματα που επισημαίνονται στην §5.3.7.1 και τα οποία θα λυθούν με την εισαγωγή και τη θεώρηση των σημειωτικών διεργασιών ως αναγκαίο και ουσιαστικό συστατικό του γενικότερου πλαισίου εξέλιξης της αυτονομίας και ανάδυσης του νοήματος που παρουσιάζεται στο τρέχον κεφάλαιο (δείτε §5.3.8).

5.3.6 Δυναμικές Προσδοκίες και Ανάπτυξη Γνωστικών Ικανοτήτων

Στις δύο αμέσως προηγούμενες ενότητες παρουσιάστηκε η ικανότητα ενός αυτόνομου συστήματος, που βρίσκεται στο επίπεδο της αναδρομικής αυτό-διατήρησης, να κατασκευάζει στοιχειώδεις αναπαραστασιακές δομές με κανονιστικό περιεχόμενο μέσω της αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον. Το αυτόνομο σύστημα μπορεί πια να θεωρείται ως πράκτορας. Η ανάδυση των στοιχειωδών αναπαραστάσεων αποτελεί το θεμελιώδες βήμα προκειμένου να μπορέσει ο πράκτορας να συνεχίσει την ανάπτυξη της αυτονομίας του, η οποία από εδώ και στο εξής οδηγείται, κατά κύριο λόγο, από την ανάπτυξη γνωστικών ικανοτήτων.

Όπως αναφέρθηκε στην §5.1.6 τα γνωστικά χαρακτηριστικά ενός αυτόνομου συστήματος αναπτύσσονται παράλληλα με το επίπεδο ικανότητας προσδοκίας που εμφανίζει το σύστημα. Η ιδιότητα της προσδοκίας εμπλέκεται σε όλα τα επίπεδα προσαρμογής και προσαρμοστικότητας του αυτόνομου συστήματος. Συγκεκριμένα, η βασικότερη μορφή προσδοκίας αξιώνει την διαμόρφωση της εκτελουμένης επί του παρόντος δράσης του συστήματος, έτσι ώστε, μελλοντικά, να επιτευχθούν, μέσω του αποτελέσματος της δράσης του, οι συνθήκες κλειστότητας (διεργασιακής και αλληλεπιδραστικής) που θα συνεισφέρουν στην αυτονομία του (δείτε §7.3.2). Όπως σημειώθηκε στην §5.1.2 οι προσδοκίες ενός προβλεπτικού συστήματος είναι άμεσα συνδεδεμένες με το περιεχόμενο των αναπαραστάσεων του προκειμένου να μπορέσει να αλληλεπιδράσει επιτυχώς με το περιβάλλον του. Επομένως, ένα μοντέλο της

⁸⁰ Η συγκεκριμένη προσέγγιση είναι συμβατή με το πείραμα των Maturana & Varela (δείτε §4.3.1.1), αλλά η απολυτότητα της κλειστότητας της αυτοποιητικής τομής (δείτε §5.2.2) δεν τους άφησε να δουν την δυνατότητα ενός τέτοιου πλαισίου και την πιθανότητα θεώρησής του.

ανάδυσης προσδοκιών και των αντίστοιχων προβλεπτικών δομών σε ένα αυτόνομο σύστημα θα έχει ως βάση το μοντέλο της αναπαράστασης που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα.

Βάσει του μοντέλου της ανάδυσης γνωστικού περιεχομένου της §5.3.5.2, οι προσδοκίες ενός αυτόνομου συστήματος ταυτίζονται με το περιεχόμενο των αναπαραστάσεών του. Συγκεκριμένα, η ανάδυση της αναπαραστασιακής τιμής αληθείας του περιεχομένου της αναπαράστασης γίνεται μέσω των ενδείξεων της αλληλεπιδραστικής δυναμικότητας του συστήματος. Οι εν λόγω ενδείξεις αποτελούν τις προσδοκίες του συστήματος. Οι προσδοκίες μπορούν να είναι λανθασμένες, γεγονός που μπορεί να γίνει αντιληπτό από το ίδιο το σύστημα. Η συγκεκριμένη μοντελοποίηση των αναδύομενων προσδοκιών ενός αυτόνομου συστήματος συνεπάγεται τον μελλοντικό τους προσανατολισμό, ενώ τα κλασσικά μοντέλα της αναπαράστασης κατεύθυναν την προσδοκία προς το παρελθόν. Η βασική τους μέριμνα ήταν να ακολουθήσουν την μέχρι τώρα πορεία των αντιληπτήριων εισόδων του συστήματος, προσπαθώντας (μάταια βέβαια) να παρατηρήσουν την πηγή των αντιλήψεών τους (Chrisley, 2002). Αντιθέτως, η αλληλεπιδραστική θεώρηση της προσδοκίας προσμένει το αβέβαιο μέλλον και λόγω της έμμεσης ένδειξης των αλληλεπιδραστικών δυνατοτήτων υπάρχει μεγάλη πιθανότητα, για το ίδιο το σύστημα, να ανακαλύψει ότι προσδοκούσε λανθασμένα.

Η αλληλεπιδραστική φύση της αναπαράστασης και κατ' επέκταση της προσδοκίας συνεπάγεται την ανάδυσή τους μόνο σε συστήματα που υποδεικνύουν έναν ικανοποιητικό βαθμό ενσωμάτωσης (δείτε §4.2.3), υπό την έννοια ότι απαιτεί την *ερμηνευτική και αναφερόμενη-σε-συγκεκριμένο-πλαίσιο-δράσης φύση (interpretive and contextual nature)* των αναδύομενων οργανώσεων του συστήματος. Έτσι, όλες οι διαφοροποιήσεις και όλες οι αλληλεπιδραστικές δυναμικότητες αναδύονται από ένα συγκεκριμένο σύστημα που βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη θέση, την αντίστοιχη επίσης συγκεκριμένη χρονική στιγμή, και επιπροσθέτως, αφορούν στο ίδιο το σύστημα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ικανότητα ανάδυσης προσδοκιών οφείλεται στην αδυναμία του συστήματος να συμπέσει με τον εαυτό του και τη χρήση, από το ίδιο το σύστημα, του ποικίλου εργαλείου της αλληλεπίδρασης για τη χρονική του σύνδεση με το περιβάλλον. Χωρίς τη χρονική σύνδεση δεν θα ήταν δυνατή (θα ήταν πραγματικά αδιάφορη) η ανάδυση νοήματος στο σύστημα και επομένως, δεν θα μπορούσε να υποστηριχτεί η ανάδυση προσδοκιών. Αυτό υποδηλώνει και δικαιολογεί για ακόμη μια φορά την *χωροχρονικά κείμενη (situated)* φύση των αναπαραστάσεων, των περιεχομένων τους και γενικότερα της γνωστικής διεργασίας (δείτε §4.2.2.2.1 και §4.2.2.2.2).

Όπως αναφέρθηκε στην §5.1.6, η δυνατότητα προσαρμογής αλλά και προσαρμοστικότητας ενός αυτόνομου συστήματος βασίζεται στην ικανότητά του για *αλληλεπίδραση κατευθυνόμενη σε έμμεσο σκοπό μέσω άμεσων ή έμμεσων στόχων*, βασικό συστατικό της οποίας είναι η ικανότητα δυναμικής προσδοκίας/προσμονής των διεργασιών αλληλεπίδρασης και η ικανότητα κανονιστικής αξιολόγησης των αντίστοιχων αλληλεπιδράσεων. Ο απώτερος στόχος της τελευταίας είναι η επίτευξη των συνθηκών κλειστότητας για την αυτονομία του συστήματος (δείτε §5.1.5). Όσο το σύστημα συνεχίζει να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον και να εμπλέκεται επιτυχώς σε διαδικασίες προσαρμοστικότητας, θα καταφέρει να εμφανίσει ικανότητες *αυτό-κατεύθυνσης*. Η ικανότητα αυτό-κατεύθυνσης είναι άμεσα συνδεδεμένη με το βαθμό προσδοκίας του συστήματος. Καθώς το σύστημα εξελίσσεται αυξάνεται η προβλεπτική του ικανότητα καθώς και η ικανότητα αξιολόγησης των επικείμενων αλληλεπιδράσεών του. Οι προβλεπτικές δομές του γίνονται ολοένα πιο δυναμικές καθώς ανάλογα εξελίσσεται το περιεχόμενο των αναπαραστάσεών του. Κάτω από τις κατάλληλες (αλλά πολύπλοκες) συνθήκες ένα αυτόνομο σύστημα με σημαντικό βαθμό αυτό-κατεύθυνσης, έχει την ικανότητα να εμπλέκεται σε ένα είδος *κονστρουκτιβιστικών και αυτό-κατευθυνόμενων διεργασιών μάθησης βάσει των μελλοντικά-κατευθυνόμενων προσδοκιών του*.

Η ικανότητα δυναμικής προσμονής και κανονιστικής αξιολόγησης αποτελούν βασικά συστατικά της ανάπτυξης του γνωστικού χαρακτηριστικού της δυνατότητας αυτό-κατεύθυνσης ενός πράκτορα, καθώς και των αντίστοιχων διεργασιών μάθησης στις οποίες δύναται να εμπλακεί. Τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και τα βασικά τους συστατικά, τα οποία αποτελούν τον ποικίλο χαρακτήρα των γνωστικών διεργασιών και της ανάπτυξης ευφυΐας ενός αυτόνομου πράκτορα,

παρουσιάζονται στις επόμενες ενότητες, με κύρια έμφαση στο ρόλο των αναδυόμενων προσδοκιών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ανάλυση που ακολουθεί έχει ως σκοπό την παρουσίαση της εξέλιξης των γνωστικών ικανοτήτων ενός αυτόνομου συστήματος, έχοντας πάντα κατά νου ότι οι διάφορες προσδοκίες θεμελιώνονται στην ικανοποίηση της διεργασιακής και αλληλεπιδραστικής κλειστότητας.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η παρακάτω ανάλυση δεν είναι επ' ουδενί ολοκληρωμένη, αλλά έχει ως σκοπό να δείξει, τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να αναπτυχθούν γνωστικές ικανότητες υψηλότερου επιπέδου από το στοιχειώδες επίπεδο αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης που παρουσιάστηκε στην §5.3.5.2 και ο οποίος θα εμπλουτιστεί στην §5.3.8, όσον αφορά τη λειτουργικότητά του. Επίσης, μια μικρή παρουσίαση του τρόπου με τον οποίο οι αντίστοιχες γνωστικές ικανότητες αναδύονται μέσα από την ένσκηψη και εκ προθέσεως αλληλεπίδραση γνωστικών πρακτόρων γίνεται στο Κεφ. 6. Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει ως σκοπό την συσχέτιση αυτών των ικανοτήτων για την ανάλυση και εξήγηση της σχεδιαστικής διεργασίας και την ανάδυση δημιουργικότητας.

5.3.6.1 Δυναμικές Προσδοκίες και Κανονιστική Αξιολόγηση

Όλα τα ζωντανά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των βακτηρίων και των φυτών είναι ζωντανά, αλλά μερικά από αυτά εμφανίζουν μια αξιοπρόσεκτε ανάπτυξη των γνωστικών τους ικανοτήτων. Οι Christensen & Hooker (2000a) θεωρούν ότι αυτά τα συστήματα, με το πέρασμα του χρόνου, εξειδίκευσαν την οργάνωσή τους έτσι ώστε να ενισχύσουν την ικανότητά τους για προσδόκιμη διαμόρφωση της αλληλεπίδρασής τους με το περιβάλλον. Τα αντίστοιχα συστατικά αυτής της ικανότητας παρουσιάζονται σε ποικίλες άλλα στοιχειώδεις μορφές σε κάθε πράκτορα. Επομένως, η γνωστική ικανότητα που υπονοείται είναι αρκετά ποικίλη και πολύπλευρη και η πραγμάτωσή της μπορεί να έχει αρκετές λειτουργικές μορφές και οργανώσεις. Σκοπός της κάθε μιας από αυτές είναι η προσαρμογή του συστήματος (δείτε §5.1.6).

Όπως προαναφέρθηκε, η προσδόκιμη δράση του αυτόνομου πράκτορα είναι μελλοντικά-προσανατολισμένη και έχει ένα φυσικό χρονικό παράθυρο, το οποίο προσδιορίζεται από τις κλίμακες χρόνου των διεργασιών αλληλεπίδρασης και των συνθηκών κλειστότητας του συστήματος. Ως εκ τούτου, ακόμη και η πιο στοιχειώδης ένσκηψη δράσης ενός αυτόνομου συστήματος, στο επίπεδο της στοιχειώδους αναπαραστασιακής δομής (δηλαδή υπάρχει ένα εσωτερικό σήμα S που εκκινεί μια δράση x) θα εμπλέκει μια απλή δυναμική προσδοκία της μορφής: Η εκτέλεση της δράσης x αυτή τη στιγμή (ως απάντηση στην παρουσία του σήματος S) θα παράγει στο μέλλον τις συνθήκες κλειστότητας για το x (υποτίθεται μια συνθήκη/προϋπόθεση τύπου y του συστήματος, μέσα σε ένα παράθυρο χρόνου t_w). Για παράδειγμα, η παρουσία ενός σήματος πείνας (S), εκκινεί τη δράση του κυνηγιού (x). Η δράση αυτή είναι τέτοιου τύπου όπου το σύστημα προσδοκά τον κορεσμό από την τροφή μέσα στον χρόνο θήρευσης της τροφής ή/και διακοπής του κυνηγιού (t_w).

Μια απλή αλλά πολύ σημαντική μορφή δυναμικής προσμονής ενέχει την περιφερική αντίληψη και κινητικότητα. Όπως τονίζει ο Smithers (1995), η παρουσία διεργασιών περιφερικής αντίληψης (π.χ. όραση στα μετακινούμενα συστήματα) επιτρέπει σε αυτά τα συστήματα, κατά μια έννοια, να δουν μέσα στο μέλλον, εφόσον η συγκεκριμένη αντίληψη παρέχει δεδομένα αναφορικά με τις περιβαλλοντικές συνθήκες τις οποίες σύντομα το σύστημα θα συναντήσει και θα αλληλεπιδράσει. Με άλλα λόγια, η παρουσία περιφερικής όρασης εκτείνει το αλληλεπιδραστικό παρόν του πράκτορα. Υπό αυτή την οπτική, και μέσα από δράσεις διαμόρφωσης στις κινητικές διεργασίες του συστήματος, η περιφερική αντίληψη λειτουργεί ως μέσο προσδόκιμης προβολής στο μέλλον. Από την άλλη μεριά, οι διεργασίες μνήμης παρέχουν τα μέσα για την επέκταση του χρονικού παραθύρου αλληλεπίδρασης στο παρελθόν, επιτρέποντας στην ιστορία του συστήματος να έχει μια επιρροή στη διαμόρφωση της τρέχουσας κατάστασής του. Επίσης, η μνήμη μπορεί να διευκολύνει την δυναμική προσδοκία παράγοντας προσμονές που αφορούν σε συνηθισμένες σχέσεις της αλληλεπίδρασης του συστήματος με το περιβάλλον.

Πιο πολύπλοκες διεργασίες μνήμης μπορούν να υποστηρίξουν ακόμη πιο λεπτομερείς μορφές δυναμικής προσδοκίας. Μία τέτοια περίπτωση είναι αυτή της *δυναμικής μίμησης (dynamic emulations)*. Συγκεκριμένα, αρκετοί οργανισμοί που εμπλέκονται σε κινητικές δραστηριότητες, μαθαίνουν να προσομοιώνουν και να μιμούνται (εσωτερικά του συστήματος) διάφορες πτυχές των δυναμικών των κινητικών τους δράσεων, όπως το άπλωμα του χεριού και το πιάσιμο. Οι εν λόγω μιμητές χρησιμοποιούνται για να παρέχουν κατευθυντήρια σήματα κατάλληλα για το συγκεκριμένο πλαίσιο δράσης, έτσι ώστε ο πράκτορας να πληροφορείται πιο γρήγορα από ότι δύναται με τους διάφορους βρόχους ανάδρασης (δείτε π.χ. Grush 1997 και Svensson, Lindblom & Ziemke, forthcoming).

Ολοκληρώνοντας, η αύξηση της ικανότητας δυναμικής προσμονής ενισχύει και επεκτείνει το χρονικό παράθυρο δράσης της ένσκοπης (με κατευθυντικότητα) αλληλεπίδρασης του συστήματος. Παράλληλα, μειώνει την τοπική εξάρτηση από το πλαίσιο δράσης και βελτιώνει την ευαισθησία του συστήματος στο πλαίσιο δράσης, εφόσον επιτρέπει στο σύστημα να διαμορφώνει τις δράσεις του σε σχέση με μεγαλύτερες κλίμακες χρόνου και σε σχέση με πιο λεπτομερή δεδομένα αναφορικά με την ροή των διεργασιών αλληλεπίδρασης. Οι ικανότητες αυτές είναι πολύ σημαντικές για την ανάπτυξη διαφόρων μορφών αυτό-κατεύθυνσης.

Άλλο ένα σημαντικό στοιχείο της ανάπτυξης γνωστικών ικανοτήτων είναι η ικανότητα κανονιστικής αξιολόγησης της επίδοσης των διεργασιών αλληλεπίδρασης του συστήματος. Όπως αναφέρθηκε στην §4.1.7 η κανονιστική αξιολόγηση επιτρέπει στο σύστημα να αναγνωρίζει τις πηγές επιτυχημένων και λανθασμένων αλληλεπιδράσεων και να διαμορφώνει τις δράσεις του αναλόγως. Ειδικότερα, η δυνατότητα αξιολόγησης παίζει σημαντικό ρόλο στην κατασκευή των προσδοκιών και των σκοπών του συστήματος. Για την κανονιστική αξιολόγηση της απόδοσής του, ένα σύστημα πρέπει να έχει τρόπους μέτρησης του βαθμού επίτευξης της κλειστότητας των ένσκοπων διεργασιών του. Για αυτό το σκοπό, το σύστημα χρειάζεται σήματα διαμόρφωσης που δρουν ως πληρεξούσια της κλειστότητάς του (δείτε για π.χ. Collier, 2000; Bickhard & Terveen, 1995, Christensen & Hooker, 2000a). Συγκεκριμένα, οι διάφοροι ζωντανοί οργανισμοί έχουν στην κατοχή τους έναν πίνακα από ενθαρρυντικά ή/και αποτρεπτικά σήματα, τα οποία εξυπηρετούν την παραπάνω λειτουργία. Τα σήματα αυτά μπορεί να είναι άμεσα συνδεδεμένα με κάποια δράση (π.χ. ο κορεσμός από την τροφή είναι άμεσα συνδεδεμένος με την κατανάλωση τροφής), ή μπορεί να είναι λιγότερα συνδεδεμένα με μια συγκεκριμένη δράση (π.χ. η χαρά ή η ευτυχία, μπορούν να προκληθούν από πολλά και διαφορετικά είδη δραστηριότητας).

Συγκεκριμένα, οι Christensen & Hooker (2000a) αναφέρονται στα πρώτα ως *λειτουργικές νόρμες (AN)* και στα δεύτερα ως *ολοκληρωτικές νόρμες (ON)*. Για παράδειγμα, στον κύκλο διεργασιών του κυνηγιού και της βρώσης από ένα αιλουροειδές, μπορούν να οριστούν δύο βασικά σήματα τύπου *AN*, η πείνα και ο χορτασμός. Ειδικότερα, η πείνα αποτελεί μέτρο της απόκλισης της κλειστότητας του επιπέδου ζάχαρης στο αίμα, και διεγείρει την διεργασία κυνηγιού-βρώσης, ενώ ο χορτασμός μετράει την αποκατάσταση της κλειστότητας του επιπέδου και τερματίζει τη συγκεκριμένη διεργασία. Επομένως, τα οι *AN* παρέχουν κανονιστική αξιολόγηση της επιχειρησιακή επιτυχίας της αλληλεπίδρασης. Από την άλλη μεριά, οι *ON* σχετίζονται με διάφορες συνθήκες υγείας του συστήματος σε υψηλότερο επίπεδο. Ο συνδυασμός των δύο ειδών σημάτων διαμορφώνει ένα πίνακα, μέσα από τον οποίο το σύστημα κατευθύνει και αξιολογεί τις διεργασίες αλληλεπίδρασης, πάντοτε σε σχέση με τον βαθμό κλειστότητας που παρέχουν στις κατασκευαστικές διεργασίες αυτό-διατήρησής του.

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι όσο αφηρημένο και γενικό και αν φαίνεται το παραπάνω παράδειγμα, ένα αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα, έχοντας αναπτύξει το στοιχειώδες επίπεδο της αναπαράστασης, θεωρητικά, δεν χρειάζεται τίποτε άλλο προκειμένου να μπορέσει να εμπλακεί σε δυναμικά προσδόκιμες αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον του. Τα σήματα κανονιστικής αξιολόγησης επιτρέπουν στο σύστημα να εμπλακεί σε διεργασίες μάθησης. Για παράδειγμα, αν ένα αιλουροειδές πέσει και χτυπήσει στην προσπάθειά του να σκαρφαλώσει σε ένα δέντρο, στις μελλοντικές αντίστοιχες προσπάθειες θα προσδοκά το συγκεκριμένο λάθος και θα είναι πιο προσεκτικό όσον αφορά την εξασφάλιση του κατάλληλου πιασίματος και της ισορροπίας. Η διεργασία αυτή θα επιτρέψει την ανακάλυψη έμμεσων συνθηκών κλειστότητας

(πιάσιμο και ισορροπία) και την ενσωμάτωση των συγκεκριμένων συνθηκών στην προσδόκιμη διαμόρφωση της αλληλεπίδρασής του. Είναι προφανές ότι εκ των πραγμάτων, δεν είναι δυνατόν ένας πράκτορας να έχει τα πάντα προγραμματισμένα (Bickhard & Terveen, 1995; Bickhard, 2001). Αυτός είναι και ο λόγος που το αيلουροειδές, σε κάθε αλληλεπίδραση με το περιβάλλον προσπαθεί να επεξεργαστεί όλο και περισσότερο τον κανονιστικό πίνακα, τόσο μέσω της εισαγωγής καινούργιων *AN* (πιάσιμο, ισορροπία, κτλ.), όσο και με τη διαρκή ρύθμιση μεταξύ των *AN* κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής του με το δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον, μέχρι να ικανοποιηθούν οι στόχοι του. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο συγκεκριμένος πίνακας δεν αποτελεί μια αφηρημένη οντότητα, αλλά αναδύεται μέσα από τις δυναμικές διεργασίες προσδόκιμης διαμόρφωσης της αλληλεπίδρασης στους διάφορους οργανισμούς.

5.3.6.2 Δυνατότητα Αυτό-Κατεύθυνσης

Η προσδοκία και η κανονιστική αξιολόγηση θεωρούνται τα βασικά συστατικά της κατευθυνόμενης και ένσκοπης αλληλεπίδρασης. Η περαιτέρω ανάπτυξη της ευφυΐας ενέχει την επεξεργασία και βελτίωση αυτών των ικανοτήτων, με σκοπό την αύξηση της ικανότητας *αυτό-κατεύθυνσης* σε τελικό σκοπό. Η αυτό-κατεύθυνση θεωρείται ως η ικανότητα επίτευξης στόχων σε ένα πολύπλοκα μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Όπως θα αναφερθεί παρακάτω, ο βαθμός ένσκοπης κατευθυντικότητας ενός πράκτορα εκτείνεται από την απλή κατευθυνόμενη αλληλεπίδραση, μέχρι την ιδιαίτερα πολύπλοκη αυτό-κατεύθυνση.

Η επίτευξη ικανοποιητικής απόδοσης σε εξάρτηση με το πλαίσιο δράσης, όταν το εν λόγω πλαίσιο είναι δυναμικά μεταβαλλόμενο, οφείλεται στην ικανότητα του πράκτορα να προσδοκά ποιες ενέργειές του θα είναι επιτυχείς για το συγκεκριμένο πλαίσιο δράσης στο οποίο βρίσκεται και η προσαρμογή της λειτουργικότητάς του προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση. Έτσι, η αύξηση της αυτό-κατεύθυνσης ενέχει την βελτίωση της ποικιλίας του χρονικού παραθύρου αλληλεπίδρασης του συστήματος. Οι διάφορες πτυχές του παραθύρου αλληλεπίδρασης, συμπεριλαμβανομένων των διαφόρων τρόπων αλληλεπίδρασης (modalities), το εύρος του, η αξιολογική του δυνατότητα και η μάθηση, επηρεάζουν τους τρόπους που μπορεί να συμβεί η βελτίωσή του και κατ'επέκταση, η αυτό-κατευθυντικότητα του συστήματος.

Θα μπορούσε κανείς να πει, ότι η αποτελεσματικότητα του παραθύρου αλληλεπίδρασης ενός συστήματος εξαρτάται, από το κατά πόσο το σύστημα έχει στην κατοχή του το κατάλληλο σύνολο δεξιοτήτων αλληλεπίδρασης για την ικανοποίηση των λειτουργικών του απαιτήσεων στο περιβάλλον. Επιπλέον, το σύστημα χρειάζεται να είναι σε θέση να προσδοκά επαρκώς το πλαίσιο δράσης, προκειμένου να παράγει τις ενέργειες που θα καταλήξουν στα κατάλληλα, για το συγκεκριμένο πλαίσιο δράσης, αποτελέσματα. Για παράδειγμα, ένα αιλουροειδές χρειάζεται ένα σύνολο ικανοτήτων κυνηγιού, και επίσης, είναι υποχρεωμένο, προκειμένου να προσαρμοστεί στο διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον, να ρυθμίσει όσο το δυνατόν καλύτερα αυτές τις ικανότητες, έτσι ώστε να ταιριάζουν με το πλαίσιο δράσης. Συγκεκριμένα, το αιλουροειδές θα πρέπει να επιλέξει ένα θήραμα που να μπορεί να πιάσει, να επιλέξει πεδία κυνηγιού που θα του παρέχουν ασφάλεια, να χρησιμοποιήσει υπάρχουσες, τοπικές καταστάσεις για κάλυμμα, να επιλέξει τον χρόνο στον οποίο θα επιτεθεί, έτσι ώστε να μην ανιχνευτεί γρήγορα από το θήραμα, κτλ.

Οι (Christensen & Hooker, 2002) χρησιμοποιούν δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα για να δείξουν τη διαβάθμιση της ικανότητας αυτό-κατεύθυνσης σε ένα πράκτορα. Αρχικά αναφέρουν την περίπτωση ενός που προσπαθεί να πιάσει μια μπάλα καθώς αυτή κατευθύνεται προς ένα ορατό για τον πράκτορα σημείο. Υποστηρίζουν ότι προκειμένου να πετύχει τον στόχο του, ο πράκτορας χρησιμοποιεί την αντίληψή του αναφορικά με τη διαδρομή που διαγράφει η μπάλα και χρησιμοποιεί την προσδοκούμενη τροχιά σε συνδυασμό με εσωτερική μίμηση των πιθανών τροχιών, για να προβάλλει την τροχιά της μπάλας. Η δράση του πράκτορα ολοκληρώνεται με τη χρήση της προσμένουσας τροχιάς προκειμένου να οδηγήσει τις ενέργειες τρεξίματος, απλώματος χεριού και πιασίματος. Κατά τους Christensen & Hooker (2002), η συγκεκριμένη δράση κάνει τον πράκτορα ένα αυτό-κατευθυνόμενο σύστημα, λόγω του ότι χρησιμοποιεί την πληροφορία που δημιουργείται από την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον, προκειμένου να μεταβάλλει τη

συνέχεια της αλληλεπίδρασής του συναρτήσει του πλαισίου δράσης, έτσι ώστε να επιτύχει την κλειστότητα της συγκεκριμένης ενέργειας (δηλαδή να πιάσει τη μπάλα). Η αυτό-κατευθυντικότητα ενέχει μια κατασκευαστική πτυχή του συστήματος που χρησιμοποιεί πληροφορία από την αλληλεπίδρασή του για να διαμορφώσει τις περαιτέρω ενέργειές του (Bickhard, 1992; 2005, Clark 1997).

Η δεύτερη περίπτωση αυτό-κατεύθυνσης από τους Christensen & Hooker (2002) αναφέρεται στην προσπάθεια ενός αστυνομικού να εξιχνιάσει ένα φόνο. Συγκεκριμένα, ο αστυνομικός χρησιμοποιεί τις διάφορες ενδείξεις από το φόνο προκειμένου να σχηματίσει ένα προφίλ του υπόπτου. Στη συνέχεια, χρησιμοποιεί το προφίλ για να βελτιώσει την κατεύθυνση και τις μεθόδους της διερεύνησης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η διερεύνηση δεν είναι μια απλή ανίχνευση μιας χωρικής κατάστασης πραγμάτων, αλλά μια συνεχής αλληλενέργεια μεταξύ των ανακαλυπτόμενων ενδείξεων, της κατασκευής του προφίλ του υπόπτου και την επακόλουθη διαμόρφωση της στρατηγικής που θα ακολουθηθεί στην διερεύνηση του εγκλήματος (δηλαδή διαμόρφωση της μεθόδου δράσης του πράκτορα). Ο μεγάλος βαθμός αυτό-κατευθυντικότητας πηγάζει από το γεγονός ότι ο αστυνομικός πρέπει να βρει και να χρησιμοποιήσει αρχικές ενδείξεις για να κατασκευάσει το προφίλ του φόνου και του υπόπτου, προκειμένου να βρει και να επιλέξει τις μεθόδους δράσης που θα τον οδηγήσουν στον δολοφόνο. Με άλλα λόγια, τόσο ο παίχτης που προσπαθεί να πιάσει τη μπάλα, όσο και ο αστυνομικός, χρησιμοποιούν ολοένα και πιο αυξανόμενα μοντέλα προσδοκιών, δηλαδή μιμήσεις/προσομοιώσεις της διαδρομής της αλληλεπίδρασης, τα οποία εμπλουτίζουν τα χρονικά τους παράθυρα και επομένως, την ικανότητα προσμονής τους.

Γενικότερα, θα μπορούσε κανείς να πει ότι η αύξηση της αυτό-κατευθυντικότητας ενέχει την κατασκευή διεργασιών αλληλεπίδρασης που δημιουργούν ολοένα και πιο ισχυρά μοντέλα προσδοκιών, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνουν και ενσωματώνουν σε μεγαλύτερο βαθμό τις *AN* και *ON* του αυτόνομου συστήματος. Η αυτό-κατευθυντικότητα ενός πράκτορα εμφανίζει διαβαθμίσεις σε σχέση με το βάθος της ικανότητας προσδοκίας και κανονιστικής αξιολόγησης της κατευθυντικότητας και της ευκολίας με την οποία το σύστημα διαμορφώνει τις κατασκευαστικές και αλληλεπιδραστικές του διεργασίες. Όσο πιο ισχυρή είναι η αυτό-κατευθυντικότητα ενός πράκτορα, τόσο πιο κατάλληλα μπορεί να δράσει αναφορικά με το εκάστοτε πλαίσιο δράσης του. Είναι προφανές ότι βασικός αρωγός της αυτό-κατευθυντικότητας είναι η ικανότητα μάθησης.

5.3.6.3 Αυτό-Κατευθυνόμενη Μάθηση Μέσω Προσδοκιών

Η μάθηση αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα συστατικά της αυτό-κατευθυντικότητας, λόγω του ότι οι επιτυχημένες αλληλεπιδράσεις στα διαρκώς μεταβαλλόμενα πλαίσια δράσης απαιτούν περισσότερη πληροφορία από αυτή που μπορεί πρακτικά να κατέχει το σύστημα πριν έρθει αντιμέτωπο με το περιβάλλον του. Η μάθηση μπορεί να έχει διάφορες μορφές που εκτείνονται από απλές συνθήκες (υπό μορφή απλών ζευγών διεργασιών για πολύ συγκεκριμένες περιπτώσεις) μέχρι τις υψηλού επιπέδου κατασκευαστικών/κονστрукτιβιστικών μορφών μάθησης (όπως στο παράδειγμα του αστυνομικού). Στην περίπτωση του αστυνομικού, οι διεργασίες μάθησης διαμορφώνονται μέσω της κατασκευής και της μετατροπής της προσδοκίας και για αυτό ονομάζονται ως *αυτό-κατευθυνόμενες διεργασίες μάθησης μέσω προσδοκιών (AKMΠ)*.

Στις διεργασίες *AKMΠ* το σύστημα μαθαίνει για τη φύση του προβλήματος ενώ προσπαθεί να το επιλύσει. Για παράδειγμα, ένα αιλουροειδές δεν γεννιέται γνωρίζοντας να κυνηγάει θηράματα, αλλά αποκτά τις απαραίτητες ικανότητες μέσω πρακτικής. Παρόμοια, ο αστυνομικός δεν γνωρίζει αρχικά ποιος είναι ο δολοφόνος, ούτε τις ενδείξεις που πρόκειται να εμφανίσει η έρευνα. Η διάφορες μορφές της *AKMΠ* δραστηριοποιούνται μέσω ενός βρόχου ανάδρασης, στον οποίο η αλληλεπίδραση παράγει πληροφορία που βελτιώνει την προσδοκία του συστήματος και με αυτόν τον τρόπο, μετατρέπει τις διεργασίες αλληλεπίδρασης του συστήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κατασκευή ακόμη πιο κατάλληλης πληροφορίας στο σύστημα κτλ. Καθώς βελτιώνονται οι προσδοκίες του, το σύστημα γίνεται ολοένα και πιο ικανό στο να αναγνωρίζει

τις συνθήκες κάτω από τις οποίες οι δράσεις του έχουν θετικές ή αρνητικές εκβάσεις και βελτιώνει την ικανότητά του να εντοπίζει τις αντίστοιχες πηγές (σημεία αλληλεπίδρασης) του περιβάλλοντος. Με αυτό τον τρόπο, το σύστημα σταδιακά γνωρίζει τα χαρακτηριστικά της λύσης του προβλήματος, τη συγκεκριμένη μέθοδο για να επιτύχει την επίλυσή του και σε κάποιες περιπτώσεις, την κατάλληλη διατύπωση του ίδιου του στόχου.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η παραγωγή των μοντέλων προσδοκίας βελτιώνει την ικανότητα του συστήματος να αλληλεπιδρά με επιτυχία. Για παράδειγμα, ο παίχτης προσδοκά την μελλοντική θέση της μπάλας, και το αιλουροειδές, κατά έναν παρόμοιο αλλά πιο δυναμικό τρόπο, μαθαίνει να προσδοκά τις χαρακτηριστικές ικανότητες των θηραμάτων του (π.χ. η ικανότητά τους να αντιλαμβάνονται το αρπακτικό την ημέρα έναντι της νύχτας, την απόδοση του κυνηγίου σε δασώδη έναντι ξεκάθαρων πεδίων, τα δυναμικά χαρακτηριστικά του θηράματος, όπως η ταχύτητα και οι τρόποι διαφυγής, κτλ.). Στη συνέχεια, η μετατρέπόμενη μέσω των προσδοκιών διεργασία αλληλεπίδρασης αξιολογείται από τον πίνακα κανονιστικής αξιολόγησης (κατασκευασμένος βάσει των αποκτημένων AN και ON). Έτσι, αν το θήραμα ειδοποιηθεί εγκαίρως ή μετακινηθεί πολύ γρήγορα, τότε το αιλουροειδές θα πεινάσει, ή εάν το θήραμα είναι πολύ μεγάλο και επιθετικό, υπάρχει περίπτωση το αιλουροειδές να πληγωθεί. Το μοντέλο προσδοκιών βοηθάει τη διεργασία αξιολόγησης αντιστοιχίζοντας γεγονότα επιτυχίας ή/και αποτυχίας με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, και επομένως, συνεισφέρει στον εντοπισμό τους. Επομένως, το αποτέλεσμα της αξιολόγησης μέσω προσδοκιών τροποποιεί ακόμη περισσότερο τη διεργασία αλληλεπίδρασης που οδηγείται μέσω του μοντέλου προσδοκιών.

Όπως επισημαίνουν οι (Christensen & Hooker, 2000a; 2000b), το πρόβλημα σε αυτές τις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις είναι να μπορέσει το σύστημα να χρησιμοποιήσει το μοντέλο προσδοκιών του με τέτοιο τρόπο ώστε, να διατηρήσει ή ακόμη, να βελτιώσει τη συνοχή μεταξύ της συγκεκριμένης (εμπλεκόμενης εκείνη τη στιγμή) διεργασίας αλληλεπίδρασης και των AN και ON που την κατευθύνουν και την αξιολογούν. Με άλλα λόγια, το σύστημα οφείλει να μάθει να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον βάσει των προσδοκιών του, με τέτοιους τρόπους που θα έχουν ως αποτέλεσμα την πρόκληση επιτυχημένων AN και ON και όχι αποτυχημένων. Η διατήρηση ή/και βελτίωση της συνοχής της αλληλεπίδρασης/αξιολόγησης συνεισφέρει στην μεγαλύτερη εξασφάλιση της συμβατότητας των αλλαγών των διεργασιών κατεύθυνσης του συστήματος, τόσο με τους περιορισμούς κλειστότητας του ίδιου, όσο και με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος.

Οι διεργασίες τύπου $AKMP$ μπορούν επίσης να αυξήσουν την ικανότητα μάθησης του συστήματος, σε περιπτώσεις όπου το μοντέλο προσδοκιών μετατρέπει την διεργασία αλληλεπίδρασης με τέτοιο τρόπο που τελικά βελτιώνει το ίδιο το μοντέλο. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που ο προφίλ του υπόπτου που κατασκεύασε ο αστυνομικός είναι αρκετά ακριβές, μπορεί να προκαλέσει την αναγνώριση μέσω ενδείξεων από τον αστυνομικό, καταλήγοντας στην περαιτέρω βελτίωση του προφίλ. Γενικότερα, όσο πιο ποικίλη είναι η δομή προσδοκιών και κανονιστικών αξιολογήσεων του συστήματος, τόσο πιο κατευθυνόμενη προς συγκεκριμένους σκοπούς είναι η μάθησή του. Παράλληλα, αυξάνεται η πιθανότητα βελτίωσης της ικανότητας του συστήματος στη διαμόρφωση μοντέλων προσδοκίας μέσω της μάθησης. Όταν η επιτυχία της μάθησης παράγει αυξημένη ικανότητα μάθησης, το αποτέλεσμα είναι ένας αυτό-μετατρέπόμενος κύκλος αλληλεπίδρασης, στον οποίο η αρχική μάθηση βελτιώνει την ικανότητα του συστήματος να μαθαίνει. Η διεργασία αυτή οδηγεί σε μια προοδευτική αύξηση του προσδόκιμου βάθους του συστήματος.

Ολοκληρώνοντας, η διεργασία τύπου $AKMP$ αποτελούν το σημαντικό συστατικό στην επίλυση *ασθενώς ορισμένων προβλημάτων* (*ill-defined problems*), όπου, όπως θα εξηγηθεί αναλυτικότερα στο Κεφ. 6, ο ακριβής ορισμός του προβλήματος, τα κριτήρια της επίλυσής του και η μέθοδος που πρέπει να ακολουθηθεί κανείς προκειμένου να το επιλύσει, δεν είναι καθόλου γνωστά από την αρχή, αλλά προοδευτικά μεταβάλλονται παράλληλα με τη διερεύνηση του θέματος από τους εμπλεκόμενους πράκτορες.

5.3.7 Σημειωτικές Διεργασίες ως Όχημα των Αναδυόμενων Αναπαραστάσεων ενός Αυτόνομου Συστήματος

5.3.7.1 Η Ανάγκη Θεώρησης (Εισαγωγής) των Σημειωτικών Διεργασιών

Στην §5.3.5 αναφέρθηκε αναλυτικά η σπουδαιότητα της αλληλεπιδραστικής διάστασης ενός πράκτορα διότι μέσω αυτής εδραιώνει μια ερμηνευτική οπτική για το περιβάλλον. Μέσα από την *ερμηνευτική αλληλεπίδραση* το αυτόνομο σύστημα αναπτύσσει την ικανότητα να *διαφοροποιεί* τις περιβαλλοντικές καταστάσεις και να *συνδέει* τις εν λόγω *διαφοροποιήσεις* με τις *κατάλληλες λειτουργικές διεργασίες* που εξασφαλίζουν τη *διατήρηση και ανάπτυξη της αυτονομίας* του. Με αυτό τον τρόπο το αυτόνομο σύστημα αρχίζει να *αντιλαμβάνεται* και να *γνωρίζει* το περιβάλλον του και επομένως διαμορφώνεται σε έναν *αλληλεπιδραστικό γνωστικό πράκτορα*, ο οποίος έχει τη δυνατότητα, μέσω των *κατάλληλων προϋποθέσεων*, να αναπτύξει *πολύπλοκες γνωστικές ικανότητες* (δείτε §5.3.6) που συντελούν στην *διαρκή διαμόρφωση της ευφυΐας* του και στην *περαιτέρω ανάπτυξη του βαθμού της αυτονομίας* του.

Χωρίς την αλληλεπιδραστική διάσταση και την επακόλουθη αναδραστική σύνδεση (λόγω της ύπαρξης δυνισμού κώδικα – δείτε §5.3.4.4) με το περιβάλλον, το αυτόνομο σύστημα δεν μπορεί να ‘εκτιμήσει’ τις διαφοροποιήσεις του περιβάλλοντος. Επομένως, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ερμηνευτική σύνδεση του εσωτερικού με το εξωτερικό γίνεται με κεντρικό άξονα την ανάδυση του νοήματος – το οποίο δημιουργείται ως πληροφορία, δηλαδή ως ενδο-διαμόρφωση λειτουργικότητας στο εσωτερικό του συστήματος και εκδηλώνεται ως νόημα στην αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον – από το σύστημα και επομένως παρατηρείται η εμφάνιση της *ανάδυσης σημειωτικών διεργασιών αλληλεπίδρασης* (δείτε §5.3.8).

Σε αυτό το σημείο είναι ιδιαίτερος σημαντικό να τονιστεί ότι η *σημειωτική/ερμηνευτική διάσταση της αλληλεπίδρασης* ευθύνεται για την *ικανοποίηση της σύνδεσης των διαφοροποιήσεων με τις λειτουργικές διεργασίες του συστήματος*, έτσι ώστε να *εξασφαλίζεται η διατήρηση και ανάπτυξη της αυτονομίας* του. Μόνο με αυτόν τον τρόπο οι επιλεγόμενες από το σύστημα λειτουργικές διεργασίες μπορούν να θεωρηθούν ως ‘κατάλληλες’. Διαφορετικά, όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα στη συνέχεια, το αυτόνομο σύστημα θα μείνει στο επίπεδο της ‘πληροφόρησης’, δηλαδή στο επίπεδο όπου θα γίνεται η εσωτερική διαμόρφωσή του (ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον), ανεξάρτητα από τη ‘θέλησή’ του, το ‘ενδιαφέρον’ του και γενικότερα, την ερμηνευτική του επιλογή. Σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει ‘νόημα’ και επομένως, δεν υπάρχει ‘καταλληλότητα’ των διεργασιών και κατ’ επέκταση, δεν υπάρχει ‘δυνατότητα κανονιστικής αξιολόγησης’. Όλα αυτά εμφανίζονται μέσα από τη σημειωτική φύση και μάλιστα, λόγω της σημειωτικής φύσης των αλληλεπιδράσεων του συστήματος με το περιβάλλον.

Το ερώτημα που προκύπτει είναι η πηγή προέλευσης και υποστήριξης της πραγματοποίησης των σημειωτικών διεργασιών στο αυτόνομο σύστημα. Κανείς, δεν θα πρέπει να ξεχνά ότι μέχρι στιγμής, το υψηλότερο επίπεδο οργάνωσης που μπορεί να υποστηρίξει το προτεινόμενο πλαίσιο της εξέλιξης των αυτόνομων συστημάτων, είναι αυτό της ανάδυσης αναπαραστάσεων και του αντίστοιχου περιεχομένου στην αλληλεπίδραση ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος με το περιβάλλον. Το αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα θεωρείται ως ένα αυτό-διατηρούμενο σύστημα με δυνατότητα εναλλαγής μεταξύ των διεργασιών του στην περίπτωση περιβαλλοντικών μεταβολών (δείτε §5.3.1.3). Συνολικότερα, ένα αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα θεωρείται ως ένα αυτο-οργανωτικό σύστημα κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και επομένως, φέρει όλες τις σχετικές ιδιότητες και τα ανάλογα χαρακτηριστικά (δείτε §3.3). Ως εκ τούτου, και βάσει της ανάλυσης των §4.3.1.2 και §4.3.3, το αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα δεν κατασκευάζει αναπαραστάσεις, παρά μόνο κατατάξεις του περιβάλλοντός του, και αν κανείς θεωρήσει τις κατατάξεις ως αναπαραστάσεις κάποιας κατάστασης πραγμάτων του περιβάλλοντος, τότε, η εν λόγω αναπαράσταση αποκτά πληροφοριακή αξία μόνο μετά τη διαμεσολάβηση ενός παρατηρητή, ο οποίος θα ορίσει το αντίστοιχο πληροφοριακό κανάλι και τον σημασιολογικό κώδικα, με τον οποίο θα αποφανθεί για την πληροφόρηση του συστήματος (Arnellos & colleagues submitted). Ακολουθώντας, σε ένα τέτοιο σύστημα δεν υπάρχει νόημα, αλλά

μόνο εσωτερικές ‘πληροφοριακές’ δομές που δημιουργούν την αλλαγή του συστήματος, η οποία με τη σειρά της, περιγράφεται ως ‘πληροφόρηση’ από τον εξωτερικό παρατηρητή.

Επομένως, εδώ ακριβώς βρίσκεται το πρόβλημα. Το σύστημα που λειτουργεί μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης δεν έχει τη δυνατότητα να παράγει νόημα (και γενικότερα, να ερμηνεύει τις οποιοσδήποτε διαφορές – έχει όμως τη δυνατότητα να δημιουργεί, μάλλον προτιμότερα, να ‘παθαίνει/υποστεί’ διαφορές, δηλαδή έχει τη δυνατότητα να ‘ενδο-διαμορφώνεται’ και ως εκ τούτου, να ‘πληροφορείται’), ενώ, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η σημειωτική/ερμηνευτική διάσταση του συστήματος είναι αυτή που του δίνει τη δυνατότητα να προαχθεί σε έναν ικανό γνωστικό πράκτορα. Με άλλα λόγια, το πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης δεν επαρκεί για την εξήγηση και μοντελοποίηση της ανάδυσης του νοήματος στα αυτόνομα συστήματα.

Παίρνοντας τα πράγματα από την αρχή της επιστημολογικής θεώρησης όσον αφορά στην εξήγηση της εξέλιξης των φαινομένων και την εμφάνιση του νοήματος και της γνωστικής διεργασίας, η πρώτη προσπάθεια έρχεται από το πλαίσιο της κλασικής/μηχανιστικής φυσικής. Αν και το εν λόγω πλαίσιο μπορούσε να περιγράψει με μαθηματικό τρόπο συγκεκριμένες συνδέσεις, δυνάμεις και κανονικότητες στη φύση, καθώς επίσης να περιγράψει, με την βοήθεια του κβαντικού πλαισίου, την σταθερότητα της ύλης, η θεώρηση της εξέλιξης μέσα από αυτή την μηχανιστική οπτική με κύριο χαρακτηριστικό τους αυστηρούς και καθολικούς νόμους και τον μετακλητό χρόνο, δείχνει πραγματικά πολύ δύσκολο έως ακατόρθωτο (Prigogine & Stengers 1984). Στο πρόβλημα που συνάντησε το μηχανιστικό πλαίσιο ήρθε να δώσει μερική λύση το γενικότερο θερμοδυναμικό πλαίσιο, το οποίο χαρακτηρίζεται από αυτό-οργανωμένες διασκορπίζουσες δομές, πολυπλοκότητα και αμετάκλητο χρόνο. Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στο τρέχον κεφάλαιο, το θερμοδυναμικό πλαίσιο έδωσε γερές βάσεις για την κατανόηση και περιγραφή της δημιουργίας ενός αυτόνομου συστήματος αλλά από μόνο του δεν αρκεί για να εξηγήσει την εξαιρετικά πολύπλοκη φύση της πληροφορίας, του νοήματος και της νόησης (Brier, 1992).

Με την εισαγωγή του πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, σε συνδυασμό με την θεωρία της αυτοποίησης, η έννοια της κλειστότητας στο βιολογικό, ψυχικό, αλλά και επικοινωνιακό επίπεδο (Luhmann, 1990; 1995), έτσι όπως εκφράζεται μέσα από τα πλαίσια της αυτοποίησης, της αυτό-οργάνωσης, της αυτό-διατήρησης και της αυτό-παραγωγής/κατασκευής (δείτε §3.2, §3.3 και §5.3.1 αντιστοίχως), ξεκαθαρίζει την ιδιαίτερη ικανότητα αυτό-διατήρησης του συστήματος, αλλά και τη νόηση ως μια ατομική ιδιότητα. Παρόλα αυτά, το γενικότερο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης δείχνει μια αρκετά ιδεαλιστική (και μερικές φορές, αναλόγως τον τρόπο με τον οποίο διατυπώνεται, σολιψιστική τάση – δείτε για παράδειγμα §4.3.1.2). Όπως εξηγήθηκε προηγουμένως, δεν παρέχει καμία εξήγηση για την ανάδυση του νοήματος στα αυτόνομα συστήματα, αλλά ούτε καμία εξήγηση σχετικά με τη γλωσσολογική διάσταση των ενσωματωμένων συστημάτων (δείτε §5.3.4.4). Παρέχει όμως δυνατότητες ενσωμάτωσης, οι οποίες είναι απαραίτητες για την ικανοποίηση της χωροχρονικά κείμενης φύσης των σημειωτικών διεργασιών.

Τα παραπάνω προβλήματα, όσον αφορά στους περιορισμούς του γενικότερου πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, έχουν επισημανθεί, και το κοινό σημείο των προτεινόμενων λύσεων είναι το άνοιγμα του αυτόνομου συστήματος μέσω ενεργών αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον. Έτσι, το άνοιγμα του συστήματος προς το περιβάλλον (δείτε §5.1.5, §5.3.4.4 και §5.3.5) κρίνεται αναγκαίο για την ανάδυση του νοήματος και εν συνεχεία τη χρήση του από το σύστημα για την ανάπτυξη των γνωστικών ικανοτήτων του. Άλλα όπως αναφέρθηκε στην αρχή της παρούσας ενότητας, το πλαίσιο που προτείνεται βρίσκεται στο επίπεδο της ανάδυσης αναπαραστάσεων και του αντίστοιχου περιεχομένου. Συγκεκριμένα, αν και ο Bickhard θεώρησε ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα προκειμένου να μπορέσει να υπάρξει ανάδυση αναπαραστασιακού περιεχομένου (δείτε §5.3.5.2), παραμένει ακόμη αρκετά ασαφής τόσο ο μηχανισμός με τον οποίο επιτυγχάνεται η ανάδυση, όσο και οι φύση (ποσοτική και ποιοτική) των ‘αντικειμένων’ που ανταλλάσσονται μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος. Ωστόσο, το συγκεκριμένο μοντέλο του αλληλεπιδραστικού αναπαραστασιακού περιεχομένου αποτελεί, μέχρι στιγμής, την πιο πλήρη προσέγγιση μιας

νατουραλιστικής εξήγησης της ανάδυσης της λειτουργικότητας ενός αυτόνομου συστήματος. Ως εκ τούτου, θα αποτελέσει σημαντικό στοιχείο σύγκρισης και αναφοράς του μοντέλου για την ανάδυση σημειωτικών διεργασιών αλληλεπίδρασης στο αυτόνομο σύστημα, το οποίο θα προταθεί στις επόμενες ενότητες (δείτε §5.3.8), προκειμένου να συμπληρώσει/επεκτείνει το πλαίσιο της εξέλιξης των αυτόνομων συστημάτων μέσω ανάδυσης του νοήματος.

Γενικότερα, η επιστήμη των συστημάτων και της κυβερνητικής, αν δεν καταφύγει σε μια σαφής μεταφυσική εξήγηση, εμφανίζει σημαντικό πρόβλημα στο να εξηγήσει τον τρόπο, με τον οποίο το νόημα και το μυαλό δημιουργήθηκαν στην πορεία της εξέλιξης των συστημάτων μέσω διεργασιών ανάδυσης. Ειδικότερα, αν και η τριχοτόμηση της αυτοποίησης στα βιολογικά, ψυχικά και κοινωνικά συστήματα δείχνει, εκ πρώτης όψεως, ικανή για να ορίσει μια θεμελιώδη επιστημονική και επιχειρησιακή θεώρηση του νοήματος και της κοινωνικής επικοινωνίας, δεν μπορεί να δώσει επαρκείς εξηγήσεις για τον τρόπο με τον οποίο δημιουργήθηκαν αυτά τα συστήματα. Επιπροσθέτως, αν και υπονοείται η αλληλεπίδραση του συστήματος, δεν δίνεται καμία πληροφορία σχετικά με την υπόσταση της οντότητας που ανταλλάσσουν τα συστήματα με το περιβάλλον τους ή μεταξύ τους όταν επικοινωνούν, δεδομένου ότι η μεταφορά πληροφορίας απορρίπτεται εξ' αρχής (δείτε §4.3.1) (Brier, 2004; Stonier, 1997).

Βέβαια, ίσως η πλήρης περιγραφή και κατανόηση των συναισθηματικών και υπαρξιακών πτυχών του ανθρώπινου νοήματος, καθώς ακόμη και το βιολογικό κίνητρο της ανταλλαγής σημείων με το περιβάλλον (δείτε §5.3.2.1), να μην πραγματοποιηθούν ποτέ μέσω της επιστήμης, αλλά θα πρέπει να είναι δυνατή η συμπλήρωση του γενικότερου πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης με θεωρήσεις σχετικά με τον τρόπο που τα διάφορα σημεία (signs) κατασκευάζονται, λειτουργούν, επικοινωνούνται, ερμηνεύονται και γενικότερα εμπλέκονται σε σημειωτικές διεργασίες μεταξύ των ζωντανών και αυτόνομων συστημάτων. Συνεπώς, ένα από τα βασικά ερωτήματα είναι το κατά πόσο το γενικότερο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης και ειδικότερα οι θεωρήσεις της αυτό-οργάνωσης, της αυτό-κατασκευής και της αυτό-διατήρησης μπορούν να ενσωματώσουν πλαίσια που υποστηρίζουν τις εξελικτικές και λειτουργικές διεργασίες των σημείων. Από την άλλη μεριά, το ερώτημα αφορά στο κατά πόσο είναι εφικτό για τις τελευταίες, να συμπεριλάβουν μη-ερμηνευμένα 'φυσικά αντικείμενα', όπως για παράδειγμα, αυτό-καταλυτικές και διασκορπίζουσες δομές, καθώς και πιο πολύπλοκες περιπτώσεις αυθόρμητης παραγωγής και διατήρησης εσωτερικής τάξης/οργάνωσης (π.χ. αναδρομική αυτό-διατήρηση), ως σημεία, στην εξελικτική λειτουργικότητα της δομής τους.

Η απάντηση έρχεται μέσα από την πρόταση του πλαισίου των σημειωτικών διεργασιών του Peirce (Peirce, 1931-1935; 1967; 1998), ως πιθανώς, την καταλληλότερη θεώρηση για τη συμπλήρωση του συστημικο-κυβερνητικού πλαισίου, τόσο στο συστημικό-θεωρητικό (δείτε για π.χ. Brier, 1995; 2001; 2005; Arnellos, Spyrou & Darzentas, 2003; 2004; 2005b) όσο και στο θεωρητικό-βιολογικό επίπεδο (δείτε για π.χ. Brier, 1999; Andrade, 2002; 2005; Arnellos, Spyrou & Darzentas, 2006). Η πολυπλοκότητα του πλαισίου σημειωτικών διεργασιών του Peirce φαίνεται να προσφέρει την αναγκαία ποικιλία για τη συμπλήρωση των συστημικο-κυβερνητικών θεωριών. Η συμβατότητα των δύο πλαισίων είναι άμεση απόρροια της φύσης της 2^{ης} τάξης που τα διέπει. Συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι ο συνδυασμός του δυναμικού και εξελικτικού μοντέλου της σημειωτικής διεργασίας του Peirce με τα χαρακτηριστικά της αυτό-οργάνωσης, αυτό-διατήρησης και της κλειστότητας των συστημικο-κυβερνητικών συστημάτων πληροφορίας, θα έχει ως αποτέλεσμα την απόδοση εξελικτικής λειτουργικότητας στις ενσωματωμένες αλληλεπιδραστικές διεργασίες του αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος, έτσι ώστε να μπορέσει να περάσει από το επίπεδο της πληροφορίας στο επίπεδο του νοήματος.

Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα στην επόμενη ενότητα, στο σημειωτικό πλαίσιο του Peirce, οποιαδήποτε οντότητα στη φύση αντιμετωπίζεται ως ένα *εν δυνάμει σημείο (potential sign)* ή διαφορετικά, ως ένα *Representamen*. Εδώ υπάρχει ένα σημείο συνάντησης με μια από τις αρχές της κυβερνητικής, βάσει της οποίας, *πληροφορία είναι μια διαφορά που φτιάχνει μια διαφορά* (Bateson, 1972). Κάθε διαφορά (διαφοροποίηση) θεωρείται μια *εν δυνάμει πληροφορία* και καθίσταται πληροφοριακή για τη λειτουργία ενός αυτό-οργανωμένου κυβερνητικού μυαλού. Αυτό όμως, μπορεί να γίνει μόνο μέσω της δημιουργίας σημαντικών σημείων και των

αντίστοιχων σημειωτικών/ερμηνευτικών αλληλεπιδράσεων. Συγκεκριμένα, ο Peirce υποστηρίζει ότι οι διαφορές γίνονται πληροφορία όταν ένας *ερμηνευτής (interpreter)* τις αντιμετωπίσει ως σημεία. Δεν είναι καθόλου ξεκάθαρο αν η κυβερνητική θεώρηση των διαφορών αναφέρεται (αντιστοιχίζεται) στο *πρώτο επίπεδο*, αυτό της δυνητικότητας (*firstness*) ή στο *δεύτερο επίπεδο*, αυτό της διαφοροποίησης μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος (*secondness*), της θεώρησης του Peirce (δείτε §5.3.7.2). Αλλά σε κάθε περίπτωση, η οποιαδήποτε διαφορά πρέπει να ενσωματωθεί στην όλη λειτουργικότητα ενός αυτόνομου συστήματος, και αυτό γίνεται μόνο μέσω ερμηνευτικών και σημειωτικών διεργασιών αλληλεπίδρασης, το οποίο αντιστοιχίζεται στο *τρίτο επίπεδο (thirdness)* του πλαισίου του Peirce (δείτε §5.3.7.2).

Θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι το μοντέλο του Bickhard φτάνει ανάμεσα στο δεύτερο και τρίτο επίπεδο. Όπως όμως προαναφέρθηκε, το συστημικό-κυβερνητικό πλαίσιο, πέρα από την ανάγκη περάσματος από την πληροφορία στο νόημα, εμφανίζει την ανάγκη εύρεσης ενός μηχανισμού με τον οποίο επιτυγχάνεται η ανάδυση των αναπαραστάσεων και επομένως του νοήματος, και ειδικότερα, ένα μοντέλο βάσει του οποίου θα ακολουθούνται και θα παρατηρούνται οι αντίστοιχες αναπαραστάσεις και επομένως, τα σημεία τα οποία ανταλλάσσονται μεταξύ δύο ή περισσότερων συστημάτων που αλληλεπιδρούν. Όπως αναλυτικά θα παρουσιαστεί στα επόμενα κεφάλαια, είναι πολύ σημαντικό να υπάρξει ένας τρόπος υπόδειξης των αναδυόμενων αναπαραστάσεων ενός πράκτορα καθώς εμπλέκεται σε γνωστικές διεργασίες με το περιβάλλον, διότι με αυτό τον τρόπο, παρέχεται η δυνατότητα διαχείρισης της λειτουργικής αποτελεσματικότητας των αντίστοιχων αναπαραστάσεων κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης. Επομένως, το πλαίσιο των σημειωτικών διεργασιών του Peirce έρχεται ως ένα μέσο υποδήλωσης της σημαντικότητας των αναπαραστάσεων του γνωστικού πράκτορα. Ειδικότερα, οι σημειωτικές διεργασίες του Peirce προσφέρουν ένα λειτουργικό πλαίσιο για την υπόδειξη των σημαντικών κομβικών σημείων της εκ προθέσεως αλληλεπίδρασης ενός αυτό-οργανωμένου/αυτό-διατηρούμενου συστήματος, καθώς και του αντίστοιχου αναπαραστασιακού τους περιεχομένου (Arnellos, Spyrou, Darzentas, 2006).

Ολοκληρώνοντας την ενότητα, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι, το σημειωτικό πλαίσιο του Peirce χρησιμοποιείται ως ένα όχημα των αναδυόμενων αναπαραστάσεων ενός αυτόνομου συστήματος. Για να δικαιολογηθεί η συγκεκριμένη ιδιότητα, θα πρέπει να εξεταστεί, αν και κατά πόσο, οι σημειωτικές διεργασίες ικανοποιούν τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά της ανάδυσης, όπως αυτά παρουσιάστηκαν αναλυτικά στην §4.1. Η συγκεκριμένη ανάλυση θα παρουσιαστεί στην ενότητα §5.3.7.3, αφού προηγηθεί μια σύντομη αλλά περιεκτική παρουσίαση των βασικών αρχών και στοιχείων του σημειωτικού πλαισίου στην αμέσως επόμενη ενότητα.

5.3.7.2 Το Πλαίσιο των Σημειωτικών Διεργασιών του Peirce

Η θεώρηση των σημειωτικών διεργασιών του Peirce (1931-1935; 1967; 1998)⁸¹ ως η «*επίσημη*» επιστήμη των σημείων έχει βαθιά επιρροή στη φιλοσοφία, στη ψυχολογία, στη θεωρητική βιολογία και στις γνωστικές επιστήμες (δείτε Freadman 2004; Fetzer 2001; Hookway 2002; Violi 1999; Deacon 1997; Hoffmeyer 1996; Tiercelin 1995; Colapietro 1989). Η σημειωτική του Peirce βασίζεται σε μια θεωρία κατηγοριών που συμπεριλαμβάνει μια λίστα κατηγοριών (*Firstness, Secondness, Thirdness*), οι οποίες μπορούν λογικά να περιγραφούν ως ένα πολύ λεπτομερές σύστημα ιεραρχικά οργανωμένων κατηγοριών σχέσεων (*μοναδικές, δυαδικές, τριαδικές*) (*monadic, dyadic, triadic*). Αυτό το σύστημα αποτελεί την τυπική θεμελίωση της «*αρχιτεκτονικής φιλοσοφίας*» του και γενικότερα, του μοντέλου της σημείωσης και της δράσης των σημείων, που εισάγει (Murphey 1993).

⁸¹ Στην παρούσα εργασία ακολουθείται η πρακτική της παράθεσης των *Collected Papers of Charles Sanders Peirce* (Peirce, 1931-35, 1958) μέσω αναφοράς του αριθμού του τόμου και της αντίστοιχης παραγράφου με προήγηση του όρου 'CP'; του *Essential Peirce* μέσω αναφοράς του αριθμού του τόμου και της αντίστοιχης σελίδας με προήγηση του όρου 'EP'. Οι αναφορές στο *Annotated Catalogue of the Papers of Charles S. Peirce* (1967) θα γίνονται με τον αριθμό του χειρόγραφου και των αντίστοιχων σελίδων με προήγηση του όρου 'MS'.

Η σημειωτική του Peirce εκκινεί από τη διεργασία της γνώσης, αναζητώντας τον τρόπο με τον οποίο εμφανίζεται η σημαντικότητα (το νόημα) στα ζωντανά συστήματα, δημιουργώντας τις προϋποθέσεις για την ύπαρξη αντίληψης και νόησης. Κατά κύριο λόγο, η σημειωτική του Peirce ενώνει τα επεξηγηματικά σχήματα της παραγωγής (*deduction*) και της επαγωγής (*induction*) μέσω της απαγωγής (*abduction*), μέσα σε μια σημειωτική διεργασία.

Αναλυτικότερα, η ανάπτυξη του συστήματος διεργασιών του Peirce είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ενός νέου συστήματος σκέψης και λογικής. Για την περιγραφή και κατανόηση της σημείωσης ο Peirce κατασκεύασε μια τριαδική φιλοσοφία, όπου τα *qualia* χαρακτηρίζουν το πρώτο επίπεδο (Firstness), η αντίσταση ή οι περιορισμοί χαρακτηρίζουν το δεύτερο επίπεδο (Secondness) και η διαμόρφωση/ανάπτυξη συνηθειών το τρίτο επίπεδο (Thirdness). Οι τριαδικές κατηγορίες αφορούν σε όλο το σύστημα και αποτελούν τις βασικές κατηγορίες της νόησης.

Το *Firstness* θεωρείται ως ένα θεμελιώδες χαρακτηριστικό ή μια θεμελιώδης κατηγορία ιδιοτήτων/εκφάνσεων. Η *Firstness* συμπεριλαμβάνει τις ποιότητες των αισθήσεων, απλές μορφές και αισθήματα, και γενικότερα, όλα όσα μπορούν να θεωρηθούν χωρίς αναφορά σε καμία άλλη κατάσταση πραγμάτων. Η *Firstness* αφορά στην διαίσθηση και είναι ασαφής και ακαθόριστη λόγω του ότι δεν αντικαθιστά οτιδήποτε άλλο με κανέναν τρόπο (*it does not in itself stand in any relation to anything else*). Η απαγωγή ανήκει στην *Firstness*.

Η *Secondness* θεωρείται μια δυαδική ποιότητα, την οποία, μια κατάσταση πραγμάτων έχει σε σχέση με κάτι άλλο, αλλά ανεξάρτητα από κάποια άλλη τρίτη κατάσταση πραγμάτων. Η *Secondness* είναι η εμπειρία των γεγονότων. Αυτή είναι η κατηγορία των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των αντικειμένων, βάσει των οποίων γίνεται δυνατή η αναγνώρισή τους μέσω της υπόδειξης και του διαχωρισμού τους από άλλα αντικείμενα, ανεξαρτήτως των διαφόρων εννοιών τις οποίες κανείς μπορεί να χρησιμοποιήσει προκειμένου να αναφερθεί σε αυτά. Για παράδειγμα, οι δείκτες (*indexes*) θεωρούνται σημεία που αντιπροσωπεύουν διάφορα πράγματα χωρίς να χρειάζεται να τα περιγράψουν. Η *Secondness* είναι το υποκείμενο στη λογική και συνήθως αντιμετωπίζεται ως αντίσταση, διαχωρισμός, αποσύνδεση και ποσότητα. Ενώ η *Firstness* αντιμετωπίζεται ως δυνατότητα/πιθανότητα, η *Secondness* θεωρείται ως λογική αιτιότητα. Η παραγωγική συμπερασματολογία (*deduction*) εντοπίζεται στο επίπεδο της *Secondness*. Η *Thirdness* θεωρείται μια τριαδική ποιότητα, η οποία συσχετίζει ένα 'δεύτερο' και ένα 'τρίτο'. Η *Thirdness* θεωρείται η κατηγορία της γενικότητας, της λογικότητας, του νόμιμου και της κατανόησης και επομένως, θεωρείται η κατηγορία του σημείου στο σύνολό του, καθώς και της λογικής συμπερασματολογίας. Από μια ανθρωποκεντρική οπτική, η *Firstness* θεωρείται ως μια 'αίσθηση' και η *Secondness* ως μια εμπειρία. Η *Thirdness* θεωρείται ως η παραγωγή κάποιου είδους βιολογικής, πολιτιστικής ή γλωσσολογικής συνήθειας, η οποία, με κάποιο τρόπο 'ανυψώνει' το γνωστικό σύστημα πέρα από το σύμπαν των δυνατοτήτων της *Firstness* και πέρα από τα αναρίθμητα συμβάντα και περιστατικά της *Secondness*. Η *Thirdness* βάζει την ποιότητα και την ποσότητα μαζί σε μια σχέση παράλληλα με τη λογική συμπερασματολογία. Η επαγωγική διαδικασία εντοπίζεται στο επίπεδο της *Thirdness* (δείτε § 8.4.2 για σχετικό παράδειγμα).

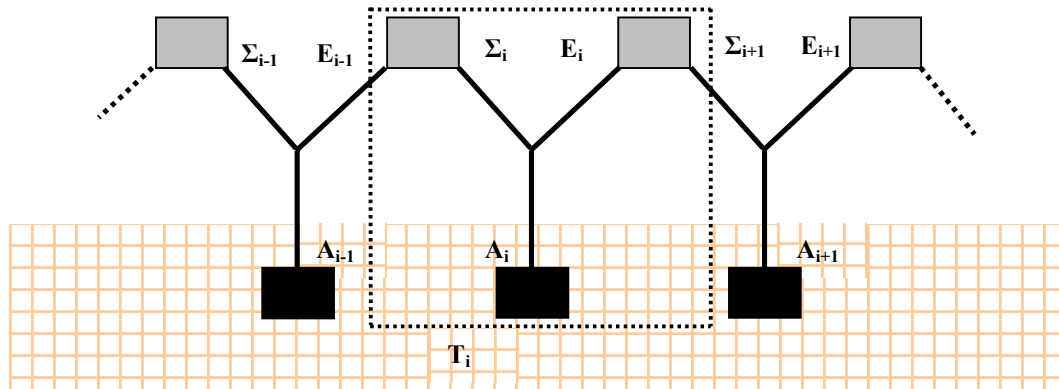
Ο Peirce όρισε τη σημειωτική διεργασία (τη δράση των σημείων) ως μια μη-αναγώγιμη τριαδική σχέση μεταξύ ενός Σημείου (*Sign*), ενός Αντικειμένου (*Object*) και ενός Ερμηνευμένου (*Interpretant*) (Σ-A-E) (EP 2.171, CP 2.274). Δηλαδή, σύμφωνα με τον Peirce, κάθε περιγραφή της σημείωσης ενέχει μια σχέση που συνίσταται από τρεις όρους, οι οποίοι συνδέονται με έναν μη-αναγώγιμο τρόπο, και οι οποίοι αποτελούν τα ελάχιστα συστατικά της στοιχεία. Συγκεκριμένα ο Peirce θεωρεί:

«ένα Σημείο ή αλλιώς (Representamen) ως ένα Πρώτο, το οποίο βρίσκεται σε μια αυθεντικά τριαδική σχέση με ένα Δεύτερο, το οποίο αποκαλείται ως το Αντικείμενό του, με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι ικανό να καθορίσει ένα Τρίτο, το οποίο αποκαλείται ως το Ερμηνευμένο του, έτσι ώστε το τελευταίο να προσλαμβάνει (αποκτά) την ίδια τριαδική σχέση με το Αντικείμενο του Πρώτου και επομένως, το Ερμηνευμένο να γίνεται με τη σειρά του ένα καινούργιο σημείο στο πέρασμα του χρόνου, μια ατέρμονη διαδικασία.. (CP 2.274, έμφαση στο πρωτότυπο, δείτε επίσης CP 2.303, 2.92, 1.541).

Η τριαδική αυτή σχέση θεωρείται από τον Peirce ως μη-αναγώγιμη, υπό την έννοια ότι δεν αποσυντίθεται σε απλούστερες σχέσεις. Συγκεκριμένα ο Peirce λέει ότι:

«...με τον όρο σημείωση εννοώ μια δράση ή μια επιρροή, η οποία είναι ή ενέχει μια συνεργασία μεταξύ τριών στοιχείων, δηλαδή ενός σημείου, του αντικειμένου του και του ερμηνευμένου του. Αυτή η τρι-σχεσιακή (tri-relative) επιρροή δεν καθίσταται με κανένα τρόπο αναλύσιμη σε δράσεις μεταξύ ζευγαριών των στοιχείων (CP 5.484).

Η τριαδική σχέση θεωρείται ‘αυθεντική’ λόγω του ότι τα τρία μέλη της είναι μέσω αυτής συνδεδεμένα με τέτοιο τρόπο, ώστε η σχέση αυτή να μην μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύμπλεγμα δυαδικών σχέσεων. Αυτός είναι και ο λόγος που το *Ερμηνευμένο*, ή αλλιώς, το *Τρίτο*, δεν μπορεί να βρίσκεται σε μια δυαδική σχέση με το *Αντικείμενό* του, αλλά θα πρέπει να βρίσκεται σε μια σχέση με αυτό, όπως η σχέση στην οποία βρίσκεται το ίδιο το *Representamen* με το *Αντικείμενό* του. Τα παραπάνω απεικονίζονται στο Σχ. 21.



Σχήμα 21. Η τριαδική σχέση Σ-A-E διαμορφώνει μια αλυσίδα τριάδων.

Η σημειωτική διεργασία συνεπάγεται την πραγματοποίηση αλυσίδων από τριάδες. Όπως υποστηρίζει ο (Merrell, 1995), ένα *Ερμηνευμένο* είναι ο τρίτος όρος μιας συγκεκριμένης τριάδας, αλλά και ο πρώτος όρος (σημείο) της ακόλουθης τριαδικής σχέσης. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η σημειωτική διεργασία δεν θα πρέπει να ορίζεται ως μια απομονωμένη τριάδα (Σχήμα 21 – δείτε επίσης §7.3.2). Επιπλέον, οι διεργασίες σημείων εκτείνονται, ως προς τις σχέσεις τους, στη χωροχρονική διάσταση. Αυτό σημαίνει ότι τα *Σημεία* δεν μπορούν να δράσουν, αν δεν είναι χωροχρονικά πραγματοποιήσιμα (Emmeche, 2003; Ransdell, 2003 – δείτε επίσης §5.3.7.3). Με άλλα λόγια, για να έχει ένα *Σημείο* έναν ενεργό τρόπο ύπαρξης, οφείλει να είναι υλικά ενσωματωμένο (δείτε επίσης, §5.3.7.3).

Ένα σημαντικό στοιχείο της θεωρίας των σημειωτικών διεργασιών του Peirce είναι ο διαχωρισμός μεταξύ του *Ερμηνευτή* (*Interpreter*) και του *Ερμηνευμένου* (*Interpretant*). Ο *Ερμηνευτής* περιγράφεται από τον Peirce ως ένα ‘οιονεί μυαλό’ (Quasi-mind - CP 4.536). Η εν λόγω περιγραφή, προκειμένου να ερμηνευτεί καταλλήλως, απαιτεί μια ξεκάθαρη αναγνώριση της εκτεταμένης θεώρησης του Peirce για την έννοια του ‘μυαλού’ (Santaella-Braga 1994). Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο το Peirce, δεν είναι ανάγκη ο *Ερμηνευτής* να είναι ένα συνειδητό ον. Όπως ήδη έχει αναφερθεί στην §5.3.4.4, ένα αντιγραφικός μηχανισμός που συνθέτει το RNA από μια ακολουθία DNA ή ένας υποδοχέας μεμβράνης που αναγνωρίζει μια ορμόνη, μπορούν να θεωρηθούν ως Ερμηνευτές. Η βασική ιδέα στη σημειωτική κατανόηση των ζωντανών και αυτόνομων συστημάτων είναι ότι αυτά τα συστήματα θεωρούνται ως *Ερμηνευτές* διαφόρων *Σημείων*, δηλαδή αντιδρούν διαρκώς σε επιλεγμένα σημεία του περιβάλλοντος. Ο *Ερμηνευτής* δεν χρειάζεται να είναι ένα ένσικοπο ον, ούτε καν ένας οργανισμός, εφόσον μπορεί να είναι ένα μέρος ή ένα υποσύστημα μέσα έναν οργανισμό.

Παράλληλα, ένα άλλο σημαντικό στοιχείο της θεωρίας των σημειωτικών διεργασιών του Peirce, είναι ο διαχωρισμός σχετικά με τη φύση των *Αντικειμένων* και των *Ερμηνευμένων*. Συγκεκριμένα, ο Peirce διαχωρίζει μεταξύ του *Άμεσου* (*Immediate*) και του *Δυναμικού* (*Dynamic*) *Αντικειμένου* ενός *Σημείου* λέγοντας ότι:

«Πρέπει κανείς να διακρίνει μεταξύ του Άμεσου Αντικειμένου (*Immediate Object*) – δηλαδή, το Αντικείμενο όπως αναπαρίσταται στο σημείο – και το Δυναμικό Αντικείμενο, το οποίο, λόγω της φύσεως των πραγμάτων, δεν μπορεί να εκφραστεί από το Σημείο, αλλά το τελευταίο μπορεί μόνο να το υποδείξει και να αφήσει τον ερμηνευτή να το ανακαλύψει μέσω έμμεσων, παράπλευρων και πρόσθετων εμπειριών (CP 8.314. Έμφαση στο πρωτότυπο).

Συμπληρωματικά, ο Peirce λέει για το Άμεσο και Δυναμικό Αντικείμενο (τα οποία από εδώ και στο εξής θα αναφέρονται ως ΑΑ και ΔΑ αντιστοίχως) ότι:

«Πρέπει κανείς να διαχωρίσει το Άμεσο Αντικείμενο, το οποίο είναι το Αντικείμενο όπως αναπαρίσταται από το ίδιο το Σημείο και του οποίου η Ύπαρξη είναι επομένως εξαρτημένη από την Αναπαράστασή του στο Σημείο, από το Δυναμικό Αντικείμενο, το οποίο είναι η Πραγματικότητα, την οποία, προσπαθεί το Σημείο να καθορίσει, με κάποιους τρόπους, μέσω της Αναπαράστασής του (CP 4.536).

Αναλυτικότερα, το ΑΑ ενός Σημείου είναι το Αντικείμενο όπως άμεσα δίνεται στο Σημείο, δηλαδή το ΑΑ είναι το ΔΑ στην σημειωτικά διαθέσιμη μορφή του. Το ΔΑ είναι μια κατάσταση πραγμάτων, η οποία καθορίζει το Σημείο ως προς την αναπαράστασή του (EP 2.498).

Ένας άλλος βασικός διαχωρισμός είναι αυτός ανάμεσα στο Άμεσο Ερμηνευμένο (*Immediate Interpretant*) και στο Δυναμικό Ερμηνευμένο (*Dynamic Interpretant*), οι οποίοι από εδώ και στο εξής θα αναφέρονται ως ΑΕ και ΔΕ αντίστοιχα. Ο Peirce εξηγεί ότι:

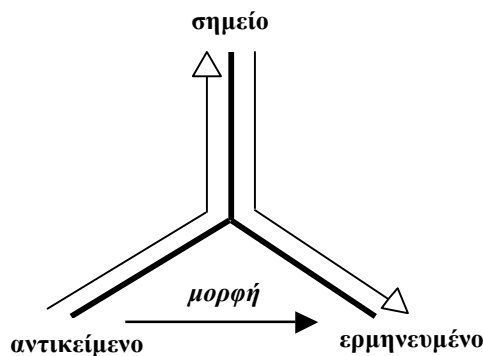
«Το Άμεσο Ερμηνευμένο είναι το άμεσα συναφές δυνατό αποτέλεσμα στην μη αναλυμένη πρωτογενή του ολότητα. ... Το Δυναμικό Ερμηνευμένο είναι το πραγματικό αποτέλεσμα που παράγεται σε έναν συγκεκριμένο ερμηνευτή, σε μια συγκεκριμένη περίπτωση, σε μια συγκεκριμένη φάση της μελέτης και εξέτασης του Σημείου.» (CP 4.539).

Πιο συγκεκριμένα, ο Peirce ορίζει το ΔΕ ως το πραγματικό αποτέλεσμα του Σημείου, ενώ, το ΑΕ θεωρείται ως το εύρος της ερμηνευσιμότητας του Σημείου, δηλαδή το εύρος των πιθανών αποτελεσμάτων που δύναται να προκαλέσει ένα σημείο. Το ΔΕ θεωρείται ως η έκφανση ενός από τα πιθανά αποτελέσματα που εδραιώνονται στο ΑΕ. Έτσι, μέσα από μια δυναμική και διεργασιακά-προσανατολισμένη οπτική, το ΔΕ μπορεί να θεωρηθεί ως επί της ουσίας ίσο με την σημαντικότητα του Σημείου.

5.3.7.2.1 Μορφή και Νόημα

Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της θεωρίας των σημειωτικών διεργασιών του Peirce, είναι ο ορισμός του σημείου ως μέσο για την επικοινωνία, μιας μορφής ή μιας συνήθειας (*habit*) ενσωματωμένης στο Αντικείμενο, στον Ερμηνευτή (De Tienne, 2003; Hulswit, 2002; Bergman, 2000). Η συγκεκριμένη επικοινωνία έχει ως αποτέλεσμα το περιορισμό (σε γενικές γραμμές) του Ερμηνευμένου στην επακόλουθη δράση του ως Σημείο, ή (σε βιολογικά και γενικότερα σε γνωστικά συστήματα) τον περιορισμό της συμπεριφοράς του ερμηνευτή (Σχ. 22). Συγκεκριμένα, ο Peirce υποστηρίζει ότι:

«...ένα Σημείο μπορεί να οριστεί ως ένα Μέσο για την επικοινωνία μιας Μορφής. ... Ως μέσο, το Σημείο ουσιαστικά βρίσκεται σε μια τριαδική σχέση, με το Αντικείμενό του, το οποίο καθορίζει το Σημείο, και με το Ερμηνευμένο του, τον οποίο και καθορίζεται από το Σημείο. ... Αυτό που επικοινωνείται από το Αντικείμενο στον Ερμηνευμένο, μέσω του Σημείου, είναι μια Μορφή δηλαδή δεν είναι κάτι που να υπάρχει, αλλά είναι μια δύναμη, είναι το γεγονός ότι κάτι δύναται να συμβεί κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (EP.2.544).



Σχήμα 22. Η σημείωση ως η μεταφορά μορφής από το Αντικείμενο στο Ερμηνευμένο μέσω της μεσολάβησης του Σημείου.

Κανείς, θα πρέπει να είναι κανείς πολύ προσεκτικός στην προσέγγιση που θα επιλέξει για να κατανοήσει τον όρο *μορφή* σε αυτό το πλαίσιο. Συγκεκριμένα ο Peirce τονίζει ότι δεν πρόκειται για κάτι σαν ένα ‘πράγμα’ (De Tienne, 2003), αλλά για κάτι που ενσωματώνεται στο Αντικείμενο ως συνήθεια, ως ‘έναν κανόνα δράσης’, ως μια προδιάθεση, ως μια πραγματική δυνατότητα, ή ως μια σταθερότητα μιας σχέσης (δείτε CP 5.397; 2.170; CP 1.415; EP 2.388).

Ειδικότερα, είναι ιδιαίτερος σημαντικό να σημειωθεί ότι, η επικοινωνούμενη μορφή από το Αντικείμενο στο Ερμηνευμένο μέσω του Σημείου, δεν είναι το συγκεκριμένο σχήμα του Αντικειμένου, ή κάτι παρόμοιο, αλλά μια τακτικότητα (regularity), μια συνήθεια που επιτρέπει σε ένα δεδομένο σημειωτικό σύστημα να ερμηνεύει την συγκεκριμένη μορφή ως ενδεικτική μιας συγκεκριμένης τάξης οντοτήτων, διεργασιών και φαινομένων και επομένως, να απαντήσει σε αυτή την επικοινωνία με έναν παρόμοιο τακτικό και έγκυρο τρόπο. Διαφορετικά, το σημειωτικό σύστημα δεν θα μπορεί να θεωρηθεί πραγματικά ικανό για να προβεί σε ερμηνευτικές αλληλεπιδράσεις. Η επικοινωνία μιας μορφής από το Αντικείμενο στο Ερμηνευμένο, περιορίζει τον ερμηνευτή, υπό την έννοια ότι προξενεί ένα περιορισμένο σύνολο επιδράσεων από το Αντικείμενο στον ερμηνευτή, μέσω της μεσολάβησης του Σημείου. Με άλλα λόγια, για τον Peirce, το νόημα ενός Σημείου είναι η επίδρασή του ως μέσο για την επικοινωνία μορφών σε έναν ερμηνευτή, μέσω της τριαδικής σχέσης Σ-Α-Ε (δείτε Σχ. 22). Ως εκ τούτου, μια νοηματική διεργασία ορίζεται ως η δράση ενός σημείου, δηλαδή ως μια σημείωση.

5.3.7.2.2 *Εικονίδια, Δείκτες και Σύμβολα*

Τα συστήματα που παράγουν, επικοινωνούν, λαμβάνουν, υπολογίζουν και ερμηνεύουν διαφόρων ειδών σημεία, ανήκουν στη μεγάλη κατηγορία των σημειωτικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, ο Fetzer γράφει:

«Αυτό που κάνει ένα σύστημα να θεωρείται ως ‘σημειωτικό’ είναι ότι η συμπεριφορά του συστήματος επηρεάζεται αιτιωδώς από την παρουσία ενός σημείου, διότι το σημείο αυτό αντιπροσωπεύει κάτι άλλο, και το αντιπροσωπεύει με εικονικό (iconically), δεικτικό (indexically) ή συμβολικό (symbolically) τρόπο.» (Fetzer, 1997, σελ. 358).

Ο Peirce υποστήριξε ότι τα σημειωτικά συστήματα μπορούν να θεωρηθούν ως η ενσωμάτωση σημειωτικών διεργασιών (CP 5.314). Η συγκεκριμένη θεώρηση, κατά κάποιο τρόπο, μπλέκει και θολώνει τον διαχωρισμό μεταξύ οντοτήτων και διεργασιών, η οποία έχει χαρακτηρίσει το μεγαλύτερο μέρος του δυτικού τρόπου σκέψης. Ωστόσο, ο Peirce ήταν υπέρμαχος της έννοιας και των χαρακτηριστικών της διεργασίας και της αντίστοιχης σκέψης, και επομένως, υποστήριξε ότι οφείλει κανείς να αντιμετωπίζει τις διεργασίες ως πιο στοιχειώδεις και θεμελιώδεις από ότι τις διάφορες οντότητες στις αντίστοιχες οντολογικές κατηγορίες (Rescher, 1996) (δείτε επίσης §5.3.1.1). Επομένως, ο Peirce, σε άμεση συμφωνία με το γενικότερο πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης, αντιμετωπίζει τις διάφορες οντότητες ως σχετικά σταθερές ομάδες διεργασιών. Υπό

αυτή την έννοια, ένα σημειωτικό σύστημα μπορεί να κατανοηθεί ως ένα σχετικά σταθερό (τόσο χωρικά, όσο και χρονικά) συγκρότημα σημειωτικών διεργασιών.

Με βάση τα παραπάνω, η περιγραφή και εξήγηση του τρόπου με τον οποίο τα σημειωτικά συστήματα εμφανίζουν διεργασίες σημείων, απαιτεί την κατανόηση των τύπων των σημείων που εμπλέκονται σε συγκεκριμένες σημειωτικές διεργασίες. Ειδικότερα, θα πρέπει να διερευνηθούν με ένα πιο τεχνικό τρόπο οι βασικές διαφορές μεταξύ εικονικών, δεικτικών και συμβολικών διεργασιών στο σημειωτικό πλαίσιο του Peirce. Στην 'πιο θεμελιώδη κατανομή των σημείων' (CP 2.275), ο Peirce χαρακτήρισε τα εικονίδια, τους δείκτες και τα σύμβολα ως εφάμιλλα, αντιστοίχως, των σχέσεων ομοιότητας (*similarity*), συνάφειας/γεινιάσης (*contiguity*) και νόμου (*law*) μεταξύ του Σημείου και του Αντικειμένου (σχέση Σημείου-Αντικειμένου) στην τριάδα Σ-Α-Ε.

Ως εικονίδια (icons) θεωρούνται τα σημεία τα οποία αντιπροσωπεύουν τα αντικείμενά τους μέσω ομοιότητας (CP 2.276), ανεξαρτήτως οποιασδήποτε χωρο-χρονικής φυσικής συσχέτισης που μπορεί να έχει το Σημείο με ένα υφιστάμενο Αντικείμενο. Αν η καθοριστική σχέση του Σημείου από το Αντικείμενο είναι μια σχέση αναλογίας, δηλαδή αν το Σ είναι ένα σημείο του Α λόγω μιας συγκεκριμένης ποιότητας που εμφανίζεται και στα δύο στοιχεία της σημείωσης, τότε το Σ είναι ένα εικονίδιο του Α. Αν το Σ είναι ένα εικονίδιο, τότε το Σ επικοινωνεί το Ε ως μια ποιότητα του Α. Συγκεκριμένα, ο Peirce λέει ότι:

«Ένα Εικονίδιο είναι ένα Σημείο το οποίο αναφέρεται σε ένα Αντικείμενο καθαρά λόγω δικών του χαρακτηριστικών, τα οποία κατέχει ανεξαρτήτως εάν ένα τέτοιο Αντικείμενο υπάρχει στην 'πραγματικότητα'.» (CP 2.247).

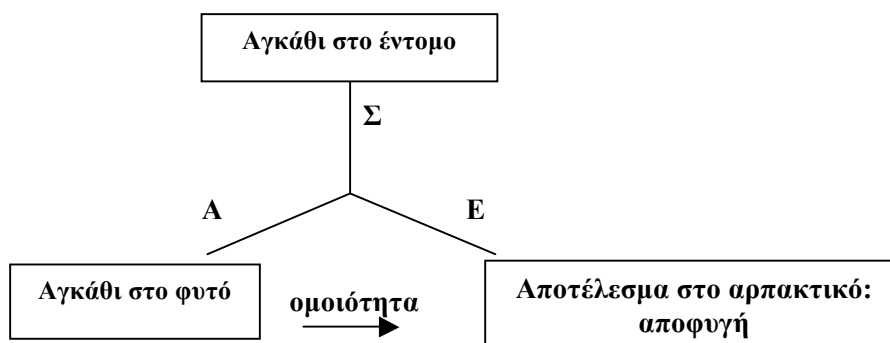
Ο Peirce αναφέρει ως παραδείγματα εικονιδίων τις εικόνες, τα διαγράμματα, τις μεταφορές (metaphor), τους χάρτες, τα ιδεογράμματα, τα ιερογλυφικά κτλ. Γενικότερα, σε σχέση με τις γνωστικές διεργασίες, τα εικονίδια συσχετίζονται με αισθητήριες δράσεις και εργασίες (sensory tasks). Έτσι, θεωρούνται παρόντα στην αισθητηριακή αναγνώριση ενός εξωτερικού ερεθίσματος, ανεξαρτήτως του τρόπου αλληλεπίδρασης, καθώς και στην γνωστική σχέση της αναλογίας (Deely, 2001). Επίσης, η πλαστογράφιση σήματος, δηλαδή το φαινόμενο της μίμησης, και γενικότερα, οι περισσότερες των παραπλανητικών κινήσεων των φυτών ή των ζώων, βασίζονται στις ιδιότητες των εικονιδίων. Το Σχ. 23 παρουσιάζει ένα παράδειγμα ενός εικονικού σημείου, συγκεκριμένα, ένα δομικό στοιχείο σε ένα έντομο που μιμείται ένα πραγματικό αγκάθι.



Σχήμα 23. Ο μιμητισμός προσφέρει ένα παράδειγμα εικονικότητας. Στη φωτογραφία αποτυπώνεται ένα ακανθωτό έντομο. (Φωτογραφία από το Chip Clark, Smithsonian Institution, Copyright 1993).

Το Σχ. 24 δείχνει μια σημειωτική ερμηνεία της μίμησης. Το Ερμηνευμένο είναι το αποτέλεσμα του αγκαθιού σε ένα πιθανό αρπακτικό του εντόμου, δηλαδή ότι το τελευταίο θα αποφύγει να επιτεθεί στο έντομο. Σε αυτή τη σημειωτική εικονική διεργασία, η μορφή που επικοινωνείται από το Αντικείμενο στο Ερμηνευμένο μέσω του Σημείου είναι μια γενική ομοιότητα μεταξύ του αγκαθιού στο έντομο και του αγκαθιού στο φυτό. Γενικότερα, ένα εικονικό σημείο, επικοινωνεί στο Ερμηνευμένο, μια συνήθεια που είναι ενσωματωμένη σε ένα Αντικείμενο, με τέτοιο τρόπο

ώστε, η συγκεκριμένη ποιότητα που μοιράζεται το *Σημείο* με το *Αντικείμενο* να έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της συμπεριφοράς του ερμηνευτή.

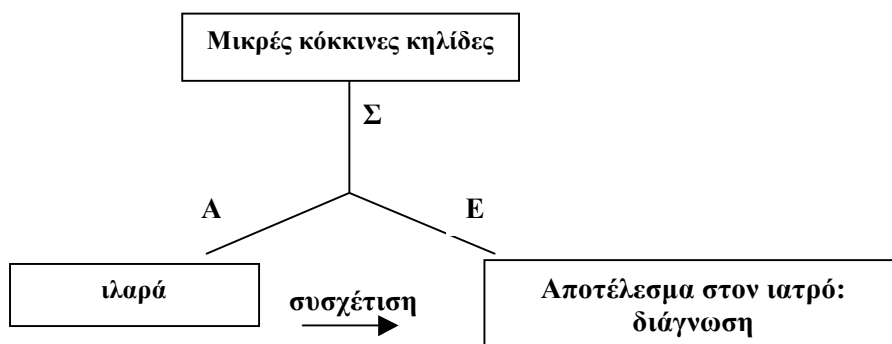


Σχήμα 24. Μια σημειωτική ερμηνεία της μίμησης στο ακανθωτό έντομο

Σε αντίθεση με τα εικονικά σημεία, αν το Σ είναι ένα σημείο του A λόγω μιας ‘άμεσης φυσικής σύνδεσης’ μεταξύ τους (CP 1.372), τότε το Σ θεωρείται ως ένας δείκτης (*index*) του A . Σε αυτή την περίπτωση, το Σ πράγματι καθορίζεται από το A , και επομένως, πρέπει να υπάρχουν και τα δύο ως γεγονότα. Συγκεκριμένα, ο Peirce λέει ότι:

«Ένας Δείκτης είναι ένα σημείο, το οποίο αναφέρεται στο αντικείμενο το οποίο υποδεικνύει λόγω του πραγματικού του επηρεασμού από το συγκεκριμένο Αντικείμενο» (CP 2.248).

Η έννοια της χωρο-χρονικής *συνμεταβολής* είναι η πιο χαρακτηριστική ιδιότητα των δεικτικών διεργασιών (*indexical processes*). Τα παραδείγματα δεικτικών σημείων εκτείνονται από τις δεικτικές ή αναφορικές αντωνυμίες που ‘πιέζουν και κατευθύνουν την προσοχή στο συγκεκριμένο *Αντικείμενο* που επιδιώκεται (μέσω της σημείωσης) χωρίς να το περιγράφουν’ (CP 1.369), έως τα φυσικά συμπτώματα ασθενειών, φωτογραφιών, θερμομέτρων, ανεμοδεικτών κτλ. Στην θεωρία του Peirce, μερικές μικρές κόκκινες κηλίδες στο δέρμα ενός παιδιού, μπορούν για παράδειγμα, να θεωρηθούν ως σημεία (Σ) τα οποία αντιπροσωπεύουν μια ασθένεια (π.χ. ιλαρά), η οποία είναι το *Αντικείμενο* (A) του σημείου, έτσι ώστε να περιορίζει το *Ερμηνευμένο* του. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, ο περιορισμός γίνεται μέσω της επιρροής που έχουν οι κόκκινες κηλίδες σε έναν ερμηνευτή (π.χ. ένας γιατρός που κάνει μια διάγνωση). Οι εμπλεκόμενες διεργασίες σημείου στο συγκεκριμένο παράδειγμα είναι δεικτικές. Οι μικρές κόκκινες κηλίδες λειτουργούν ως σημεία διότι θεωρούνται φυσικά συσχετισμένες με την ασθένεια. Η εν λόγω συσχέτιση αποτελεί τον πρωταρχικό περιοριστικό παράγοντα στη σημειωτική διεργασία, η μορφή της οποίας θα καταλήξει να παράγει ένα αποτέλεσμα στον ερμηνευτή (δείτε Σχ. 25).



Σχήμα 25. Σημειωτική ερμηνεία της διάγνωσης της ασθένειας της ιλαράς.

Σε αυτή τη δεικτική σημειωτική διεργασία, η μορφή η οποία επικοινωνείται από το A στο E μέσω του Σ , είναι μια γενική φυσική συσχέτιση μεταξύ της ιλαράς και των μικρών κόκκινων κηλίδων στο δέρμα. Γενικότερα, ένα δεικτικό σημείο, επικοινωνεί στο ερμηνευμένο μια

συνήθεια που είναι ενσωματωμένη σε ένα αντικείμενο, ως αποτέλεσμα μιας άμεσης φυσικής σύνδεσης μεταξύ του σημείου και του αντικειμένου.

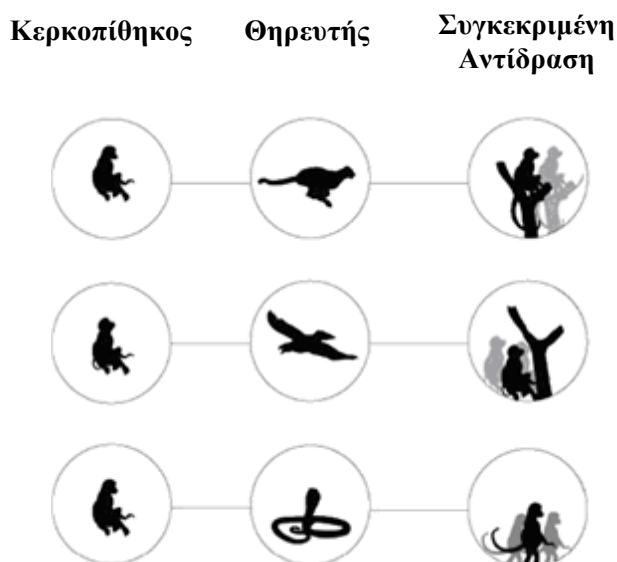
Τέλος, σε μια συμβολική σχέση το *Ερμηνευμένο* αντιπροσωπεύει το *Αντικείμενο* του *Σημείου* μέσω μιας καθοριστικής/προσδιοριστικής σχέσης ενός νόμου, ενός κανόνα ή μιας σύμβασης (CP 2.276). Σύμφωνα με τον Peirce:

«ένα σύμβολο είναι ένα Σημείο, το οποίο συνίσταται σε αυτό απλά και μόνο από το γεγονός ότι χρησιμοποιείται και γίνεται κατανοητό είτε η αντίστοιχη συνήθεια είναι φυσική είτε συμβατική, και χωρίς να γίνεται αναφορά στα κίνητρα τα οποία αρχικά επηρέασαν την συγκεκριμένη επιλογή.» (CP 2.307).

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα χρήσης συμβόλων παρατηρείται στο σύστημα συναγερμού που χρησιμοποιούν οι Αφρικανικοί κερκοπίθηκοι (*Cercopithecus aethiops*) προκειμένου να υλοποιήσουν μια φωνητική επικοινωνία (Queiroz, 2004; Queiroz & Ribeiro, 2002). Οι κερκοπίθηκοι κατέχουν ένα ιδιαίτερα ανεπτυγμένο ρεπερτόριο από ηχητικά σήματα (σημεία), τα οποία χρησιμοποιούν για συγκεκριμένα και εσωτερικά σήματα κινδύνου σχετικά με επικείμενες επιθέσεις στην ομάδα τους (Seyfarth et al., 1980). Διάφορες μελέτες έχουν αποκαλύψει τρία κύρια είδη συναγερμού, τα οποία χρησιμοποιούνται για την προειδοποίηση της παρουσίας (δείτε Σχ. 26):

- a). χερσαίας απειλής, όπως αυτή των λεοπαρδάλεων
- b). εναέριας απειλής, όπως αυτή των αετών
- c). απειλής από το έδαφος, όπως αυτή των φιδιών

Οι ενήλικες κερκοπίθηκοι παράγουν τα αντίστοιχα σήματα μόνο αναφορικά με την παρουσία συγκεκριμένων αρπακτικών. Τέτοιου είδους σήματα παρακινούν συνολικές αντιδράσεις αποφυγής σε αντιστοιχία με το είδος του αρπακτικού. Για παράδειγμα, όταν δημιουργείται το σήμα που αντιστοιχεί στην παρουσία μιας χερσαίας απειλής, οι κερκοπίθηκοι διαφεύγουν στην κορυφή των γειτονικών δέντρων, ενώ στην περίπτωση του σήματος για την εμφάνιση εναέριας απειλής οι κερκοπίθηκοι κρύβονται κάτω από τις φυλλωσιές των δέντρων.

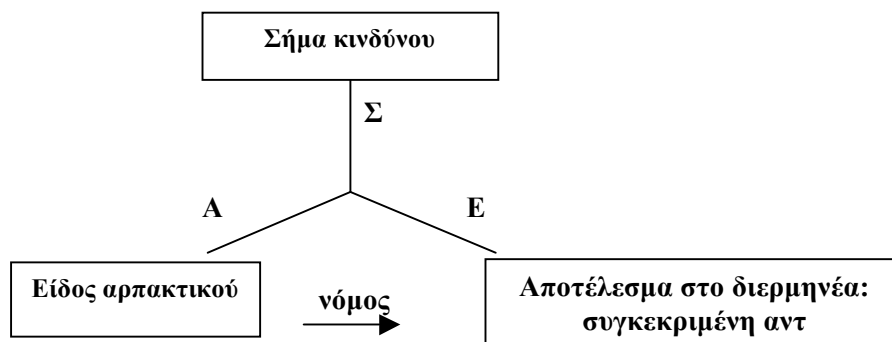


Σχήμα 26. Κερκοπίθηκοι, οι αναφορές τους και η επιδράσεις στους πιθήκους ως ερμηνευτές (ερμηνευμένα). – Προσαρμοσμένο από τους Queiroz & El-Hani (2006).

Σύμφωνα με την ταξινόμηση των σημείων του Peirce, στην περίπτωση που ένα σήμα συναγερμού λειτουργεί με ένα συγκεκριμένο τρόπο, ακόμη και στην απουσία εξωτερικού σημείου αναφοράς, το σημείο αυτό οφείλει να ερμηνεύεται ως ένα σύμβολο της κατηγορίας των αρπακτικών. Η μετάβαση από μια αισθητηριακή συμπεριφορά αντίληψης, μετά την ηχητική

αντίληψη του συναγερμού, σε μια συμπεριφορά απόδρασης που παρακινείται αποκλειστικά και μόνο από το σήμα συναγερμού, αντιστοιχεί στη μετάβαση από τη δεικτική σημειωτική διεργασία (ερμηνεία μέσω χωρο-χρονικής σύμπτωσης) στη συμβολική σημειωτική διεργασία (ερμηνεία που διευθετείται μέσω νόμου ή συνθήκης/σύμβασης) (δείτε Σχ. 27).

Στην τελευταία περίπτωση, το *Αντικείμενο* του *Σημείου* δεν είναι ένα συγκεκριμένο αντικείμενο, αλλά μια κατηγορία αντικειμένων και επομένως, δεν υπάρχει ως ένα μοναδικό γεγονός. Με άλλα λόγια, η παραδοχή ενός σήματος συναγερμού ως ένα σύμβολο της παρουσίας ενός είδους αρπακτικών συνεπάγεται την επίκληση μιας νοητικής αναπαράστασης που αντιπροσωπεύει την κατηγορία των αρπακτικών, τα οποία με τη σειρά τους αναπαρίστανται με έναν νομότυπο και συγκεκριμένο τρόπο.



Σχήμα 27. Σημειωτική ερμηνεία της επικοινωνίας των κερκοπιθήκων.

Σε αυτή τη συμβολική σημειωτική διεργασία, η μορφή που επικοινωνείται από το *Αντικείμενο* στο *Ερμηνευμένο* μέσω του *Σημείου* είναι μια νόμιμη σχέση μεταξύ ενός δεδομένου τύπου ενός σήματος συναγερμού και ενός δεδομένου τύπου αρπακτικού. Γενικότερα, ένα συμβολικό σημείο επικοινωνεί μια συνήθεια, η οποία είναι ενσωματωμένη σε ένα *Αντικείμενο*, σε ένα *Ερμηνευμένο* ως το αποτέλεσμα της κανονικότητας της σχέσης μεταξύ *Σημείου* και *Αντικειμένου*.

Η έκταση της θεωρίας του Peirce δεν επιτρέπει την παρουσίαση άλλων στοιχείων των θέσεών του, και επιπλέον, κάτι τέτοιο δεν χρειάζεται για τους σκοπούς της παρούσας διατριβής. Περισσότερες πληροφορίες μπορούν να βρεθούν στο (Brier, 1992; 1996).

5.3.7.3 Σημειωτικές Διεργασίες ως Αναδυόμενα Φαινόμενα

Στην §5.3.7.1 παρουσιάστηκε η επιλογή του σημειωτικού πλαισίου του Peirce ως ένα όχημα των αναδυόμενων αναπαραστάσεων ενός αυτόνομου συστήματος. Πέρα από την δικαιολόγηση της επιλογής του συγκεκριμένου πλαισίου στην §5.3.7.1, θα πρέπει να εξεταστεί κατά πόσο οι σημειωτικές διεργασίες του Peirce ικανοποιούν τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των αναδυόμενων φαινομένων, έτσι όπως αυτά αναλύθηκαν στην §4.1. Η συγκεκριμένη εξέταση βασίζεται στην δουλειά των Queiroz & El-Hani (2006) και έχει ως σκοπό την θεώρηση της αναδυόμενης φύσης των σημειωτικών διεργασιών του Peirce.

Η συγκεκριμένη εξέταση ξεκινάει από την απαίτηση νατουραλιστικής και φυσικής σύστασης των σημειωτικών διεργασιών (δείτε §4.1.3). Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, τα σημειωτικά συστήματα οφείλουν να είναι ενσωματωμένα και επομένως, οι σημειωτικές διεργασίες εκτείνονται μέσα στην χωρο-χρονική διάσταση. Συγκεκριμένα, ο Peirce αναφέρει ότι:

«Από τη στιγμή που ένα σημείο δεν είναι πανομοιότυπο με την κατάσταση πραγμάτων που υποδηλώνει, αλλά διαφέρει από αυτή σε αρκετά θέματα, θα πρέπει ξεκάθαρα να έχει κάποια χαρακτηριστικά που ανήκουν αποκλειστικά σε αυτό, και τα οποία δεν θα έχουν καμία σχέση με την αναπαραστασιακή του λειτουργία. Αυτές ονομάζω ως τις υλικές ποιότητες του σημείου.» (CP 5. 287).

Το δεύτερο βασικό στοιχείο το οποίο πρέπει να εξεταστεί, είναι το κατά πόσο τα σημειωτικά συστήματα ικανοποιούν την απαίτηση για εμφάνιση καινούργιων διεργασιών και ιδιοτήτων, δηλαδή για την εμφάνιση καινούργιων οργανωσιακών δομών (δείτε 4.1.3). Το συγκεκριμένο ερώτημα έχει ήδη εμμέσως απαντηθεί στις §5.3.5, §5.3.6 και §5.3.7.1. Βάσει των όσων αναφέρθηκαν στις εν λόγω ενότητες, συνεπάγεται ότι πριν την ανάδυση σημειωτικών ερμηνευτικών αυτόνομων συστημάτων, υπήρχαν συστήματα που λειτουργούσαν στο επίπεδο της ενδο-διαμόρφωσης, δηλαδή στο επίπεδο ενδογενούς παραγωγής πληροφορίας, η οποία όμως δεν είχε καμία ιδιαίτερη σημασία για το ίδιο το σύστημα.

Αναλυτικότερα, πριν την εμφάνιση σημειωτικών συστημάτων υπήρχαν αυτόνομα συστήματα, όντας φυσικά ενσωματωμένα, τα οποία αλληλεπιδρούσαν (υπό την έννοια της αντίδρασης) με καταστάσεις πραγμάτων στο άμεσο περιβάλλον τους, χωρίς όμως τα συστήματα αυτά να έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τις παρενοχλήσεις του περιβάλλοντος τους ως σημεία και επομένως, να εμπλακούν σε ερμηνευτικές αλληλεπιδράσεις με αυτά (τα σημεία). Συνεπώς, τα σημειωτικά συστήματα θεωρούνται ως νέες τάξεις συστημάτων, με καινούργιο είδος δομής, τα οποία είναι ικανά για την παραγωγή και ερμηνεία σημείων, έτσι ώστε να προβαίνουν σε αναδυόμενες σημειωτικές διεργασίες.

Όπως θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα στις επόμενες ενότητες, έπειτα από την ανάδυση της ικανότητας για 'έξυπνη' διαχείριση των διαφόρων σημείων και εκκίνηση των σημειωτικών διεργασιών (δείτε §5.3.4.4 και §5.3.5.1), η εξέλιξη των σημειωτικών συστημάτων δεν σταμάτησε, αλλά αντιθέτως, αναδύθηκαν διαφορετικά και νέα είδη γνωστικών συστημάτων, τα οποία λειτουργούσαν με διαφορετικούς τύπους σημείων (εικονικά, δεικτικά και συμβολικά).

Το τρίτο βασικό στοιχείο το οποίο πρέπει να εξεταστεί είναι το χαρακτηριστικό του συγχρονικού προσδιορισμού που διέπει τα φαινόμενα της ανάδυσης (δείτε §4.1.3). Ενδεικτικά υπενθυμίζεται ότι βάσει του συγχρονικού προσδιορισμού οι ιδιότητες ενός συστήματος και οι συμπεριφοριστικές του προδιαθέσεις εξαρτώνται από τη μικρο-δομή του, δηλαδή στις ιδιότητες των επιμέρους στοιχείων του και τη διάταξή τους. Από αυτή την εξάρτηση απορρέει ο συγχρονικός προσδιορισμός, δηλαδή η ιδέα ότι δεν μπορεί να υπάρξει καμία διαφορά στις συστημικές ιδιότητες και τις αντίστοιχες προδιαθέσεις χωρίς να υπάρξουν κάποιες διαφορές στις ιδιότητες των επιμέρους στοιχείων του συστήματος ή/και στην διάταξή τους.

Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το εν λόγω ζήτημα, θα πρέπει να εξεταστεί η σχέση μεταξύ των αλυσίδων των τριάδων και των μεμονωμένων τριάδων. Λαμβάνοντας υπόψη την παρουσίαση των σημειωτικών διεργασιών του πλαισίου του Peirce στην §5.3.7.2, συνεπάγεται ότι κάθε είδος σημειωτικής διεργασίας θεωρείται συγχρονικά προσδιορισμένο από τη μικρο-δομή των μεμονωμένων τριάδων που συγκροτούν μία αλυσίδα τριάδων, δηλαδή από τις σχετικές ιδιότητες και τη διάταξη των στοιχείων Σ , A και E .

Το τέταρτο βασικό στοιχείο το οποίο πρέπει να εξεταστεί αφορά στη μη-αναγωγικότητα των σημειωτικών σχέσεων. Οι τελευταίες, στο πλαίσιο του Peirce, θεωρούνται ως μη-αναγωγίμες υπό την έννοια ότι δεν μπορούν να διαχωριστούν σε απλούστερες σχέσεις (CP 5.484). Έτσι, η σημειωτική σχέση δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως μη-αναγωγίμη επειδή παραβιάζεται η συνθήκη της μη-αναλυσιμότητας (δείτε §4.1.3.2). Συγκεκριμένα, δεδομένου του συγχρονικού προσδιορισμού, από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων μιας τριάδας θα πρέπει να συνεπάγονται οι ιδιότητες που κατέχει η τριάδα, συμπεριλαμβανομένης της ιδιότητας του να θεωρείται ως μια σημειωτική διεργασία.

Ωστόσο, μια σημειωτική σχέση είναι μη-αναγωγίμη λόγω μη-συμπερασματολόγησης. Αναλυτικότερα, η συγκεκριμένη συμπεριφορά των στοιχείων μιας τριάδας είναι μη-αναγωγίμη λόγω του ότι, η συγκεκριμένη συμπεριφορά δεν απορρέει από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων σε απλούστερες σχέσεις. Σύμφωνα με τον Peirce, αν κανείς θεωρήσει μόνο μια δυαδική σχέση $\Sigma-E$, $\Sigma-A$ ή $E-A$, ή ένα στοιχείο μιας τριάδας από μόνο του, δεν θα μπορέσει να συμπεράνει τον τρόπο με το οποίο οι σχέσεις αυτές θα συμπεριφέρονταν σε μία τριαδική σχέση $\Sigma-A-E$ (EP 2:391). Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι, ακόμη και αν ο Peirce ταξινόμησε τα σημεία βάσει των σχέσεων μεταξύ *Σημείου-Αντικειμένου*, σε καμία περίπτωση, τα εικονίδια και

οι δείκτες δεν είναι λιγότερο τριαδικώς-εξαρτημένα από ότι τα σύμβολα. Εξάλλου, όλα τα Σημεία εξαρτώνται στην επικοινωνία της μορφής από το A στο E μέσω του Σ (δείτε §5.3.7.2.1).

Βάσει των προαναφερθέντων επιχειρημάτων, μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι τα σημειωτικά φαινόμενα εμφανίζουν τα χαρακτηριστικά της ισχυρής ανάδυσης. Μετά από την παρουσίαση της θεωρητικής εξήγησης κατά την οποία η σημείωση μπορεί να θεωρηθεί ως μια αναδύομενη διεργασία, στην επόμενη ενότητα ακολουθεί η παρουσίαση ενός μοντέλου περιγραφής και εξήγησης του τρόπου με τον οποίο οι σημειωτικές διεργασίες αναδύονται και εξελίσσονται στα σημειωτικά αυτόνομα συστήματα κατά την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον. Όπως έχει ήδη επισημανθεί στην §5.3.7.1, το μοντέλο της ανάδυσης του αλληλεπιδραστικού αναπαραστασιακού περιεχομένου ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος (§5.3.5.2), αντιπροσωπεύει, στο προτεινόμενο πλαίσιο της νατουραλιστικής ανάδυσης της λειτουργικότητας ενός αυτόνομου συστήματος, δηλαδή της δημιουργίας και εξέλιξης των αυτόνομων συστημάτων, το υψηλότερο επίπεδο οργάνωσης που μπορεί να υποστηριχτεί μέχρι στιγμής.

Το μοντέλο αυτό θα αποτελέσει το βασικό στοιχείο αναφοράς για τη διαμόρφωση ενός μοντέλου που θα υποστηρίζει την ανάδυση των σημειωτικών διεργασιών αλληλεπίδρασης στο αυτόνομο σύστημα. Επιπλέον, θα παρέχει ένα μηχανισμό ένδειξης και παρακολούθησης της ανάδυσης των αντίστοιχων αναπαραστάσεων και κατ' επέκταση των επιπέδων της αναπαραστατικότητας του συστήματος (δείτε §5.3.6) αλλά και της φύσης των σημείων με τα οποία το σύστημα αλληλεπιδρά και τα οποία επικοινωνεί με το περιβάλλον.

5.3.8 Ανάδυση Νοήματος Μέσω Σημειωτικών Διεργασιών Αλληλεπίδρασης

Σε όλα τα στάδια του προτεινόμενου πλαισίου της εξέλιξης των αυτόνομων συστημάτων, από το στάδιο της βασικής αυτονομίας (δείτε §5.3.1) έως το στάδιο των ερμηνευτικών/σημειωτικών αλληλεπιδράσεων και της εξέλιξης των γνωστικών ικανοτήτων ενός αυτόνομου συστήματος (δείτε §5.3.6), υπονοείται η μοντέρνα οπτική της συστημικό-κυβερνητικής σκέψης. Πιο συγκεκριμένα, θεωρείται, ότι τα διάφορα στάδια της ανάπτυξης και εξέλιξης ενός αυτόνομου συστήματος αποτελούνται από πολύ-επίπεδες και πολυδιάστατες ιεραρχίες αλληλοσχετιζόμενων συμπλεγμάτων, οι οποίες διαμορφώνουν μια γενικότερη ετερογενή ιεραρχία διεργασιικών δομών (ετεραρχεία).

Αναλυτικότερα, όπως παρουσιάστηκε στην §5.3.3.1, περνώντας από την οντολογική στη διεργασιική οπτική, τα διάφορα επίπεδα της οργάνωσης αναδύονται μέσω αναδύομενων διεργασιών. Με αυτές τις διεργασίες προκύπτουν καινούργιες ολότητες μέσω υψηλότερων επιπέδων οργάνωσης. Η ανάδυση των επιπέδων μπορεί να μπει σε μια οπτική της σημείωσης του Peirce, βάσει της οποίας, οι διάφορες δυνατότητες (potentialities - Firstness) θεωρούνται ως διεργασίες που εκδηλώνονται μέσω περιορισμών και δυνάμεων (Secondness), σε διάφορες τακτικότητες και πρότυπα (Thirdness). Αυτή η διεργασιική διαδικασία συνεχίζεται διαρκώς με έναν αναδρομικό και αυτό-ενισχυόμενο τρόπο από επίπεδο σε επίπεδο. Το καινούργιο αναδύομενο επίπεδο δρα ως δυνατότητα για την ανάπτυξη του επόμενου επιπέδου (Salthe, 1993; Hoffmeyer, 1998; Lemke, 2000; Arnellos, Spyrou, Darzentas, 2005b – δείτε επίσης Κεφ. 7).

Τα διάφορα επίπεδα μπορούν να διαμορφωθούν και να διαλυθούν όταν οι δυναμικές τους παράμετροι είναι κοντά σε κρίσιμα σημεία και επομένως, η οποιαδήποτε σταθεροποίηση απαιτεί την μετατόπιση του συστήματος από το κρίσιμο σημείο στα πρότυπα οργάνωσης (Prigogine & Stengers 1984). Στις διάφορες ιεραρχίες υπάρχει ένα φιλτράρισμα των επιδράσεων του χαμηλότερου επιπέδου, οι οποίες εμφανίζονται σε κάθε καινούργιο αναδύομενο επίπεδο (δείτε §4.1.3.3, αλλά και §7.3.3). Αντίστοιχα, υπάρχει μια δέσμευση από το υψηλότερο επίπεδο, η οποία συνεπάγεται τον αποκλεισμό εναλλακτικών δυνατοτήτων, εφόσον ένα συγκεκριμένο μονοπάτι της ανάδυσης έχει σταθεροποιηθεί (δείτε §4.1.4.4).

Ανάμεσα στα διάφορα επίπεδα εκδηλώνονται διάφοροι τύποι της σχέσης αιτίου-αιτιατού, όπως η αποτελεσματική σχέση αιτίου-αιτιατού, η οποία βασίζεται στη μεταφορά ενέργειας, η μορφική

σχέση αιτίου-αιτιατού, η οποία βασίζεται στην αναγνώριση προτύπων, στα διάφορα σήματα και την πληροφορία (ενδο-διαμόρφωση) και η τελική σχέση αιτίου-αιτιατού, η οποία βασίζεται στον ουσιαστικό σκοπό και επομένως, χαρακτηρίζεται ως σημειωτική. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τις εμφανίσεις πληροφορίας και νοήματος στα διάφορα επίπεδα του γενικότερου θερμοδυναμικού κόσμου. Οι βασικοί τύποι των σχέσεων αιτίου-αιτιατού παρατηρούνται σε όλα τα επίπεδα. Η αποτελεσματική σχέση αιτίου-αιτιατού αγκιστρώνεται/θεμελιώνεται στα πεδία μηδενικής ενέργειας του κβαντικού πεδίου. Ωστόσο, για κάθε επίπεδο, το αμέσως κατώτερο επίπεδο δρα ως η υλική του βάση.

Οι νόμοι των αναδυόμενων διεργασιών είναι αποκλειστικά χαρακτηριστικοί για το κάθε επίπεδο και με αυτό τον τρόπο, επιτρέπουν στα διάφορα στοιχεία να δρουν μαζί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη σταθεροποίηση των επιπέδων και τη αντίστοιχη διαμόρφωση προτύπων και δομών, τα οποία μπορούν να περιγραφούν μέσω της έννοια της πληροφορίας. Αυτό παράγει τη δυναμική ολοκλήρωση που ξεχωρίζει το κάθε επίπεδο. Στην αρκετά ειδική περίπτωση κατά την οποία η δυναμική ολοκλήρωση ενέχει ενεργές οργανωσιακές διεργασίες που θερμοδυναμικά διαχωρίζουν το σύστημα από το περιβάλλον του, διαμορφώνεται ένα αυτόνομο σύστημα (δείτε §5.3.1.2).

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στις §5.3.1 και §5.3.2 ένας βαθμός διεργασιακής και αλληλεπιδραστικής κλειστότητας είναι απαραίτητος για την εμφάνιση αυτονομίας και την δημιουργία ενός ζωντανού συστήματος, αλλά σε καμία περίπτωση δεν απαιτείται η απόλυτη, αποκλειστική και πλήρης κλειστότητα του αυτοποιητικού πλαισίου (δείτε §5.2). Ειδικότερα, η δημιουργία ενός ζωντανού συστήματος και η επίτευξη του αντίστοιχου βαθμού αυτονομίας, απαιτεί την εδραίωση μιας έσω-έξω ασυμμετρίας (δηλαδή μιας κλειστής επιφάνειας μέσω της διαμόρφωσης συνοριακής μεμβράνης – δείτε §5.3.2), στη συνέχεια, την εδραίωση δυναμικών συσχετίσεων με το περιβάλλον προκειμένου να διαμορφωθεί η απαραίτητη γνωστική τομή (§5.3.3), μια ψηφιακή ανα-περιγραφή με τη μορφή του DNA, προκειμένου να μπορέσει να μεταφερθεί η μορφή του οργανισμού και να χρησιμοποιηθεί σε μια επερχόμενη αναπαραγωγή/ανακατασκευή (δείτε §5.3.4 και §5.3.4.4).

Τέλος, σημειώθηκε η απολύτως απαραίτητη διαμόρφωση της συνοριακής μεμβράνης σε ενεργή διεπαφή, επί της οποίας εδραιώνονται σημειωτικές αλληλεπιδράσεις που καταλήγουν στη δημιουργία ερμηνευμένων και κατ' επέκταση, στην ανάπτυξη γνωστικών διεργασιών. Οι μηχανές στερούνται μιας αυτό-οργανωτικής κλειστότητας διεργασιών και αλληλεπίδρασης, αναπαραγωγής, δυισμού κώδικα και εσωτερικής οργάνωσης ενεργών διεπαφών και επομένως, στερούνται της δυνατότητας να εδραιώσουν ένα γνήσιο ερμηνευμένο.

Το νόημα εκδηλώνεται κυρίως στα ζωντανά συστήματα, αλλά θα μπορούσε κανείς, αρχίζοντας από τα διασκορπίζοντα συστήματα, να ορίσει μια ετεραρχία από προ-ζωικά αυτό-οργανωτικά συστήματα βάσει των βαθμών κλειστότητας, ασυμμετρίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού, εδραίωσης δυναμικών συσχετίσεων με το περιβάλλον, ψηφιακής αναπαράστασης και διαμόρφωσης ενεργής διεπαφής και ερμηνευτικών αλληλεπιδράσεων. Συνεπώς, θεωρείται ότι το νόημα παράγεται κατά μήκος όλης της ετεραρχίας, αλλά ειδικότερα, παράγεται μέσα από τις σχέσεις ενός εξατομικευμένου αυτόνομου συστήματος με ένα γενικότερο και μεγαλύτερο φυσικό και κοινωνικό πλαίσιο δράσης. Έτσι, το νόημα παράγεται τόσο στο επίπεδο των εξατομικευμένων αυτόνομων συστημάτων (ανθρώπων, συμπεριλαμβανομένων των υπόλοιπων ζωντανών συστημάτων), όσο και στο επίπεδο των κοινωνικών συστημάτων. Με αυτό τον τρόπο, τα αυτόνομα συστήματα σχετίζονται με διάφορες εκφάνσεις ουσιαστικής και σημαντικής λειτουργικότητας, οι οποίες με τη σειρά τους συνδέονται σε διάφορους τύπους σχέσης αιτίου-αιτιατού (αποτελεσματική, μορφική, τελική ή σκόπιμη). Η κατά ένα τρόπο, 'πληρέστερη' εκδοχή του νοήματος ενέχει κατευθυντικότητα σε τελικό σκοπό, και επομένως, την ύπαρξη ενός ενσυνείδητου γνωστικού πράκτορα που δρα σε ένα κοινωνικό πλαίσιο (δείτε Κεφ. 6).

Οι διάφορες διακρίσεις στις έννοιες του νοήματος (για παράδειγμα, κοινωνικό και αναπαραστασιακό νόημα, προσωπικό, υποκειμενικό, υπαρξιακό, κτλ.) θεωρούνται περαιτέρω διαφοροποιήσεις, οι οποίες εξαρτώνται από μια θεωρία της συνείδησης που δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί, αλλά βρίσκεται ακόμη στο επίπεδο της φιλοσοφικής θεώρησης (Chalmers, 1995;

2004). Ωστόσο, το συστημικό-σημειωτικό μοντέλο που θα περιγραφεί στη συνέχεια, με σκοπό την υποστήριξη, περιγραφή, εξήγηση και μοντελοποίηση της ανάδυσης των σημειωτικών διεργασιών αλληλεπίδρασης στο αυτόνομο σύστημα, θεωρείται και αντιμετωπίζεται ως μια συνεισφορά προς αυτή την κατεύθυνση.

5.3.8.1 Κανονιστικότητα και Λειτουργία πριν από την Εμφάνιση Σημείων και Αναπαραστάσεων

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §5.3.1.4 και στην §5.3.5.2, ένα αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα έχει στη διάθεσή του εναλλακτικούς τρόπους διατήρησης μακριά από τη θέση θερμοδυναμικής ισορροπίας, και έχει τη δυνατότητα να μετατοπίσει τη λειτουργία του από τον ένα στον άλλο, στην περίπτωση που κάποιος από όλους τους διαθέσιμους τρόπους δεν επιτύχει. Οι συνθήκες, κάτω από τις οποίες επιτυγχάνεται η ικανοποίηση μιας λειτουργίας, συνιστούν τις δυναμικές προϋποθέσεις των δυναμικών λειτουργιών που έχει στη διάθεσή του το σύστημα. Στα αναδρομικά αυτό-διατηρούμενα, ένα μεγάλο μέρος των οποίων αποτελούν τα ζωντανά συστήματα, δύναται η ανάδυση αναπαράστασης και εσωτερικής αναγνώρισης του λανθασμένου (εσφαλμένου) περιεχομένου. Με αυτό τον τρόπο, το σύστημα αναπτύσσει γνωστικές ικανότητες και τους αντίστοιχους βαθμούς αυτονομίας.

Οι βασικές έννοιες της σημειωτικής δράσης αναδύθηκαν παράλληλα με την ανάδυση των πρώτων ζωντανών συστημάτων §5.3.4.4. Ωστόσο, υπήρχαν αρκετά αυτό-διατηρούμενα συστήματα μακριά από τη θερμοδυναμική ισορροπία (π.χ. αυτό-καταλυτικές κλειστότητες – δείτε §5.3.1.2), τα οποία αν και δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ζωντανά ή ως αναπαραστασιακά, επεδείκνυαν την ιδιότητα της αυτό-διατήρησης ως μια ‘υπαρξιακή προϋπόθεση’. Συνεπώς, η ικανοποίηση της λειτουργίας για την αυτό-διατήρηση του συστήματος, μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ‘ενδογενές ενδιαφέρον’ για τη διατήρηση του συστήματος μέσω της δικής του δραστηριότητας. Το συγκεκριμένο ενδιαφέρον, το οποίο πηγάζει από το ίδιο το σύστημα, δεν είναι αναγκαστικά η μόνη αξία του συστήματος, το οποίο μπορεί να θέσει νέους στόχους, αξίες ή σκοπούς, καθώς αναπτύσσεται μέσα από διαρκείς διαδικασίες αυτό-οργάνωσης.

Επομένως, το ενδιαφέρον που παρουσιάζει κάθε σύστημα ως προς τη διατήρησή του θεωρείται ως η αρχική του κανονιστικότητα (δείτε §4.1.7, αλλά και §5.3.6.1). Ως εκ τούτου, το ενδογενές ενδιαφέρον και οι λειτουργίες του συστήματος, αναδύθηκαν πριν από το φαινόμενο της ζωής και από τα σημεία ή τις αναπαραστάσεις του συστήματος. Ειδικότερα, οι νόρμες τις ερμηνείας, οι οποίες κάνουν δυνατή την οποιαδήποτε ερμηνεία (δείτε §5.3.7.1) έχουν προηγηθεί οποιαδήποτε ερμηνείας. Επομένως, το πραγματικά ερμηνευτικό σύστημα αναπτύχθηκε εκ των υστέρων. Η κανονιστικότητα, η λειτουργία και το ενδογενές ενδιαφέρον του συστήματος για τη διατήρησή του είναι πιο στοιχειώδεις έννοιες από αυτές του σημείου, της αναπαράστασης, της ερμηνείας και κατ’ επέκταση, του νοήματος. Ωστόσο, τα εν λόγω θεμελιώδη στοιχεία δεν μπορούσαν να παίξουν κανένα σημαντικό ρόλο στην πορεία της εξέλιξης, μέχρι την ανάδυση των αναδρομικά αυτό-διατηρούμενων συστημάτων, δηλαδή μέχρι την ανάδυση της ζωής και των σημείων. Με άλλα λόγια, ελλείπει ενός πράκτορα (ενός ζωντανού συστήματος που τείνει να εκπληρώνει το ενδογενές του ενδιαφέρον), τα θεμελιώδη στοιχεία δεν έχουν κανένα νόημα. Επομένως, οι ‘πραγματικές’ τελικές αιτιάσεις αναδύονται παράλληλα με τη ζωή και τα σημεία.

Είναι προφανές ότι η μελλοντική ανάπτυξη ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος εξαρτάται από την εναλλακτική που θα επιλέξει να χρησιμοποιήσει. Μερικές φορές, αυτές οι επιλογές είναι αμετάκλητες, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση επαναδημιουργίας της βασικής υλικής δομής του συστήματος, η οποία συνεπάγεται τον περιορισμό όλης της μελλοντικής του ανάπτυξης. Ωστόσο, ακόμη και αν αυτές οι αμετάκλητες επιλογές δεν μπορούν να ακυρωθούν, η κατασκευή επιπρόσθετων λειτουργικών δομών μπορεί να αντιμετωπίσει τα προβλήματα. Αντιθέτως, αν το σύστημα αποτύχει να διατηρηθεί, η αιτιώδης, αλλά και η σημειωτική (αν έχει προλάβει να την αναπτύξει) ισχύ του, θα τερματιστούν. Επομένως, υπάρχει ένα είδος ασυμμετρίας μεταξύ αποτυχίας και επιτυχίας, βάσει της οποίας, το νόημα της συνολικής αποτυχίας είναι απόλυτο για το σύστημα, ενώ αυτό της επιτυχίας βασίζεται στην

επιλογή της εναλλακτικής λειτουργικής διεργασίας, δηλαδή στον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνεται η αυτό-διατήρηση.

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §5.3.5.2, η έννοια της αναπαράστασης βασίζεται στην έννοια της ελάχιστης νατουραλιστικής κανονιστικότητας. Συνεπώς, η ίδια ασυμμετρία ισχύει μεταξύ της ακυρότητας και της εγκυρότητας της αναπαράστασης, μεταξύ της καταλληλότητας και της ακαταλληλότητάς της, μεταξύ της αναλήθειας και της αλήθειας της. Έτσι, υπάρχει το απόλυτο αρνητικό όριο της εξαφάνισης του συστήματος, αλλά δεν υπάρχει αναγκαστικό θετικό όριο, λόγω του ότι η μελλοντική ανάπτυξη του συστήματος εξαρτάται από τον επιτυχώς επιλεγμένο τρόπο της αυτό-διατήρησης.

Στα αναδρομικά αυτό-διατηρούμενα συστήματα που βρίσκονται μακριά από τη θερμοδυναμική ισορροπία, παρουσιάζεται η ανάδυση των πρωταρχικών αναπαραστασιακών δομών. Αν και ο Bickhard (1998) παρουσιάζει μια ιεραρχία δέκα επιπέδων διαφορετικών ειδών αναπαράστασης, δεν είναι αναγκαία η μελέτη όλων των επιπέδων για τις ανάγκες της παρούσας ενότητας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο στόχος είναι η συμπλήρωση του μοντέλου που παρουσιάστηκε στην §5.3.5.2 – το οποίο αποκτά τη λειτουργικότητά του μέσα στο γενικότερο πλαίσιο που προτείνεται στην §5.3 – με το πλαίσιο των σημειωτικών διεργασιών του Peirce, προκειμένου να κατασκευαστεί ένα γενικότερο μοντέλο που θα υποστηρίζει την ανάδυση των σημειωτικών διεργασιών αλληλεπίδρασης στο αυτόνομο σύστημα, καθώς και την παρακολούθηση της λειτουργικότητάς τους.

Για αυτό τον σκοπό, τρία επίπεδα του Bickhard θεωρούνται σημαντικά:

- i.* το επίπεδο της *ελάχιστης αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης* (δείτε §5.3.5.2),
- ii.* το επίπεδο των *φαινομενικών αντικειμένων*, στο οποίο αντιστοιχίζεται η ανάδυση των εικονικών και δεικτικών σημείων του Peirce, και
- iii.* το επίπεδο της *μάθησης και της μάθησης του μαθαίνειν*, στο οποίο αντιστοιχίζεται η ανάδυση των συμβολικών σημείων.

5.3.8.2 Ελάχιστη Αλληλεπιδραστική Αναπαράσταση

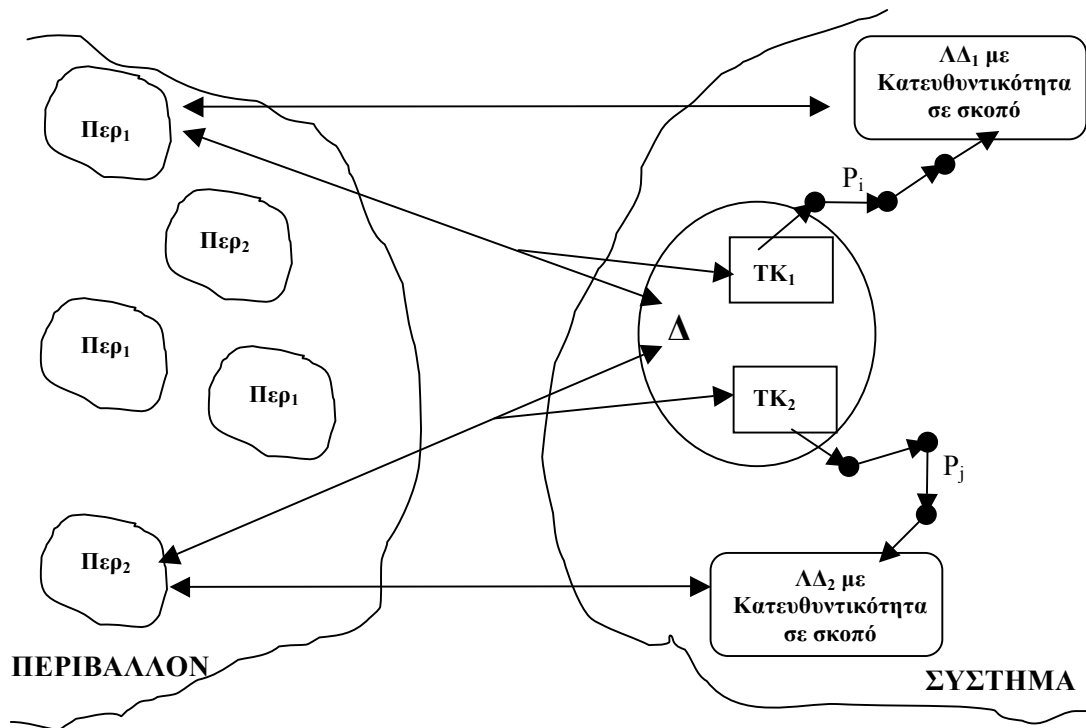
Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §5.3.5.2, ένα αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα, προκειμένου να μπορέσει να αναδείξει την ανάδυση της ελάχιστης, οντολογικά-θεωρούμενης, αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης, χρειάζεται να συμπεριλαμβάνει, ένα υποσύστημα, το οποίο θα εμπεριέχει τουλάχιστον ένα *διαφοροποιητή* (Δ), ο οποίος αλληλεπιδρά με το *περιβάλλον* (Π). Η εσωτερική πορεία της αλληλεπίδρασης θα εξαρτάται τόσο από την οργάνωση του συστήματος όσο και από τις αλληλεπιδραστικές ιδιότητες του Π . Επομένως, η εσωτερική κατάσταση στην οποία έρχεται το Δ μετά το πέρας της αλληλεπίδρασης θα εξαρτάται από το περιβάλλον Π . Έτσι, κάποια περιβάλλοντα Π_1 θα αποφέρουν την ίδια τελική κατάσταση \mathbf{TK}_1 , ενώ κάποια άλλα θα φέρουν το Δ στην τελική κατάσταση \mathbf{TK}_2 . Κάθε τελική κατάσταση θεωρείται ως *διαφοροποιητής* μιας συγκεκριμένης κατηγορίας περιβαλλόντων.

Ωστόσο, η οργάνωση που συνεπάγεται από την παραπάνω περιγραφή, δεν είναι αρκετή για να οριστεί η πιθανή \mathbf{TK}_i του διαφοροποιητή ως μια αναπαράσταση της αντίστοιχης κατηγορίας περιβαλλόντων. Αυτό που ακόμη χρειάζεται είναι δύο ή περισσότερες *ενδείξεις* προς κάποια δραστηριότητα/λειτουργία (Δ_i) του συνολικού συστήματος η οποία είναι κατευθυνόμενη σε ένα τελικό σκοπό. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε σύστημα ελέγχου που κατευθύνεται σε έναν τελικό σκοπό, έστω και αν αυτός ο σκοπός έχει οριστεί και έχει κατασκευαστεί από τον σχεδιαστή του συστήματος.

Συγκεκριμένα, ο Bickhard (1993) αναφέρει, ως παράδειγμα του απλούστερου υποσυστήματος με κατευθυντικότητα σε τελικό σκοπό, έναν διακόπτη ελέγχου, χωρίς να χρειάζεται να επικαλεστεί την έννοια της αναπαράστασης. Αναλυτικότερα, αν \mathbf{A} είναι ένας διακόπτης, ο οποίος μεταθέτει την ροή ελέγχου του συστήματος στο \mathbf{B} (το οποίο μπορεί να ξαναγυρίσει τη ροή στο \mathbf{A}), ή τη μεταθέτει έξω από το υποσύστημα $\mathbf{A-B}$, και αν οι εσωτερικές συνθήκες του \mathbf{A} , οι οποίες καθορίζουν την μετάθεση, ελέγχονται/επηρεάζονται από το περιβάλλον, τότε, το $\mathbf{A-B}$

υποσύστημα συνιστά ένα υποσύστημα με κατευθυντικότητα σε τελικό σκοπό. Ειδικότερα, όταν οι λειτουργικές συνθήκες του **A** ικανοποιηθούν, τότε, η λειτουργία ελέγχου έχει ικανοποιήσει τις συνθήκες του στόχου και επομένως, θα προκαλέσει μια μετάθεση έξω από το υποσύστημα **A-B**. Στην αντίθετη περίπτωση, κατά την οποία, η λειτουργία ελέγχου δεν ικανοποιεί τις συνθήκες του στόχου, θα γίνει μετάθεση της ροής στο **B**. Στο απλό παράδειγμα του θερμοστάτη, η θερμοκρασία ελέγχει την κάμψη μιας διμεταλλικής λωρίδας, η οποία είτε μεταθέτει τον έλεγχο στη λειτουργία του ανεμιστήρα ή κλείνει το σύστημα.

Επομένως, η $\Lambda\Delta_i$ θα πρέπει να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον προκειμένου να επηρεάζεται/ελέγχεται από αυτό (η συνθήκη για να αποτελεί λειτουργική διεργασία με κατευθυντικότητα σε τελικό σκοπό). Στο παρακάτω Σχ. 28 απεικονίζεται η αλληλεπίδραση ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος, το οποίο βρίσκεται στο επίπεδο της *ελάχιστης αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης*. Οι υποδείξεις του πίνακα του σχήματος αφορούν στην αλληλεπίδραση του βακτηρίου *E. coli* (δείτε §5.3.3.2) με το περιβάλλον του αλλά και τη συνέχεια της παρούσας ενότητας.



Αλληλεπιδράσεις

↔ Ενδείξεις: το εύρος των διαθέσιμων αλληλεπιδράσεων για ένα συγκεκριμένο τύπο περιβάλλοντος. Ενδείξεις της αλληλεπιδραστικής δυναμικότητας για το συγκεκριμένο τύπο περιβάλλοντος.

→

Δ: Διαφοροποιητής / Σύστημα χημειο-υποδοχέων που βρίσκονται εκατέρωθεν της διαχωριστικής μεμβράνης.

Περ_i: Πιθανό περιβάλλον του διαφοροποιητή (Δ) / αύξηση ή ελάττωση της συγκέντρωσης θρεπτικού υλικού (μορίων).

TK_i: Τελική κατάσταση του διαφοροποιητή (Δ) / σχετικός κορεσμός και μη-κορεσμός των υποδοχέων.

ΛΔ_i: Λειτουργική διεργασία του συστήματος / γραμμική (σε ευθεία) κίνηση του βακτηριδίου ή το αναποδογύρισμα γύρω από τον άξονά του.

Σχήμα 28. Μοντελοποίηση της αλληλεπίδρασης ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος, το οποίο βρίσκεται στο επίπεδο της ελάχιστης αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης.

Το βασικό μοντέλο της ελάχιστης αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης ταιριάζει στην εν λόγω αλληλεπίδραση (χημειόταξη του *Eshcherichia coli*) (δείτε Hoffmeyer 1997). Τα βακτηρίδια *E.coli* κινούνται προς την κατεύθυνση που προσφέρει περισσότερα τροφικά μόρια, παρά προς την αντίθετη κατεύθυνση. Αυτό το επιτυγχάνουν μετρώντας την πυκνότητα των μερών χημειο-υποδοχής που βρίσκονται εκατέρωθεν της διαχωριστικής μεμβράνης (*transmembrane chemoreceptors*) ενώ κινούνται, και μεταδίδοντας τον μέσο όρο των μετρήσεων στα *flagellar motors* που συντονίζουν τη μετακίνηση του κυττάρου.

Το σύστημα των *transmembrane chemoreceptors*, το οποίο είναι ευαίσθητο στα τροφικά μόρια (σε όποιο σημείο και αν οριστούν τα εσωτερικά του όρια) αποτελεί μια φυσική υποψηφιότητα για τον διαφοροποιητή του *E. coli*. Ο σχετικός κορεσμός και μη-κορεσμός των υποδοχέων (ή των

εσωτερικών άκρων των υποδοχέων, τα αντίστοιχα συνδεδεμένα ligands⁸²) διαμορφώνουν τις δύο πιθανές τελικές καταστάσεις του διαφοροποιητή. Όταν η εξωτερική συγκέντρωση θρεπτικού υλικού αυξάνεται σε σχέση με τη κίνηση του βακτηριδίου, οι υποδοχείς θα συνεχίζουν να κορεννούνται, διαφορετικά, ο βαθμός κορεσμού των υποδοχέων θα μειωθεί. Κάθε μια από τις τελικές καταστάσεις αποτελεί ένδειξη για αριστερόστροφες ή δεξιόστροφες κινήσεις μέσω του της κινητήριας ουράς του (flagellum) αντιστοίχως, και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την γραμμική (σε ευθεία) κίνηση του βακτηριδίου ή το αναποδογύρισμα γύρω από τον άξονά του.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στο μοντέλο της βασικής αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης ταιριάζει ακόμη και ένας θερμοστάτης. Η βασική διαφορά, μεταξύ του θερμοστάτη και του *E. coli*, είναι ότι το πρώτο δεν μπορεί να θεωρηθεί ζωντανό σύστημα (όπως άλλωστε σχεδόν όλες οι τεχνητές αυτό-ρυθμιζόμενες μηχανές). Επομένως, η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών συστημάτων δεν έγκειται στη φύση της αναπαράστασης που χρησιμοποιούν, αλλά στη φύση των σκοπών που επιδιώκουν. Σε αντίθεση με τους θερμοστάτες, τα βακτηρίδια *E. coli* θεωρούνται ως συστήματα μακριά από τη θερμοδυναμική τους ισορροπία και επομένως, οφείλουν να διατηρούν τον εαυτό τους διαρκώς. Ως εκ τούτου, έχουν ένα ενδογενές φυσικό ενδιαφέρον για τη διατήρησή τους. Επομένως, το ερώτημα που προκύπτει είναι κατά πόσο θεωρείται επαρκές να χαρακτηρίζει κανείς τα ζωντανά συστήματα, ή τους (βιο)σημειωτικούς (biosemiotics) (δείτε Hoffmeyer, 2003; 1997; Hoffmeyer & Emmeche, 1999) πράκτορες, ως ελάχιστα αναπαραστασιακά συστήματα, τα οποία εμφανίζουν τουλάχιστον ένα ενδογενές φυσικό ενδιαφέρον, ή αν το τελευταίο αποτελεί απλά μια αναγκαστική συνθήκη (δείτε επίσης, §5.3.8.3).

Στο συγκεκριμένο επίπεδο της αναπαράστασης, υπάρχουν μερικά σημαντικά στοιχεία τα οποία πρέπει να σημειωθούν. Αρχικά, το μοντέλο της §5.3.5.2 προσφέρει μόνο ένα τυπικό μοντέλο για την πιο στοιχειώδη 'πραγματική' αναπαράσταση. Οι αντίστοιχες δομές στα 'πραγματικά' συστήματα θα πρέπει να εντοπισθούν και να αναγνωριστούν αναλόγως και ξεχωριστά σε κάθε διαφορετική περίπτωση. Για παράδειγμα, ο διαφοροποιητής δεν χρειάζεται να είναι ένα χωρικά διαφοροποιούμενο 'όργανο' σε ολόκληρο το σύστημα, αλλά μπορεί να είναι ενσωματωμένος με έναν κατανεμημένο τρόπο στο σύστημα (δείτε §4.3.2 και §4.3.3). Επίσης, οι αναπαραστάσεις του συστήματος εξαρτώνται από την πιθανή τελική κατάσταση του διαφοροποιητή, επομένως, κατασκευάζονται από το σύστημα και δεν υφίστανται διαρκώς.

Ειδικότερα, αυτό το πρωτογενές είδος αναπαραστάσεων δεν περιλαμβάνει αναπαραστάσεις που να μοιάζουν με σταθερές δομές, οι οποίες φέρουν γραμμένες οδηγίες (όπως για παράδειγμα τα τμήματα του DNA) που κάθονται αδρανείς και περιμένουν να διαβαστούν και να ερμηνευτούν. Αντιθέτως, η κατασκευή τους επαναλαμβάνεται σε κάθε αλληλεπίδραση μεταξύ του διαφοροποιητή και του περιβάλλοντός του. *Η μονιμότητα αφορά στην πιθανότητα της κατασκευής τους και όχι στην ύπαρξή τους ως καταστάσεις του συστήματος.* Ακολουθώντας, οι διάφορες ελάχιστες αναπαραστάσεις θεωρούνται ως εσωτερικές καταστάσεις του συστήματος. Ως εκ τούτου, δεν θεωρούνται σταθερές εξωτερικές οντότητες ή αντικείμενα, τα οποία απλώς περιμένουν να γίνουν αντιληπτά από το σύστημα. Παρόλα αυτά, ακόμη και αυτό το επίπεδο των αναπαραστάσεων δεν αποτελείται από απόλυτα εσωτερικές και κατά ένα τρόπο 'σολιμιστικές' κατασκευές του συστήματος. Αντιθέτως, οι εν λόγω αναπαραστάσεις κατασκευάζονται στην αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, με τέτοιο τρόπο, ώστε να παράγονται κατά την επαφή και τη γνωριμία/επικοινωνία του συστήματος με το περιβάλλον.

Επομένως, για το ίδιο το σύστημα δεν υπάρχουν αντικείμενα, πέρα από τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες (ποιότητα) των αντικειμένων στο περιβάλλον. Το μόνο που μπορεί να 'αντιληφθεί' ένας απλός θερμοστάτης είναι ο τύπος του περιβάλλοντος με τον οποίο αλληλεπιδρά. Σε αυτή την

⁸² Ένα άτομο, ιόν (φορτισμένο σωματίδιο λόγω πρόσληψης ή αποβολής ηλεκτρονίων) ή ένα μόριο, το οποίο, γενικότερα, προσφέρει ένα ή περισσότερα από τα ηλεκτρόνια του μέσω ενός συντονισμένου ομοιοπολικού δεσμού, ή μοιράζεται τα ηλεκτρόνια του μέσω ενός απλού ομοιοπολικού δεσμού, με ένα ή περισσότερα κεντρικά άτομα ή ιόντα. Μέσα σε ένα λειτουργικό σύνολο, το ligand σταθεροποιεί το κεντρικό άτομο και καθορίζει την αντιδραστικότητά του.

περίπτωση, είναι ο κάθε παρατηρητής που χρησιμοποιεί τον θερμοστάτη και θεωρεί ότι ο θερμοστάτης μετράει την θερμοκρασία και συγκρίνει την μετρούμενη τιμή με τον στόχο του. Έννοιες όπως η θερμοκρασία και γενικότερες έννοιες, όπως το 'αντικείμενο' ανήκουν στο ανθρώπινο περιβάλλον αλληλεπίδρασης. Οι θερμοστάτες και άλλες αντίστοιχες συσκευές δεν έχουν καμία πρόσβαση σε αυτές.

Η περίπτωση του *E.coli* δεν είναι ακριβώς παρόμοια με αυτή των τεχνητών συστημάτων. Αναλυτικότερα, αν τα *E.coli* βακτηρίδια ήταν τόσο απλά συστήματα όπως οι θερμοστάτες, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι δεν υπάρχει αναπαριστώμενο αντικείμενο για αυτά και επομένως, τα βακτηρίδια 'αναγνωρίζουν' μόνο τον τύπο του περιβάλλοντος και όχι τα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά μόρια, όταν αντιδρούν με την κατάλληλη στρατηγική προς αυτά. Ωστόσο, υπάρχει περίπτωση, οι λεπτομέρειες της επεξεργασίας της αναπαράστασης των βακτηριδίων να είναι αρκετά πολύπλοκη για τον παρατηρητή, ώστε ο τελευταίος να μπορεί να θεωρήσει ότι τα βακτηρίδια αντιλαμβάνονται αντικείμενα (θρεπτική τροφή), δηλαδή ότι τα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά μόρια, εμφανίζονται ως αντικείμενα στα βακτηρίδια. Σε αυτή την περίπτωση, η αλληλεπιδραστικά κατασκευασμένη εσωτερική αναπαράσταση του αντικειμένου, επιδέχεται μιας πιο ανθρωπομορφικής ερμηνείας.

Ανεξάρτητα από το εάν υπάρχει εσωτερική αναπαράσταση του αντικειμένου στο σύστημα, θα πρέπει να τονιστεί ότι, οι στόχοι ή τα ενδογενή φυσικά ενδιαφέροντα δεν χρειάζεται να αναπαρίστανται στο σύστημα. Ένας μηχανικός θερμοστάτης δεν έχει κανένα ενδογενές ενδιαφέρον, δηλαδή δεν έχει κανένα στόχο ο ίδιος από μόνος του (αν και υπάρχει ο σχεδιαστής του έχει τους δικούς του στόχους, μερικοί από τους οποίους περνούν στη μηχανή). Ανάλογα, στην περίπτωση του βακτηριδίου, του οποίου το απώτατο ενδογενές ενδιαφέρον είναι μόνο η αυτό-διατήρησή του, δεν υπάρχει καμία αναπαράσταση του ενδιαφέροντός του. Όπως, προαναφέρθηκε, ζωή ή θάνατος είναι το κανονιστικό κριτήριο της επιτυχίας. Συνεπώς, δεν είναι κυκλικός (και επομένως, είναι τουλάχιστον νατουραλιστικά αποδεκτός) ο ορισμός της λειτουργίας, του ενδογενούς φυσικού ενδιαφέροντος και του στόχου πριν τον ορισμό της έννοιας της αναπαράστασης.

Αναλυτικότερα, όπως έχει ήδη αναφερθεί στην §5.3.5.2, στα αναδρομικώς αυτό-διατηρούμενα συστήματα, η ελάχιστη αλληλεπιδραστική αναπαράσταση οδηγεί την κατευθυνόμενη προς τελικό σκοπό δραστηριότητα του συστήματος. Η εν λόγω καθοδήγηση μπορεί να είναι ακατάλληλη ή εσφαλμένη, δηλαδή να είναι λάθος, γεγονός που δεν χαλάει την 'αναπαραστατικότητα' της αναπαράστασης. Επιπλέον, το σύστημα έχει τη δυνατότητα, στο ίδιο επίπεδο της ελάχιστης αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης, να ανακαλύψει ότι η αναπαράστασή του είναι λανθασμένη. Έτσι, δεν υπάρχει μόνο η πιθανότητα να γίνει λάθος, αλλά να ανακαλύψει το ίδιο το σύστημα ότι κάνει λάθος. Συγκεκριμένα, αν το σύστημα αποτύχει στην επίτευξη του στόχου του, τότε κάτι ήταν λάθος σχετικά με τις ενδείξεις των περαιτέρω αλληλεπιδράσεων για τον συγκεκριμένο στόχο, και από τη στιγμή που η αποτυχία στην επίτευξη του στόχου αποτελεί μια εσωτερική συνθήκη του συστήματος, η πληροφορία (η ενδο-διαμόρφωση του συστήματος) για τη συγκεκριμένη αποτυχία είναι λειτουργικά διαθέσιμη στο σύστημα για περαιτέρω επεξεργασία.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της δυνατότητας εσωτερικού εντοπισμού του λάθους στο συγκεκριμένο επίπεδο της αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης είναι η περίπτωση των *αλαρμόνων* (*alarmones* – *μόρια σηματοδότησης*), η οποία μελετήθηκε αρχικά από τον Tomkins (1975) και σχολιάζεται για τη σημειωτική της φύση από τον Hoffmeyer (2002). Οι αλαρμόνες είναι μόρια βακτηριδιακής σηματοδότησης (μόρια σηματοδότησης βακτηριδίων) που σηματοδοτούν ένταση και πίεση (stress), όπως για παράδειγμα στις περιπτώσεις έλλειψης γλυκόζης. Όταν μόρια σακχαρίνης μπλοκάρουν τους χημειο-υποδοχείς ενός βακτηριδίου, το βακτηριδιακό σύστημα ερμηνεύει λανθασμένα την όλη κατάσταση, θεωρώντας ότι η συγκέντρωση της γλυκόζης συνεχίζει να αυξάνεται. Έτσι, το βακτηρίδιο συνεχίζει να κολυμπάει ακολουθώντας την ευθεία πορεία που έχει χαράξει, αν και με αυτό τον τρόπο δεν συνεχίζει να τρέφεται με το πρωταρχικό θρεπτικό συστατικό, τη γλυκόζη, όσο θα ήταν απαραίτητο.

Σε αυτή την περίπτωση, αν το βακτηρίδιο δεν έχει άλλα μέσα για να εξασφαλίσει την παραγωγή ενέργειάς του, θα πεθάνει, κυριολεκτικά, από την πείνα. Ωστόσο, στην ασιτία γλυκόζης, δηλαδή όταν δεν υπάρχει γλυκόζη στο κύτταρο, το ίδιο ένζυμο (*glucose kinase*) που αρχίζει την διεργασία της υποβάθμισης/υποβιβασμού της γλυκόζης, αρχίζει επίσης μια μικρότερης εμβέλειας αντίδραση (δευτερογενής αντίδραση λόγω της στέρησης του απαραίτητου υποστρώματος για την βασική του αντίδραση). Η μικρότερης εμβέλειας αντίδραση αφορά στην υποβάθμιση της ATP στην κυκλική AMP (cAMP). Λόγω του ότι η cAMP και η ATP τείνουν να συνδεθούν στις ίδιες περιοχές των πρωτεϊνών του κυττάρου, η αυξανόμενη συγκέντρωση της cAMP οδηγεί σε αυξανόμενη μετατόπιση της ATP από τις κανονικές της περιοχές σύνδεσης. Έτσι, εφόσον η ATP είναι το κύριο μόριο μεταφοράς ενέργειας του κυττάρου, η συγκεκριμένη διεργασία μπλοκάρει αποτελεσματικά την κατανάλωση ενέργειας του κυττάρου.

Η εν λόγω δράση μπλοκαρίσματος (με αποτέλεσμα τη μείωση) στην κατανάλωση ενέργειας, θεωρείται στην συγκεκριμένη περίπτωση, αυτό-λειτουργική για το βακτηριδιακό σύστημα. Συγκεκριμένα, παρέχει περισσότερο χρόνο στο σύστημα για να εντοπίσει το σφάλμα στην ερμηνευτική διεργασία, η οποία οδηγεί τη χημειόταξη (δηλαδή τις κινήσεις) του συστήματος. Η πρωθύστερη δυσλειτουργική ένδειξη της συνέχισης της ευθείας κίνησης του υποσυστήματος του χημειο-υποδοχέα, μπλοκάρεται μέσω μετάθεσης της δράσης στο υποσύστημα κατανάλωσης ενέργειας. Το συγκεκριμένο υποσύστημα, 'εντοπίζει' και αποκαθιστά τα 'εντοπιζόμενα' λάθη στο υποσύστημα του flagellar χημειο-υποδοχέα. Η παραγωγή των μορίων cAMP (από την ATP) θεωρείται ως ένας τρόπος ελέγχου της συμπεριφοράς που ελέγχεται ήδη από άλλα υποσυστήματα.

Η προαναφερθείσα περιγραφή είναι ένα υποθετικό σενάριο του Tomkins (1975) σχετικά με την αφετηρία εξέλιξης της παραγωγής της cAMP. Η αυξανόμενη συγκέντρωση της cAMP θεωρείται ένα καθαρό παράπλευρο αποτέλεσμα μιας διεργασίας ανίχνευσης του σφάλματος. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι, το συγκεκριμένο παράπλευρο αποτέλεσμα φαίνεται να συσχετίζεται με την εμφάνιση λαθών στη χημειόταξη. Στη σύγχρονη βιολογία, θεωρείται ότι τα βακτηριδιακά συστήματα χρησιμοποιούν την αυξανόμενη συγκέντρωση της cAMP ως ένα 'σήμα κινδύνου' της εσωτερικής τους κατάστασης σχετικά με την ασιτία γλυκόζης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η cAMP να χρησιμοποιείται ως ένα 'σήμα απελευθέρωσης' για συγκεκριμένες διεργασίες δευτερολογίας (αντιγραφής) της παραγωγής μιας σειράς ένζυμων που απαιτούνται για την υποβάθμιση των μη-γλυκοζούχων ζαχάρων.

Στην περίπτωση που υπήρχε γλυκόζη, η παραγωγή αυτών των ένζυμων δεν θα ήταν αναγκαία. Αν η υποθετική ιστορία σχετικά με την αφετηρία της παραγωγής της cAMP ευσταθεί, θα μπορούσε κανείς να υποθέσει ότι τα βακτηριδιακά συστήματα έχουν 'μάθει', κατά τη διάρκεια της εξέλιξής τους, να 'γνωρίζουν' την πιθανή συσχέτιση μεταξύ cAMP και ασιτίας. Ειδικότερα, η υψηλή συγκέντρωση της cAMP έχει γίνει ένα σημείο για το φαινόμενο με το οποίο συσχετίζεται (δηλαδή την ασιτία) στο βακτηριδιακό σύστημα. Επιπλέον, τα βακτηριδιακά συστήματα έχουν αναπτύξει επιπρόσθετες μεθόδους διαφυγής από τη συγκεκριμένη ανεπιθύμητη κατάσταση. Συγκεκριμένα, όταν εντοπιστεί η ασιτία γλυκόζης, εξαπολύεται η παραγωγή των μέσων για ένα εναλλακτικό σύστημα παραγωγής ενέργειας, έτσι ώστε στη συνέχεια, το πρωταρχικό ερμηνευτικό λάθος στην χημειόταξη δεν θεωρείται πλέον ως δυσλειτουργικό, δηλαδή ως εσφαλμένο για το σύστημα. Αυτό συμβαίνει διότι έπειτα από όλες τις αναπτύξεις των εναλλακτικών συστημάτων, τα υποτιθέμενα αρχικά μέσα για την παραγωγή cAMP (ως ένα παράπλευρο προϊόν) έχουν γίνει πλέον δυσλειτουργικά για το σύστημα. Η μείωση της δραστηριότητας του βακτηριδιακού συστήματος δεν χρειάζεται πλέον, εφόσον τα μη-γλυκοζούχα ζάχαρα που μπλοκάρουν τους χημειο-υποδοχείς αποδείχτηκαν φαγώσιμα για το σύστημα.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμη και αν η συγκεκριμένη εξελικτική ιστορία ήταν λάθος, δείχνει ότι το επίπεδο της ελάχιστης αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης είναι αυτό που χρειάζεται για τέτοιου είδους μετάθεση και εναλλαγή της συμπεριφοράς ενός συστήματος. Συνολικά, το λάθος

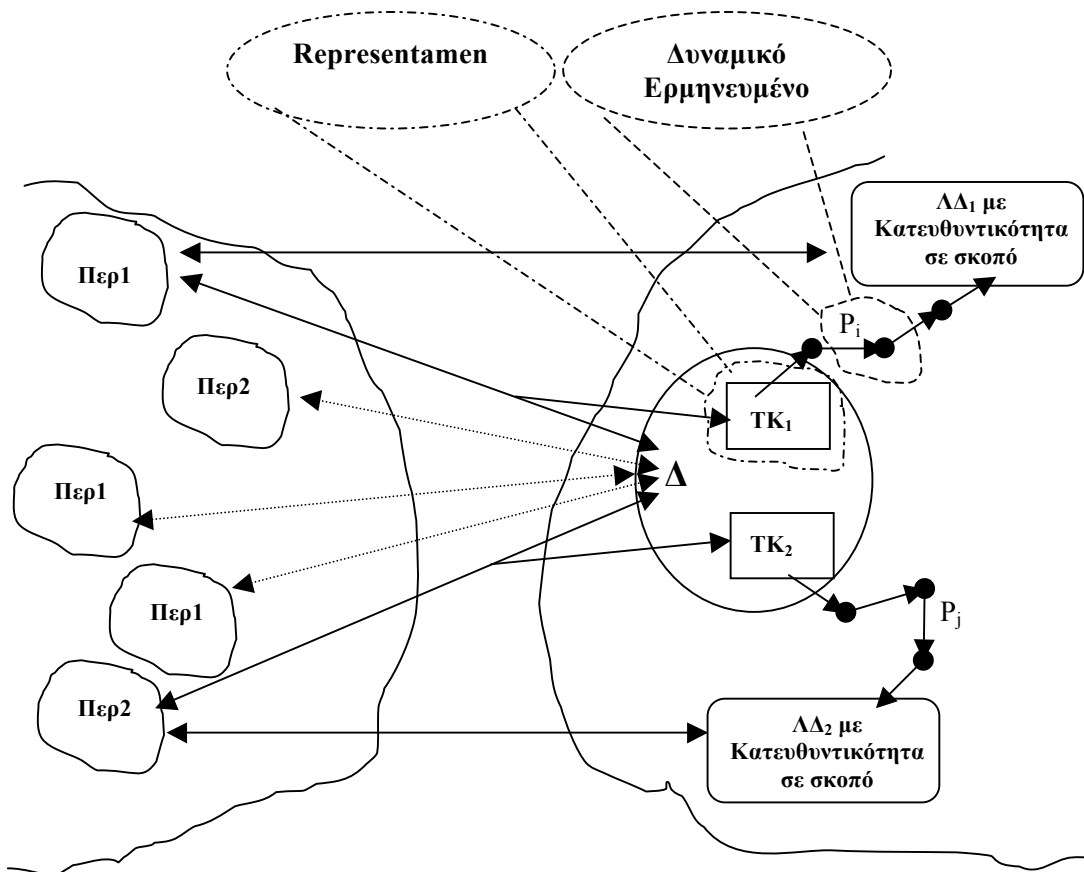
και η αποτυχία επίτευξης ενός στόχου μπορεί να εντοπιστεί και να αποκατασταθεί από άλλους διαφοροποιητές που λειτουργούν στο ίδιο επίπεδο της αναπαράστασης⁸³.

5.3.8.3 Η Ανάδυση των Αντικειμένων της Αναπαράστασης

Λαμβάνοντας υπόψη τα βασικά στοιχεία και τις θεμελιώδεις έννοιες της σημειωτικής του Peirce (δείτε §5.3.7.2), φαίνεται ότι κάποια από αυτά μπορούν ισοδύναμα να αντιστοιχηθούν με τα βασικά στοιχεία της δομής μιας ελάχιστης αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης. Συγκεκριμένα, το υποσύστημα που περιλαμβάνει τον διαφοροποιητή (Δ) μαζί με το σύνολο των ενδείξεων της αλληλεπιδραστικής δυναμικότητας, δηλαδή το σύνολο των εν δυνάμει λειτουργικών διεργασιών ($\Delta\Delta_i$) συνιστά μια συστημική *συνήθεια*. Κάθε τελική κατάσταση (\mathbf{TK}_i) του διαφοροποιητή (Δ) συνιστά το *Representamen* (δείτε §5.3.7.2) του *Σημείου* και η υποδεικνύουσα λειτουργική διεργασία ($\Delta\Delta_i$) του συστήματος συνιστά το *Δυναμικό Ερμηνευμένο* ($\Delta\mathbf{E}$) του *Σημείου*. Η εν λόγω αντιστοίχιση απεικονίζεται στο Σχ. 29.

Λόγω της έλλειψης του αντικειμένου του σημείου (για το σύστημα), τα διάφορα σημεία δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως εικονικά, δεικτικά ή συμβολικά (δηλαδή οι πιθανές σχέσεις που μπορεί να έχει ένα τριαδικό σημείο με το 'πραγματικό' δυναμικό αντικείμενό του - $\Delta\mathbf{A}$). Ωστόσο, η έννοια του *φαινομενικού αντικειμένου* μπορεί να οριστεί, στη βάση της ελάχιστης αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης.

⁸³ Η ελάχιστη αλληλεπιδραστική αναπαράσταση αντιστοιχεί στο επίπεδο 4 της ιεραρχίας αναπαραστάσεων του Bickhard (1998, σελ. 189-191).



	Αλληλεπιδράσεις - Περιβαλλοντικές διαφοροποιήσεις που υποδεικνύουν λειτουργικές διεργασίες οι οποίες ενδεικτικά εξουσιοδοτούνται.
	Ενδείξεις: το εύρος των διαθέσιμων αλληλεπιδράσεων για ένα συγκεκριμένο τύπο περιβάλλοντος. Ενδείξεις της αλληλεπιδραστικής δυναμικότητας για το συγκεκριμένο τύπο περιβάλλοντος.

Δ : Διαφοροποιητής.
Περ_i: Πιθανό περιβάλλον του διαφοροποιητή (Δ).
TK_i: Τελική κατάσταση του διαφοροποιητή (Δ).
ΛΔ_i: Λειτουργική διεργασία του συστήματος.

Σχήμα 29. Representamen και Δυναμικό Ερμηνευμένο κατά την ανάδυση των αντικειμένων της αναπαράστασης στην αλληλεπίδραση ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος.

Ένα αναπαραστασιακό σύστημα μπορεί να εμπεριέχει αρκετούς αλληλοσυνδεδεμένους διαφοροποιητές και αρκετούς διαφορετικούς στόχους. Οι ενδείξεις, βάσει μιας τελικής κατάστασης, μπορεί να είναι πολλαπλές. Η επιλογή μιας συγκεκριμένης ένδειξης μπορεί να εξαρτάται από άλλους διαφοροποιητές και από την επίτευξη άλλων στόχων.

Σε ένα τόσο πολύπλοκο αναπαραστασιακό σύστημα ο εσωτερικός χρόνος επεξεργασίας του συστήματος μπορεί να γίνει πολύ μεγάλος και να μην επιτρέπει τους απαραίτητους γρήγορους ελέγχους των περιβαλλοντικών συνθηκών. Σε ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να είναι αποδοτικότερο να δημιουργηθεί και να διατηρηθεί ένα σύνολο από σταθερές και πρότυπες ρυθμίσεις ενδείξεων δραστηριότητας, οι οποίες θα πρέπει να ενημερώνονται καθώς εξελίσσεται η αλληλεπίδραση του συστήματος και να χρησιμοποιούνται όταν χρειάζονται. Σε αυτή την περίπτωση, αν χρειάζονται για κάποια αλληλεπίδραση που κατευθύνεται προς ένα

συγκεκριμένος στόχο, θα είναι ήδη διαθέσιμες και επομένως, δεν θα απαιτείται επιπρόσθετος χρόνος και υπολογιστικοί πόροι εκείνη τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.⁸⁴

Η οργάνωση τέτοιων σταθερών και πρότυπων ενδείξεων συνιστά την πληροφορία του συστήματος αναφορικά με το είδος των αλληλεπιδράσεων που είναι διαθέσιμες και αναφορικά με το ποιες δύνανται να γίνουν διαθέσιμες σε περίπτωση που το σύστημα έχει ήδη εμπλακεί σε άλλες συγκεκριμένες αλληλεπιδράσεις. Μια τέτοια οργάνωση των ενδείξεων των αλληλεπιδραστικών δυνατοτήτων βάσει των σταθερών και πρότυπων μορφών οργάνωσης αποτελεί ένα είδος *εικόνας κατάστασης (situation image)* (Bickhard & Terveen 1995, Bickhard, 1998). Η 'εικόνα κατάστασης' χρησιμοποιείται ως βάση για αλληλεπίδραση ενώ η διαρκής ενημέρωση του σταθερού προτύπου (default settings), κατά κάποιο τρόπο διαχωρίζεται ως μια ανεξάρτητη διεργασία. Συγκεκριμένα, η δημιουργία και η διατήρηση της πληροφορίας στην 'εικόνα κατάστασης' θεωρείται ο λειτουργικός λόγος για την εμπλοκή του συστήματος στις αλληλεπιδράσεις διαφοροποίησης, αλλά οι ενδείξεις σε μια 'εικόνα κατάστασης' μπορεί να έχουν μια πολύπλοκη εξάρτηση, τόσο από τις τρέχουσες καταστάσεις διαφοροποίησης και από το τρέχον πλαίσιο δράσης, όσο και από άλλες ενδείξεις που εμμέσως ενεργοποιούνται μέσω της 'εικόνας κατάστασης'. Με άλλα λόγια, η συνεχόμενη ενημέρωση της 'εικόνας κατάστασης' μπορεί να εκδηλώσει σύγχρονες αλλά και χρονικές εξαρτήσεις με το πλαίσιο δράσης του συστήματος.

Η διεργασία ενημέρωσης της 'εικόνας κατάστασης', δηλαδή η διεργασία κατασκευής καινούργιων ενδείξεων και αλλαγής των παλαιών, αφήνει αρκετά μέρη της συνολικής 'εικόνας κατάστασης' ανέπαφα, έτσι ώστε η τελευταία εμπεριέχει αρκετές χρονικές αμεταβλητότητες. Στην περίπτωση που το σύστημα είναι σε θέση να ανακαλύψει τέτοιου είδους οργανώσεις αλληλεπιδραστικής δυναμικότητας στην 'εικόνα κατάστασης', οι οποίες επιδεικνύουν, σε σχέση με τις περισσότερες των ενημερώσεων, μια τάση σταθερότητας και αμεταβλητότητας των προτύπων τους, τότε οι εν λόγω αμεταβλητότητες συνιστούν, κατά κάποιο τρόπο, ένα είδος *αντικειμένων* για το ίδιο το σύστημα. *Επομένως, τα φυσικά αντικείμενα επιστημολογικά θεωρούνται –από τη στιγμή που είναι προσβάσιμα από το ίδιο το σύστημα –ως οι αμεταβλητότητες των προτύπων των δυναμικών αλληλεπιδράσεων στο πλαίσιο συγκεκριμένων φυσικών αλληλεπιδράσεων.*⁸⁵

Στο επίπεδο της ανάδυσης αντικειμένων μέσω της ανακάλυψης χρονικών αμεταβλητοτήτων στην 'εικόνα κατάστασης', αντιστοιχίζεται η ανάδυση της μνήμης και της αντίληψης. Συγκεκριμένα, η ανακάλυψη χρονικών αμεταβλητοτήτων στην 'εικόνα κατάστασης' συνιστά ένα είδος μνήμης του συστήματος και κάνει δυνατή την *ενεργητική ανάκληση (active remembering)*. Ειδικότερα, οι προηγούμενες 'εμπειρίες' μπορούν να ανακατασκευαστούν και οι ενεργές ενημερώσεις της 'εικόνας κατάστασης' (οι 'τωρινές εμπειρίες') μπορούν να προσδιοριστούν βάσει των παλαιών, δηλαδή τα αντικείμενα και οι διάφορες αμετάβλητες σχέσεις τους μπορούν να προσδιοριστούν και να αναγνωριστούν επανειλημμένως. Έτσι, μέσα από τη μνήμη και την δυνατότητα αναγνώρισης, αναδύεται η δυνατότητα αντίληψης, η οποία προϋποθέτει ένα είδος αναγνώρισης και επομένως, ένα είδος μνήμης.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αναδύονται δύο είδη μνήμης. Μια μνήμη που αφορά στις συνέχειες του περιβάλλοντος και μια άλλη που αφορά στην εσωτερική ροή δραστηριότητας του συστήματος. Αν και οι δύο αυτές μορφές αντίληψης αφορούν εσωτερικές καταστάσεις του συστήματος, η μεταξύ τους διαφορά συνιστά τη διαφορά μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής εμπειρίας. Η διαφορά έγκειται στα αλληλεπιδρώντα περιβάλλοντα. Συγκεκριμένα, η αντίληψη σχετικά με τις συνέχειες του περιβάλλοντος συνιστά την εξωτερική εμπειρία, στην οποία το περιβάλλον αλληλεπιδράσης θεωρείται τουλάχιστον ως μερικώς εξωτερικό των συνόρων του συστήματος. Από την άλλη μεριά, το περιβάλλον αλληλεπίδρασης, στην γενικότερη αντίληψη

⁸⁴ Το επίπεδο 6 της ιεραρχίας αναπαραστάσεων του Bickhard (1998, σελ. 194).

⁸⁵ Το επίπεδο 7 της ιεραρχίας αναπαραστάσεων του Bickhard (1998, σελ. 197).

της ιστορίας της δραστηριότητας του συστήματος, θεωρείται εσωτερικό του συστήματος και επομένως, συνιστά εσωτερική εμπειρία. Ως εκ τούτου, οι ξεχωριστές καταστάσεις πραγμάτων ή τα διάφορα αντικείμενα, και επομένως, τα διάφορα σημεία με τα οποία αλληλεπιδρά ένα σύστημα, θεωρούνται, στο πιο θεμελιώδες επίπεδο, ως απλές κατηγορίες περιβαλλόντων, και στο επίπεδο των αντικειμένων, ως αμετάβλητες ιδιότητες περιβαλλόντων διαφορετικών κατηγοριών, οι οποίες κατασκευάζονται και διαφοροποιούνται μεταξύ τους, από το ίδιο το σύστημα.

Η ανάδυση του επιπέδου των φαινομενικών αντικειμένων και των αντίστοιχων αντιλήψεων, θεωρείται εσωτερική του συστήματος και συνίσταται ως οι εσωτερικές του καταστάσεις. Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §5.3.5.1, η εν λόγω ανάδυση δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την επαφή με το περιβάλλον, και συνιστά την *ερμηνευτική περιοχή* του συστήματος. Αυτό είναι επίσης το επίπεδο στο οποίο παρατηρείται η ανάδυση των απλούστερων τριαδικών σημειωτικών διεργασιών ή αλλιώς, διεργασιών αναπαράστασης. Συγκεκριμένα, σε αυτό το επίπεδο υποστηρίζεται η θεώρηση της ανάδυσης των *Άμεσων Αντικειμένων των σημείων* με τα οποία αλληλεπιδρά το σύστημα. Το σύστημα, μέσα από την ικανότητά του να έχει εμπειρίες αντικειμένων, δηλαδή να ανακαλύπτει διάφορες αμεταβλητότητες στην 'εικόνα κατάστασης', αποκτά επίσης την ικανότητα να ανακαλύπτει αμετάβλητες σχέσεις μεταξύ των εν λόγω αμεταβλητοτήτων. Έτσι, το σύστημα ανακαλύπτει τις αμετάβλητες σχέσεις ως αιτιώδεις σχέσεις, σχέσεις ομοιότητας, σχέσεις μέρους-συνόλου και σχέσεις γειννίασης (χωρικές) μεταξύ των αντικειμένων.

Ειδικότερα, ένα σύστημα μπορεί να ανακαλέσει (να θυμηθεί) τα αντικείμενα τα οποία έχει αντιληφθεί στο παρελθόν, και να τα θεωρήσει, κατά κάποιον τρόπο, όμοια με αυτά που αναδύονται κατά την διάρκεια της καινούργιας αντίληψης. Με αυτό τον τρόπο, μπορούν να αναγνωριστούν διάφορες ομοιότητες, οι οποίες διαμορφώνουν τις συνθήκες 'γνωριμίας' της εκάστοτε καινούργιας αντίληψης ως ένα εικονικό σημείο (iconic sign) ενός αντικειμένου που έχει γίνει αντιληπτό στο παρελθόν. Παρόμοια, σε αυτό το επίπεδο, το σύστημα αποκτά τη δυνατότητα να αναγνωρίζει αιτιώδεις αλλά και άλλες σχέσεις (όπως αυτή της χωρικής γειννίασης) και επομένως, αποκτά την ικανότητα να ελέγχει και να επεξεργάζεται δεικτικά σημεία (indexical signs) (δείτε §5.3.7.2).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι ακόμη και αν κανείς λάβει υπόψη το επίπεδο της ανάδυσης των αντικειμένων του συστήματος, δεν είναι σε θέση να απαντήσει σχετικά με το εάν θεωρείται αναγκαίο το συγκεκριμένο επίπεδο για την επίτευξη της βακτηριδιακής χημειότητας ή αρκεί το επίπεδο της ελάχιστης αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης (δείτε §5.3.8.2). Είναι προφανές ότι χρειάζονται πολύ πιο λεπτομερείς βιοχημικές περιγραφές προκειμένου να απαντηθεί η ερώτηση σχετικά με το εάν τα βακτηρίδια, ως πραγματικά συστήματα, λειτουργούν σε ένα υψηλότερο επίπεδο της πολυπλοκότητας, κατασκευάζοντας εσωτερικά αντικείμενα. Υπάρχει επίσης μεγάλη πιθανότητα, τα βακτηρίδια να μπορούν να κατασκευάζουν κάποια είδη 'εικόνων κατάστασης', χωρίς όμως να έχουν την ικανότητα να ανακαλύψουν τις αντίστοιχες αμεταβλητότητες (όπως αυτές που χαρακτηρίζουν τα αντικείμενα). Όπως και στην προηγούμενη ενότητα, έτσι και εδώ, το ερώτημα σχετικά με το εάν τα πλέον στοιχειώδη 'πραγματικά' ζωντανά συστήματα αναδύθηκαν σε αυτό το επίπεδο, ή σε ένα κατώτερο επίπεδο, παραμένει ανοικτό.⁸⁶

5.3.8.4 Ανάδυση Συμβολικών Σημείων

Στις δύο προηγούμενες ενότητες παρουσιάστηκε μια θεώρηση κατά την οποία υποστηρίζεται η ανάδυση σημειωτικών/ερμηνευτικών διεργασιών αλληλεπίδρασης μεταξύ ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος και του περιβάλλοντος. Αν και οι έννοιες των εικονικών και δεικτικών σημείων, καθώς και η γενικότερη έννοια της ερμηνευτικής περιοχής, έχουν κατά κάποιο τρόπο ενσωματωθεί στο γενικότερο μοντέλο των αλληλεπιδραστικών αναπαραστάσεων ενός αυτόνομου γνωστικού συστήματος, το τελευταίο δεν είναι ακόμη ικανό για την ανάδυση

⁸⁶ Το ερώτημα αυτό θα παραμείνει ανοικτό στην παρούσα εργασία εφόσον δεν ασχολείται με τη λύση του προβλήματος αφετηρίας/εκκίνησης (the origin problem).

συμβόλων, και κατ' επέκταση, γλώσσας, αυτό-επίγνωσης και 'πραγματικής' επικοινωνίας σε κοινωνικό επίπεδο (δείτε Κεφ. 6). Για κάθε ένα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά χρειάζονται ακόμη πιο πολύπλοκα επίπεδα αναπαράστασης, και συγκεκριμένα, χρειάζεται το επίπεδο της ανάδυσης *συμβολικών* σημείων.

Όπως αναφέρθηκε στην §5.3.7.2, τα συμβολικά σημεία θεωρούνται πιο αναπτυγμένα από τα εικονικά και τα δεικτικά, αν και τα συμβολικά σημεία εμπεριέχουν εικονίδια και δείκτες ως τα συστατικά τους. Ένα σύστημα μπορεί να έχει αναπτύξει διαφορετικές 'εικόνες κατάστασης' για δραστηριότητες διαφορετικών τύπων, προκειμένου να επιτυγχάνει τους στόχους του. Κάθε 'εικόνα κατάστασης' έχει μια άμεση επίδραση σε κάποια δραστηριότητα. Ωστόσο, η περιβαλλοντική πληροφορία που συγκεντρώνεται για μια δραστηριότητα μπορεί να μην είναι διαθέσιμη για κάποια άλλη δραστηριότητα (για παράδειγμα, μπορεί να βρίσκεται σε ακατάλληλη μορφή). Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα μπορεί να δημιουργήσει μια 'εικόνα κατάστασης δευτέρας τάξης' που δεν αναφέρεται απευθείας στο περιβάλλον, αλλά μόνο μέσω της διαμεσολάβησης (διευθέτησης) άμεσα λειτουργικών 'καταστάσεων εικόνων'.⁸⁷ Οι αναπαραστάσεις αυτής της κατά κάποιο τρόπο αφηρημένης 'εικόνας κατάστασης' είναι αποξενωμένες από την απευθείας σύνδεση με τις καταστάσεις πραγμάτων του περιβάλλοντος στις οποίες αναφέρονται, και αυτή η αποξένωση θέτει τις συνθήκες για 'θεωρητική', 'υποκατάστατη' ή 'εκτός πραγματικού χρόνου' (off-line) επεξεργασία των αναπαραστάσεων.

Όπως θα έγινε φανερό από την ανάλυση των συμβολικών σημείων στην §5.3.7.2, η μόνη ιδιότητα που δίνει την ικανότητα σε ένα συμβολικό σημείο να αναπαραστήσει το αντικείμενό του είναι ότι συμβαίνει να υπάρχει η *συνήθεια* να χρησιμοποιείται το συγκεκριμένο σημείο για την αναπαράσταση του συγκεκριμένου αντικείμενου. Συνεπώς, οι αμεταβλητότητες στη σχέση της 'εικόνας κατάστασης δευτέρας τάξης' και των άμεσα λειτουργικών καταστάσεων εικόνας, θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως οι υποτιθέμενες αντίστοιχες συνήθειες. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η ανάδυση των συμβολικών σημείων και των αντίστοιχων αναπαραστάσεων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτά τα 'σύμβολα' είναι απολύτως εσωτερικά του συστήματος και αποτελούν ένα είδος 'ιδιωτικού συνόλου συμβόλων' για το αυτόνομο σύστημα. Το ερώτημα σχετικά με το κατά πόσο η 'πραγματική' δι-υποκειμενική επικοινωνία των συμβόλων μπορεί να βασιστεί σε αυτό το επίπεδο ή χρειάζεται κάποιο ανώτερο επίπεδο της ανάδυσης, δεν είναι καθόλου εύκολο να απαντηθεί. Το μόνο σίγουρο είναι ότι για να επιτευχθεί μια τέτοιου είδους επικοινωνία, χρειάζεται το λιγότερο μια κοινότητα συστημάτων, τα οποία θα πρέπει να επιδεικνύουν μέσω της οργάνωσή τους τουλάχιστον το συγκεκριμένο επίπεδο της συμβολικής αυτονομίας (δείτε Κεφ. 6).

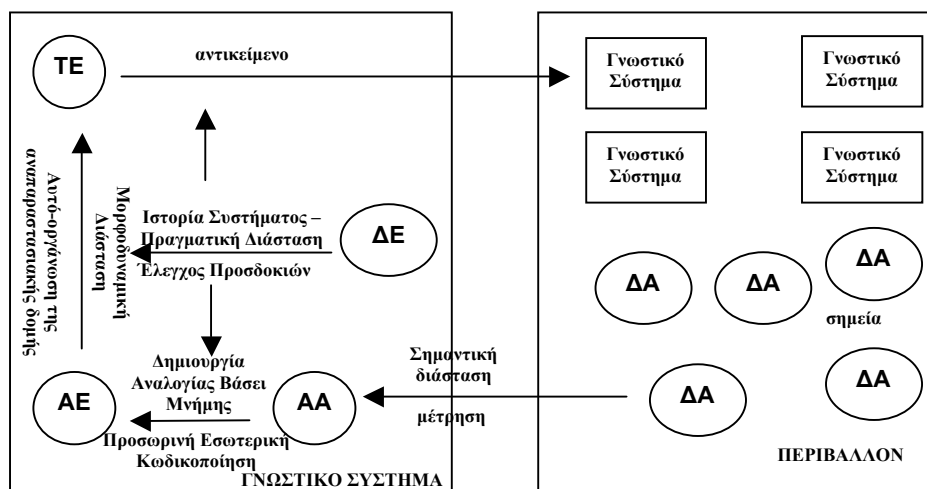
Λαμβάνοντας υπόψη την προαναφερθείσα θεώρηση της ανάδυσης των βασικών τύπων των σημείων που εμφανίζονται στις σημειωτικές/ερμηνευτικές διεργασίες που εμπλέκεται ένα αυτόνομο σύστημα, θα παρουσιαστεί ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο που προσφέρει ένα λειτουργικό πλαίσιο για την υπόδειξη των σημαντικών κομβικών σημείων του αντίστοιχου αναπαραστασιακού περιεχομένου των εν λόγω σημειωτικών διεργασιών. Το προτεινόμενο μοντέλο ξεκινάει από το επίπεδο των φαινομενικών αντικειμένων, δηλαδή προϋποθέτει την ικανότητα εσωτερικής ανάδυσης αναπαραστάσεων διαφόρων αντικειμένων από το αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα (δείτε §5.3.8.3).

Ως εκ τούτου και βάσει της απεικόνισης του Σχ. 30, υποτίθεται ότι η αλληλεπίδραση ξεκινάει από το δυναμικό αντικείμενο (ΔΑ), το οποίο στο συγκεκριμένο πλαίσιο θεωρείται ως το περιβαλλοντικό στοιχείο της αλληλεπίδρασης. Το εν λόγω στοιχείο χρειάζεται διαμεσολάβηση προκειμένου να μπορέσει να προσδιοριστεί σε μια αναπαράσταση του γνωστικού συστήματος (Liszka, 1999; Arnellos, Spyrou, Darzentas, 2003; 2006). Η απευθείας γνώση του ΔΑ είναι πρακτικά αδύνατη και επομένως δεν μπορεί να επιτευχθεί μια άμεση σχέση μεταξύ ενός ΔΑ και του Ερμηνευμένου του. Η φύση του ΔΑ μπορεί να αποκαλυφθεί μέσω μιας μέτρησης (δείτε §5.3.3.2), η οποία καταλήγει σε μια στοιχειώδη εσωτερική αναπαράσταση, αυτή του ΑΑ. Σε

⁸⁷ Το επίπεδο 8 της ιεραρχίας αναπαραστάσεων του Bickhard (1998, σελ. 197).

αυτή τη φάση της αλληλεπίδρασης, το σημείο και ειδικότερα, το ‘όχημα του σημείου’ υποδεικνύει την κατεύθυνση της ‘πραγματικότητας’ στην οποία αναφέρεται. Είναι προφανές ότι ένα ‘όχημα-σημείου’ περιέχει αρκετά ΑΑ, τα οποία με τη σειρά τους αναφέρονται σε αρκετά ΔΑ. Η τελική πραγματοποίηση (ανάδυση) ενός από τα ΑΑ εξαρτάται από τις προσδοκίες του γνωστικού συστήματος, καθώς και από τις ιδιότητες/παραμέτρους του οχήματος του σημείου (δείτε §6.5.2).

Έπειτα από τη διαμόρφωση του ΑΑ, το αποτέλεσμα δοκιμάζεται σε σχέση με τις προσδοκίες του συστήματος. Στην συγκεκριμένη δοκιμή, η ερμηνεία των βασικών παραμέτρων του ‘οχήματος-σημείου’, κατά κάποιο τρόπο ‘στενεύουν’ τα περιθώρια επιλογής του ΑΑ και προσδίδουν μια συγκεκριμένη κατευθυντικότητα στο σύστημα. Σε αυτή τη φάση διαμορφώνεται το άμεσο ερμηνευμένο (ΑΕ). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την διαμόρφωση του ΑΕ, το αναδύομενο σημασιολογικό περιεχόμενο θα πρέπει να ελεγχθεί σε σχέση με το πραγματικό (προσδοκίες του συστήματος), προκειμένου να ενισχυθεί η θεμελίωση της ερμηνείας – όχι βάσει όλων των πιθανών – αλλά μόνο βάσει των, σχετικών (για τη συγκεκριμένη στιγμή) για το σύστημα, αποφάνσεων.



Σχήμα 30. Οι σημειωτικές διεργασίες συμπληρώνουν την αυτό-οργανωμένη φύση του γνωστικού συστήματος προκειμένου το τελευταίο να μπορέσει να επιτύχει μια προσαρμοστική αλληλεπίδραση βάσει της πραγματικής διάστασης του νοήματος.

Η συγκεκριμένη πληροφορία (η ενδο-διαμόρφωση του συστήματος λόγω της διαμόρφωσης του ΑΕ) παρέχει τα εργαλεία για την διάκριση του αντικείμενου, αλλά θα πρέπει να γίνουν αρκετοί έλεγχοι προκειμένου το συγκεκριμένο νόημα να σταθεροποιηθεί χρονικά στο δυναμικό ερμηνευμένο (ΔΕ). Αυτή η διεργασία είναι ίσως η πιο πολύπλοκη εφόσον απαιτείται η ενσωμάτωση του ΑΕ στην αυτό-οργανωσιακή δομή του γνωστικού συστήματος. Αναλυτικότερα, στα συστήματα που επιδεικνύουν ένα σημαντικό βαθμό αυτονομίας (και επομένως, ένα ικανοποιητικό επίπεδο γνωστικών ικανοτήτων), το περιεχόμενο μιας αναπαράστασης ορίζεται από τις προσδοκίες του συστήματος αναφορικά με το αντικείμενο. Με άλλα λόγια, το περιεχόμενο μιας αναπαραστασιακής δομής θεωρείται ως η τομή του συνόλου των ενδο-διαμορφώσεων των αντίστοιχων προσδοκιών. Το εν λόγω περιεχόμενο παρέχει την πληροφορία που χρειάζεται το σύστημα προκειμένου να αλληλεπιδράσει μέσω της συγκεκριμένης αναπαράστασης.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα αρκετές αναπαραστάσεις να μην εκπληρωθούν από τα αντικείμενά τους, γεγονός που αντιστοιχεί σε ακατάλληλες προσδοκίες. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος για τον οποίο το σύστημα οφείλει να λάβει σοβαρά υπόψη την πραγματική πτυχή των αναπαραστάσεών του. Ειδικότερα, ο έλεγχος του σημασιολογικού περιεχομένου (του σημαντικού μέρους του συστήματος) σχετικά με το πραγματικό περιεχόμενο των προσδοκιών του, απαιτεί την ύπαρξη διεργασιών διαμόρφωσης (κατασκευαστικές διεργασίες του συστήματος – δείτε §5.3.1), οι οποίες διαμορφώνουν τις δομές νοήματος του συστήματος

μέσα στα όρια των συνθηκών της λειτουργικής κλειστότητας⁸⁸ που προσφέρονται από τα γενικότερα δυναμικά του συστήματος. Μια πολύ σημαντική πτυχή της όλης αλληλεπιδραστικής διεργασίας είναι ότι, λόγω των κατασκευαστικών διεργασιών του συστήματος, υπάρχει μια συνεχής αιτιώδη σχέση μεταξύ των διαφόρων Ερμηνευμένων και των περιοριστικών ιδιοτήτων του αντικειμένου, η οποία αποδίδει ένα βαθμό κατευθυντικότητας στην αλληλεπίδραση, η οποία με τη σειρά της αποκτά έναν εκ προθέσεως (intentional) χαρακτήρα (Collier, 1999c). Ωστόσο, η αιτιώδη πτυχή της αλληλεπίδρασης δεν υπονομεύει καθόλου την σημειωτική/ερμηνευτική διάστασή της, η οποία απαιτεί τον συνδυασμό του συντακτικού, του σημαντικού και του πραγματικού μέρους των αναπαραστασιακών δομών του συστήματος. Αντιθέτως, η αιτιώδης πτυχή της αλληλεπίδρασης 'στενεύει' (περιορίζει) την ερμηνευτική περιοχή στο βαθμό της προσφερόμενης κατευθυντικότητας.

Όπως αναλυτικά εξηγήθηκε στην §5.3.8.3, οι οργανωσιακές μορφές του νοήματος του συστήματος, όπως αυτές των ΔΕ, δεν είναι στατικές, αλλά διαρκώς αναδύονται και εξελίσσονται μέσα σε ένα αλληλεπιδραστικό πλαίσιο δράσης. Ως εκ τούτου, σε κάθε εκ προθέσεως δράση του συστήματος, η καινούργια αναπαράσταση και το περιεχόμενό της, πρέπει να 'κατανοηθούν' από το 'υλικό' μέρος της δράσης, δηλαδή την οργάνωση του συστήματος που του προσφέρει τη χωρο-χρονική του ενσωμάτωση με το περιβάλλον. Το εκάστοτε σημείο παρέχει μια συγκεκριμένη μορφή (βάσει της θεμελίωσης που παρέχεται μέσω των ιδιοτήτων του), η οποία πρέπει να 'επεξεργαστεί' προκειμένου να ολοκληρωθεί στην γενικότερη αυτό-οργάνωση του συστήματος. Υπό αυτή την οπτική, η αυτό-οργάνωση και η πληροφορία συνδυάζονται με αποτέλεσμα την ουσιαστική (όσον αφορά την ύπαρξη αναπαραστασιακού περιεχομένου) αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον. Η όλη κατάσταση ισοδυναμεί με τον τρόπο με τον οποίο μια εξωτερικά επιβαλλόμενη μορφή, η οποία παρέχεται στο σύστημα μέσω της σημειωτικής αλληλεπίδρασης, καταφέρνει να ενσωματωθεί στα δυναμικά του παίζοντας παράλληλα τον πολύ σημαντικό ρόλο της περαιτέρω σταθεροποίησής του ως προς την κατευθυντικότητά του σε έναν τελικό σκοπό.

Όταν το σύστημα ενδο-διαμορφωθεί μέσω της αλληλεπίδρασής του, με τέτοιο τρόπο, ώστε η καινούργια δυναμική του κατάσταση να υποστηρίζει τις αναπαραστασιακές του δομές, τότε μια ουσιαστική αλληλεπίδραση έχει λάβει χώρα. Η εν λόγω υποστήριξη συνδέεται άμεσα με το ταίριασμα των νέων μορφών με τις λειτουργικές αναπαραστάσεις του συστήματος και τους δομικούς του περιορισμούς. Μόνο μέσα από τη συγκεκριμένη προσέγγιση μπορεί ένα γενικότερα αυτό-οργανωμένο και ειδικότερα ένα αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα να 'πληροφορηθεί' από ο περιβάλλον ή από τον ίδιο του τον εαυτό. Όπως έχει αναλυτικά αναφερθεί, λόγω της πολυπλοκότητας του περιβάλλοντος, οι νέες μορφές αυτό-οργάνωσης θα φτάσουν σε κάποια επίπεδα ασυνέχειας, αλλά η διαρκής αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον, θα δημιουργήσει νέες λειτουργικές οργανώσεις που θα φέρουν καινούργιο αναπαραστασιακό περιεχόμενο. Θα πρέπει να είναι πλέον προφανές ότι αυτή δεν είναι μια περίπτωση απλής αυτό-οργάνωσης, η οποία βασίζεται στην φυσική επιλογή του περιβάλλοντος. Αντιθέτως, η εξέλιξη της αυτονομίας των γνωστικών συστημάτων απαιτεί την αλληλενέργεια μεταξύ σημείων και αυτό-οργάνωσης, όπου το ένα 'πληροφορεί' το άλλο στο πλαίσιο δράσης της ανοικτο-κλεισμένης συνεξέλιξης ενός δυναμικού περιβάλλοντος.

5.4 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε αναλυτικά το προτεινόμενο πλαίσιο ανάλυσης και υποστήριξης της δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος και των ιδιοτήτων/ικανοτήτων των αντίστοιχων γνωστικών συστημάτων. Στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου, σημειώθηκε η καταλληλότητα του συστημικό-θεωρητικού πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, έναντι των

⁸⁸ Βάσει της §5.1.5, αλλά και όλου του πλαισίου της §5.3, η λειτουργική κλειστότητα συνεπάγεται τη συμπληρωματικότητα μεταξύ κατασκευαστικής και αλληλεπιδραστικής κλειστότητας.

υπολοίπων πλαισίων, στην προσέγγιση της ανάδυσης του νοήματος και των αντίστοιχων ενσωματωμένων γνωστικών φαινομένων. Η εισαγωγή όμως του ανάλογου πλαισίου δεν θεωρείται καθόλου εύκολη εφόσον θα πρέπει, εκκινώντας από το επίπεδο της αυτό-οργάνωσης, να υποστηρίζει τους περιορισμούς μιας νατουραλιστικής εξήγησης της λειτουργικότητας των αναδόμενων αναπαραστάσεων και του αντίστοιχου περιεχομένου ενός γνωστικού συστήματος, με σκοπό την καταλληλότητα των αλληλεπιδράσεών του, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων του.

Συγκεκριμένα, το πρόβλημα εντοπίστηκε στον τρόπο, με τον οποίο η εκ προσθέσεως και ένσκηπη αλληλεπίδραση ενός γνωστικού συστήματος αυτό-οργανωτικής φύσης, θα μπορέσει να συνδεθεί με την νατουραλιστική ανάπτυξη των λειτουργικών αναπαραστάσεών του και του νοήματος το οποίο αυτές φέρουν. Η έννοια της αυτονομίας επιλέχθηκε ως ο συνδετικός κρίκος των παραπάνω, με αποτέλεσμα, η ανάγκη εδραίωσης ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάπτυξης των λειτουργικών αναπαραστάσεων ενός γνωστικού συστήματος, να μετατραπεί στην ανάγκη εδραίωσης ενός νατουραλιστικού πλαισίου δημιουργίας και εξέλιξης ενός αυτόνομου συστήματος. Έτσι, το πρώτο μέρος έκλεισε με μια συστημική παρουσίαση έννοιας της αυτονομίας και των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων που την χαρακτηρίζουν και την εδραιώνουν στα γνωστικά συστήματα. Συγκεκριμένα, επισημάνθηκε ο ρόλος της λειτουργικότητας στην εδραίωση της αυτονομίας, της συνοχής των διεργασιών του αυτόνομου συστήματος μέσω της επίτευξης διεργασιακής/κατασκευαστικής και αλληλεπιδραστικής κλειστότητας, καθώς επίσης ο ρόλος των αναπαραστάσεων και του περιεχομένου τους στην διαμόρφωση μελλοντικά-προσανατολισμένων προσδοκιών, οι οποίες παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην ανάπτυξη γνωστικών ικανοτήτων του συστήματος και κατ' επέκταση, στην ανάπτυξη της αυτονομίας του.

Στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου εξετάστηκε το πλαίσιο της αυτοποίησης ως υποψήφιο για την εδραίωση του ζητούμενου πλαισίου. Αυτό έγινε διότι η αυτοποίηση αποτελεί την πρώτη προσπάθεια θεώρησης της αυτονομίας ενός ζωντανού/γνωστικού συστήματος μέσα από τα χαρακτηριστικά της λειτουργικής του οργάνωσης και επιπλέον, ως ένα γνήσιο μέλος του συστημικο-θεωρητικού πλαισίου της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, έδειχνε να μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο. Σημείο αναφοράς της εν λόγω εξέτασης ήταν η συστημική ανάλυση του πρώτου μέρους και εντοπίστηκαν σημαντικά προβλήματα της αυτοποιητικής θεωρίας σχετικά με τις απαιτήσεις του ζητούμενου πλαισίου. Συγκεκριμένα, η απολυτότητα της αυτοποιητικής τομής και η ανεξάρτηση του αυτοποιητικού συστήματος από τις αδυσώπητες θερμοδυναμικές απαιτήσεις, υποστηρίζουν ένα είδος αυτονομίας που παρουσιάζει προσαρμογή, αλλά δεν παρουσιάζει προσαρμοστικότητα και κατ' επέκταση τη δυνατότητα ανάπτυξης σημαντικών γνωστικών ικανοτήτων.

Στο τρίτο μέρος του κεφαλαίου επιχειρήθηκε η παρουσίαση του ζητούμενου πλαισίου. Συγκεκριμένα, επιχειρήθηκε η θεωρητική εδραίωση ενός πλαισίου που θα υποστηρίζει, θα αναλύει, θα επεξηγεί και θα περιγράφει την πορεία της δημιουργίας ενός αυτόνομου συστήματος, καθώς επίσης, την ανάπτυξη του είδους των αναπαραστάσεών, το οποίο κρίνεται απαραίτητο για την περαιτέρω ανάπτυξη της αυτονομίας του, η οποία λαμβάνει χώρα μέσω της διαρκής εξέλιξης των γνωστικών του ικανοτήτων. Ειδικότερα, επιχειρήθηκε η ανάλυση, επεξήγηση και περιγραφή του περάσματος από το χαμηλότερο και στοιχειώδες επίπεδο βασικής αυτονομίας, μέχρι το επίπεδο της αυτό-κατευθυνόμενης βάσει των δυναμικών προσδοκιών μάθησης ενός αυτόνομου συστήματος.

Το επίπεδο της βασικής αυτό-οργάνωσης επιλέχθηκε ως το σημείο εκκίνησης της εξέλιξης ενός συστήματος προκειμένου να καταφέρει να φτάσει στο επίπεδο της βασικής αυτονομίας του. Υποστηρίχθηκε ότι το συγκεκριμένο πλαίσιο δίνει τη δυνατότητα θεωρητικής εδραίωσης μιας γνήσια αναδόμενης αυτόνομης οργάνωσης και επίσης, εξασφαλίζει την πραγματική και όχι επιφαινομενική εξέλιξή της. Στη συνέχεια περιγράφηκε το πέρασμα του συστήματος από την αυτό-οργάνωση στην χημική αυτό-διατήρηση και μετά στην αναδρομική αυτό-διατήρηση, η οποία θεωρείται ως το επίπεδο βασικής αυτονομίας ενός συστήματος.

Η διατήρηση του βασικού επιπέδου της αυτονομίας δεν θα ήταν δυνατή χωρίς τη διαμόρφωση ενός ημι-διαπερατού συνόρου από το αυτό-διατηρούμενο σύστημα. Ο ρόλος του συνόρου

εντοπίζεται στην διάκρισή του από το περιβάλλον για να μπορούν να ρυθμίζονται ενδογενώς οι κατασκευαστικές και αλληλεπιδραστικές διεργασίες του συστήματος, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται οι απαραίτητες για το σύστημα συνθήκες κατασκευαστικής και αλληλεπιδραστικής κλειστότητας.

Στη συνέχεια υποστηρίχθηκε ότι το αποτέλεσμα της διαμόρφωσης δυναμικού συνόρου με το περιβάλλον, έχει ως αποτέλεσμα την διαμόρφωση μιας αναπόφευκτης γνωστικής (επιστημικής) τομής με το τελευταίο. Παρουσιάστηκαν οι βασικές προσπάθειες γεφύρωσης της τομής, με κυριότερη την προσπάθεια θεώρησης ύπαρξης συμπληρωματικότητας μεταξύ των δυναμικών διεργασιών και των συμβολικών (και πιο ανενεργών) δομών ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος, η οποία οδηγεί στην εμφάνιση σημαντικής κλειστότητας.

Η υπόθεση της σημαντικής κλειστότητας μεταξύ δυναμικών και συμβόλων κρίνεται ως μια προσπάθεια προς τη σωστή κατεύθυνση, αλλά ανεπαρκής για την περαιτέρω επίλυση του προβλήματος. Συγκεκριμένα, η εν λόγω θεώρηση δεν λαμβάνει υπόψη την ολιστικότητα της σχέσης συστήματος-περιβάλλοντος και την ερμηνευτική διάσταση της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης. Έτσι, προτείνεται η θεώρηση του δυισμού κώδικα και της ανάδυσης σημειωτικής/ερμηνευτικής έναντι σημαντικής κλειστότητας. Με άλλα λόγια, προτείνεται η εισαγωγή της έννοιας της δυναμικής σημείωσης, δηλαδή της σημειωτικής/ερμηνευτικής διάστασης των δυναμικών της αλληλεπίδρασης ενός αυτόνομου συστήματος με το περιβάλλον. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η εξέλιξη της αυτονομίας του συστήματος δεν θα ήταν δυνατή μέσα από τη θεώρηση λειτουργίας του συστήματος αποκλειστικά και μόνο μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης με πυρήνα την αυτό-οργάνωση, λόγω της αποκλειστικά πληροφοριακής φύσης ενός τέτοιου συστήματος. Ένα τέτοιο σύστημα βρίσκεται στο επίπεδο της σημαντικής κλειστότητας, αποδίδοντας μια ερμηνευτική διάσταση μόνο στις κατασκευαστικές του διεργασίες. Η σημειωτική κλειστότητα, σε συνδυασμό με τον δυισμό κώδικα, προσδίδει ερμηνευτικά χαρακτηριστικά και στις διεργασίες αλληλεπίδρασης, ανοίγοντας ουσιαστικά το αυτόνομο σύστημα προς το περιβάλλον και επιτρέποντας την εξέλιξή του.

Ωστόσο, η εξέλιξη της αυτονομίας μέσω της ανάπτυξης γνωστικών ικανοτήτων δεν συμβαίνει αυτόματα, αλλά συνοδεύεται με την ανάδυση διαφορετικών και δυναμικώς συσχετιζόμενων επιπέδων αναπαράστασης. Συνεπώς, εν συνεχεία υποστηρίχθηκε ότι ο λειτουργικός ρόλος του είδους των αναπαραστάσεων που προτάθηκε στο Κεφ. 4, εξασφαλίζεται από τη σημειωτική διάσταση της αλληλεπίδρασης του αυτόνομου συστήματος και ότι αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο το αυτόνομο σύστημα περνάει από την πληροφορία στο νόημα. Ειδικότερα, παρουσιάστηκε η δυνατότητα ανάδυσης στοιχειωδών αναπαραστασιακών δομών μέσα από την ένσκηπη αλληλεπίδραση ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος, του οποίου ο πρωταρχικός σκοπός είναι η διατήρηση της κανονιστικότητας της λειτουργίας του. Επιπροσθέτως, περιγράφηκαν διάφοροι τρόποι εξέλιξης των γνωστικών ικανοτήτων του αυτόνομου συστήματος βάσει του αλληλεπιδραστικά αναδυόμενου περιεχομένου των προσδοκιών του.

Ακολούθως, επιλέχθηκε το πλαίσιο σημειωτικών διεργασιών του Peirce, ως κατάλληλο για την εισαγωγή της σημειωτικής/ερμηνευτικής διάστασης στο γενικότερο συστημικο-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης που διέπει το αναδρομικά αυτό-διατηρούμενο σύστημα, και χρησιμοποιήθηκε με τέτοιο τρόπο, ώστε ο συνδυασμός των δύο πλαισίων διαμόρφωσε μια αρχιτεκτονική που επιτρέπει την παρατήρηση, εξέταση και υπόδειξη των αναδυόμενων αναπαραστάσεων ενός αυτόνομου συστήματος. Ειδικότερα, η εν λόγω αρχιτεκτονική φαίνεται να παρέχει τη δυνατότητα διαχείρισης της λειτουργικής αποτελεσματικότητας των αναδυόμενων αναπαραστάσεων, καθώς αυτό εμπλέκεται σε γνωστικές διεργασίες με το περιβάλλον του.

Ολοκληρώνοντας, το προτεινόμενο πλαίσιο ανάδυσης του νοήματος, φαίνεται να ικανοποιεί τις προϋποθέσεις που τέθηκαν στο Κεφ. 4, αντιμετωπίζοντας αρκετά από τα προβλήματα που εμφανίζονται όταν χρησιμοποιούνται τα πλαίσια του Κεφ. 2 και Κεφ. 3. Επίσης, θα πρέπει να είναι πλέον προφανές, ότι βάσει των συγκεκριμένων οπτικών που έχουν αναλυθεί στα Κεφ. 2 και Κεφ. 3, επιλεγεί και υιοθετηθεί από τις αναλύσεις των Κεφ. 3 και Κεφ. 4, ένα πλαίσιο ανάλυσης και υποστήριξης της δημιουργίας ενός αυτόνομου συστήματος και της εξέλιξης του βαθμού

αυτονομίας του, ισοδυναμεί με ένα πλαίσιο ανάλυσης και υποστήριξης της δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος και των ιδιοτήτων/ικανοτήτων των αντίστοιχων γνωστικών συστημάτων.

Στη συνέχεια, έχοντας ως σκοπό την επίδειξη του εύρους εφαρμογής του προτεινόμενου πλαισίου, επιχειρείται η χρήση του για την ανάλυση, εξήγηση και μοντελοποίηση καταστάσεων αλληλεπίδρασης ζωντανών/γνωστικών συστημάτων στο βιολογικό, γνωστικό και κοινωνικό/συνεργατικό επίπεδο.

6 – Ο Ρόλος του Νοήματος και της Αυτονομίας στην Σχεδιαστική Διεργασία: Επιπτώσεις για την Εμφάνιση Δημιουργικότητας

6.1 Σχεδιαστικές Διεργασίες ως Γνωστικές Διεργασίες

Στη σύγχρονη επιστήμη υπάρχουν αρκετές προσπάθειες για να οριστεί η έννοια της *σχεδίασης* (*design*) και ακόμη περισσότερες για τον προσδιορισμό των θεμελιωδών αρχών που συνιστούν τη *σχεδιαστική διεργασία* (*design process*). Είναι πλέον σχεδόν καθολικά αποδεκτό ότι οι συγκεκριμένες προσπάθειες δεν είναι καθόλου εύκολες (Friedman, 2003). Ο Simon (μεταξύ πολλών άλλων ερευνητών)⁸⁹ θεωρεί αρκετά έκδηλα τη σχεδίαση ως μια γνωστική δραστηριότητα όταν αναφέρει ότι:

«ο καθένας σχεδιάζει όταν επινοεί (μηχανεύεται) διαδικασίες και μεθόδους δράσης που στοχεύουν στην αλλαγή των υπαρχουσών καταστάσεων σε άλλες προτιμότερες.» (Simon, 1999, σελ. 111).

Ο Simon ενισχύει το επιχείρημά του όταν υποστηρίζει ότι η σχεδιαστική διεργασία είναι μια *διεργασία επίλυσης προβλημάτων* (*problem-solving process*) και ότι:

«κάθε προσπάθεια επίλυσης ενός προβλήματος πρέπει να ξεκινάει με τη δημιουργία μιας αναπαράστασης του προβλήματος – έναν προβληματικό χώρο στον οποίο θα πρέπει να λάβει χώρα η αναζήτηση της λύσης.» (*ibid*, σελ. 108).

Γενικότερα, η σχεδίαση συνίσταται στην παραγωγή αναπαραστάσεων σχετικά με συγκεκριμένες απαιτήσεις και χαρακτηριστικά του αποτελέσματος της σχεδιαστικής δραστηριότητας και των περιορισμών αλλά και των στόχων που οφείλει το αποτέλεσμα να ικανοποιεί.

Οι σχεδιαστικές διεργασίες θεωρούνται συνήθως ως μια συνδιάλεξη μεταξύ της *πλαισίωσης του προβλήματος* (*problem-framing*) και της *επίλυσης του προβλήματος* (*problem-solving*) (Simon, 1995). Αρκετές σχεδιαστικές δραστηριότητες που ανήκουν στη γενικότερη σχεδιαστική διεργασία συνίστανται από την *κατασκευή, επεξεργασία και μετατροπή* των αναπαραστάσεων του προβλήματος. Κατά τη φάση της πλαισίωσης του προβλήματος, οι σχεδιαστές βελτιώνουν την αναπαράστασή τους σχετικά με το πρόβλημα, ενώ κατά την επίλυση του προβλήματος επεξεργάζονται τις αναπαραστάσεις τους και εν συνεχεία τις αξιολογούν (Bonnardel, 2000).

Η έμφαση και η επικέντρωση στη χρήση των αναπαραστάσεων στη σχεδιαστική διεργασία εξαρτάται από το γενικότερο πλαίσιο της προσέγγισης που χρησιμοποιείται για την εξήγησή της. Έτσι, κάποιος μπορεί να δώσει έμφαση στον τρόπο με τον οποίο ένας πράκτορας που εμπλέκεται σε μια γνωστική διεργασία χρησιμοποιεί τις αναπαραστάσεις του (Simon, 1999), ενώ κάποιος άλλος μπορεί να επικεντρωθεί στον τρόπο με τον οποίο οι σχετικές αναπαραστάσεις παράγονται κατά τη διάρκεια της σχεδιαστικής δραστηριότητας – ειδικότερα στους διάφορους παράγοντες, όπως για παράδειγμα, η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και με άλλα σχεδιαστικά συστήματα (συστήματα που προβαίνουν σε σχεδιαστικές διεργασίες), που παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην παραγωγή των αντίστοιχων αναπαραστάσεων (Schön, 1992), (Schön & Wiggins, 1992), (Gero, 1998) (Smith & Gero, 2004).

Ο Friedman (2003) προσπαθεί να επιτύχει μια πιο συνολική και περιεκτική προσέγγιση και υποστηρίζει ότι οι περισσότεροι ορισμοί περιγράφουν τη σχεδίαση ως μια διεργασία κατευθυνόμενη σε τελικό σκοπό ή στόχο (δείτε §5.1.6 και §5.3.6.2 και §5.3.6.2), όπου ο έμμεσος

⁸⁹ Βλέπε (Banathy, 1996, σελ. 11-13) για μια λίστα ορισμών της σχεδίασης.

ή άμεσος σκοπός είναι η επίλυση ενός προβλήματος, η βελτίωση μιας κατάστασης ή η δημιουργία μιας καινούργιας και χρήσιμης κατάστασης πραγμάτων (υλικής ή άυλης). Σύμφωνα με την προσέγγιση του Friedman, αλλά λαμβάνοντας επίσης υπόψη τις θέσεις του Simon, καθώς επίσης τον ορισμό του γνωστικού πράκτορα που δίνεται αναλυτικά στο Κεφ. 5 (δείτε §5.3.5.1) θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ότι η *σχεδίαση απαιτεί ως επιστημολογική αλλά και ως οντολογική βάση τη γνωστική διεργασία*. Επομένως, κάθε πλαίσιο που προσπαθεί να εξηγήσει και να υποστηρίξει τη σχεδιαστική διεργασία οφείλει να έχει ως βάση ένα γνωστικό πλαίσιο (Arnellos, Spyrou, Darzentas, 2005a; Arnellos, Spyrou, Darzentas, 2007).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η γενικότερη λογική για την αναζήτηση ενός πλαισίου που να εξηγεί και να υποστηρίζει την σχεδιαστική διεργασία δεν αφορά στην αναζήτηση ενός εξειδικευμένου φορμαλισμού για τη μείωση της πολυπλοκότητας της σχεδιαστικής διεργασίας, αλλά ούτε στην παραγωγή μοντέλων δομημένων αναπαραστάσεων που να οδηγήσουν πιθανές υπολογιστικές προσομοιώσεις. Θα πρέπει να είναι πλέον αναμενόμενο ότι τέτοιου είδους μοντέλα αναγκαστικά θα συνιστούν πενιχρές εκδοχές της παρατηρούμενης πραγματικότητας της σχεδιαστικής διεργασίας, ενώ κάθε αντίστοιχο πλαίσιο θα είχε να αντιμετωπίσει πληθώρα προβλημάτων σχετικά με τη σημασία του πλαισίου δράσης του σχεδιαστικού συστήματος και με τη δυνατότητα εξέλιξής του (Macmillan & colleagues, 2001).

Αντίθετα, το συγκεκριμένο εγχείρημα στοχεύει στην εδραίωση της άποψης ότι μια σε βάθος κατανόηση της πολύπλοκης και δυναμικής φύσης της σχεδιαστικής διεργασίας απαιτεί ένα πλαίσιο για την υποστήριξη και μοντελοποίηση των εν λόγω διεργασιών. Ο Simon φαίνεται να είναι υπέρμαχος μιας τέτοιας προσπάθειας λέγοντας ότι:

«...μια βαθύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο δημιουργούνται οι αναπαραστάσεις και του τρόπου με τον οποίο συνεισφέρουν στην επίλυση των προβλημάτων θα αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό συστατικό στην μελλοντική θεώρηση της σχεδίασης.» (Simon, 1999, σελ. 132).

Συνεπώς, ένα πλαίσιο που θα εξηγεί την ανάδυση και την λειτουργικότητα των αλληλοσυνδεόμενων αναπαραστάσεων ενός γνωστικού συστήματος σε μια σχεδιαστική διεργασία, θα παρέχει περαιτέρω κατανόηση προκειμένου να συντελέσει στην καλύτερη εξήγηση και μοντελοποίηση της σχεδίασης, αλλά και στην κατανόηση, υποστήριξη και διευκόλυνση της ανάδυσης της δημιουργικότητας στα πλαίσια της σχεδιαστικής διεργασίας (δείτε §6.4 και §6.6).

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στα Κεφ.2 και Κεφ.3 υπάρχουν δύο μεγάλες ομάδες γνωστικών πλαισίων στις οποίες θα μπορούσε κανείς να βασίσει την περιγραφή και τη μοντελοποίηση της σχεδιαστικής διεργασίας. Ωστόσο, όπως επίσης αναλυτικά παρουσιάστηκε στα αντίστοιχα κεφάλαια, τα συγκεκριμένα πλαίσια συνοδεύονται από πολλά προβλήματα όσον αφορά στη θεώρηση της ανάδυσης των αναπαραστάσεων στη γνωστική διεργασία. Πριν παρουσιαστεί αναλυτικά ένα μοντέλο της σχεδιαστικής διεργασίας και της ανάδυσης της δημιουργικότητας βασισμένο στο γενικότερο πλαίσιο της ανάδυσης του νοήματος που παρουσιάστηκε στο Κεφ. 5 και συγκεκριμένα στο σημειωτικό/ερμηνευτικό επίπεδο της §5.3.8, θα αναλυθούν τα προβλήματα που παρουσιάζονται από την εφαρμογή του κογνιτιστικού/υπολογιστικού πλαισίου (δείτε §2.2 και §2.3) στη μοντελοποίηση της σχεδίασης.

6.2 Οι Συνέπειες της Εφαρμογής των Κογνιτιστικών/Υπολογιστικών Πλαισίων της Γνωστικής Διεργασίας στη Σχεδίαση

Στη §2.2 έγινε εκτενής ανάλυση στα χαρακτηριστικά της κογνιτιστικής/υπολογιστικής προσέγγισης ειδικότερα όσον αφορά στη θεώρηση των αναπαραστάσεων του γνωστικού συστήματος και των διεργασιών στις οποίες εμπλέκονται. Συγκεκριμένα, η γνωστική διεργασία

αφορά την επεξεργασία συμβολικών δομών οι οποίες αντιμετωπίζονται ως αναπαραστάσεις του περιβάλλοντος, βάσει των οποίων δρα το γνωστικό σύστημα (δείτε §2.2.1). Η φύση τους είναι κωδικοποιημένη και θεωρούνται ως ακριβή αντίγραφα των καταστάσεων του περιβάλλοντος που αντιπροσωπεύουν. Ένα από τα βασικά προβλήματα που διέπουν τις εν λόγω αναπαραστάσεις είναι ο προσδιορισμός της πηγής του σημασιολογικού τους περιεχομένου (δείτε §2.6.2 και §2.6.3).⁹⁰

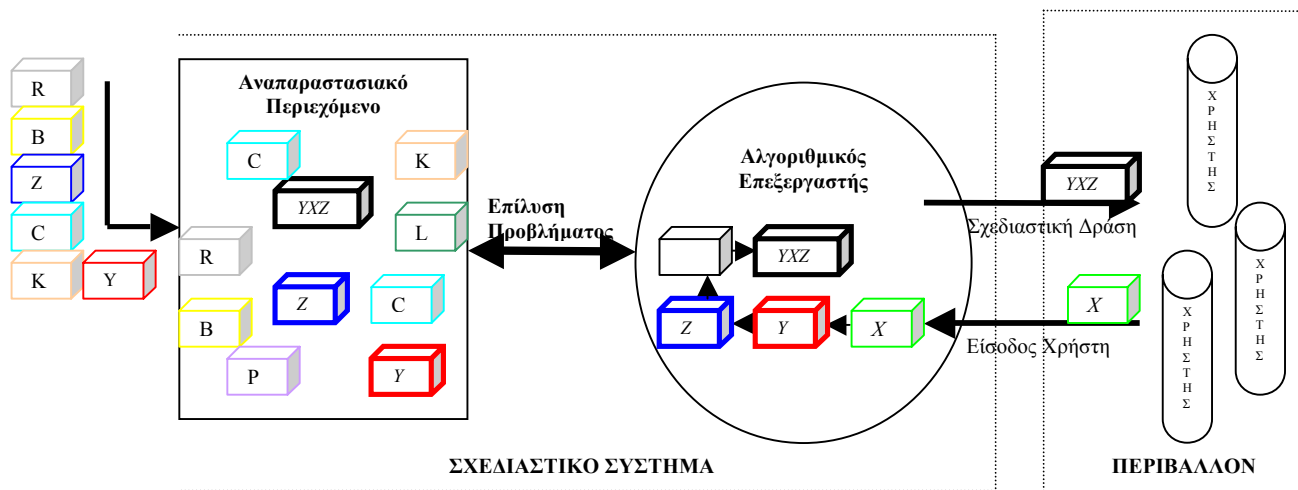
Η εφαρμογή των κογνιτιβιστικών πλαισίων της νόησης στην μοντελοποίηση και περιγραφή της σχεδιαστικής διεργασίας ανάγουν την τελευταία σε μια αλγοριθμική διεργασία βασισμένη σε κανόνες ή σε μια διεργασία που δεν κατευθύνεται από το ίδιο το σχεδιαστικό σύστημα. Τα συνεπαγόμενα προβλήματα είναι αρκετά και σημαντικά. Η σχεδιαστική διεργασία παίρνει τη μορφή αλγορίθμων που λειτουργούν μέσα σε ένα πεπερασμένο και καθολικό σύστημα συμβόλων, το οποίο καθορίζει τον βασικό αναπαραστασιακό χώρο όπου δύναται να οριστεί η περιοχή του προβλήματος. Το σχεδιαστικό σύστημα οφείλει να αναπαραστήσει σε φορμαλιστικό επίπεδο το γενικότερο πλαίσιο στο οποίο θα αναζητηθεί η οποιαδήποτε σχεδιαστική λύση και εν συνεχεία να βρει μια μέθοδο για την διαδοχική αναζήτηση του προβληματικού χώρου. Η διαδικασία επίλυσης του προβλήματος αποτελείται από την αναζήτηση όλων των πιθανοτήτων (μέσα στον καλά ορισμένο προβληματικό χώρο) μέχρι να βρεθεί η κατάλληλη λύση. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι πιθανές αναπαραστασιακές καταστάσεις θα πρέπει να έχουν οριστεί πριν ξεκινήσει η διαδικασία επίλυσης.

Η απολυτότητα και ο εκ των προτέρων ορισμός του συνόλου της πληροφορίας που χρησιμοποιεί το ΣΣ σε κάθε πλαίσιο της αλληλεπίδρασης περιορίζει την προσαρμοστικότητα του τεχνουργήματος (artifact). Όπως είναι αναμενόμενο, δεν υπάρχει τρόπος για την ενσωμάτωση νέων δομών νοήματος βασισμένων στην ανάδραση από τον χρήστη του τεχνουργήματος. Συνεπώς, το αποτέλεσμα της σχεδιαστικής διεργασίας δεν μπορεί να διαβαθμιστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορέσει να προσαρμοστεί σε παρόμοια αλλά όχι ίδια προβλήματα.

Αυτό κάνει την εφαρμογή της ίδιας μεθόδου σχεδίασης σε παρόμοια προβλήματα επίσης απαγορευτική (προβληματική). Η έλλειψη ανάδρασης κατά τη διάρκεια της ΣΔ έχει ως αποτέλεσμα το διαχωρισμό μεταξύ γνώσης και πράξης. Σε αυτή την περίπτωση το ΣΣ δύναται να χρησιμοποιήσει μόνο τις παθητικές και στατικές δομές νοήματος που έχει στη διάθεσή του και ελπίζει ότι μέσω αυτών θα καταφέρει να εξαλείψει την αβεβαιότητά του που προκύπτει σε κάθε σχεδιαστική περίπτωση (design situation). Η κατασκευαστική διάσταση της σχεδιαστικής διεργασίας απομακρύνεται εντελώς και το ΣΣ αδυνατεί να συνεισφέρει σε κατευθύνσεις που δεν έχουν αναλυτικά προσδιοριστεί στην αρχικό προβληματικό και σχεδιαστικό χώρο.

Στο Σχ. 31 επιχειρείται μια γενική και αφηρημένη απεικόνιση της αλγοριθμικής προσέγγισης στην σχεδιαστική διεργασία, καθώς και της φύσης των αναπαραστάσεων και της συμβολής τους στην διαδικασία επίλυσης ενός σχεδιαστικού προβλήματος.

⁹⁰ Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στο Κεφ. 2 και Κεφ. 4, τα ίδια προβλήματα συναντούν και οι εξελικτικές/αιτιολογικές προσεγγίσεις.



Σχήμα 31. Η σχεδιαστική διεργασία μοντελοποιημένη στο κογνιτιβιστικό πλαίσιο. Ένας μεταφορέας με χαρακτηριστικά μνήμης περιέχει αναπαραστασιακό περιεχόμενο σχετικά με το περιβάλλον. Το περιεχόμενο έχει χορηγηθεί από άλλο σύστημα εξωτερικά του ΣΣ. Η αντίληψη της εισόδου που παρέχει ο χρήστης και η σχεδιαστική δράση είναι διαχωρισμένες μεταξύ τους. Το αναπαραστασιακό περιεχόμενο X γίνεται αντικειμενικά αντιληπτό από το σχεδιαστικό σύστημα. Οι προκαθορισμένοι κανόνες επίλυσης του προβλήματος συσχετίζουν άμεσα το εξωτερικά μεταφερόμενο αναπαραστασιακό περιεχόμενο X με τα αναπαραστασιακά περιεχόμενα Z και Y και μέσω της καλά-ορισμένης και προκαθορισμένης αναζήτησης των πιθανών λύσεων (λευκό κουτί) το σύστημα καταλήγει σε μια υποτιθέμενα κατάλληλη επίλυση του προβλήματος. Ερωτήσεις σχετικά με την πηγή προέλευσης του αναπαραστασιακού περιεχομένου ή των πιθανοτήτων του να είναι λανθασμένο, δεν μπορούν να απαντηθούν και δεν λαμβάνονται υπόψη.

Κάποια από τα προαναφερθέντα προβλήματα έχουν πρακτικά επαληθευτεί από τους Macmillan & colleagues (2001), οι οποίοι προσπάθησαν να εξετάσουν έναν αριθμό από σχεδιαστικά έργα προσπαθώντας πρωτίστως να κατανοήσουν τις διάφορες δραστηριότητες που ελάμβαναν χώρα κατά τις εννοιολογικές φάσεις της σχεδίασης. Το βασικό τους συμπέρασμα ήταν ότι η επιλογή να μοντελοποιήσει κανείς την εννοιολογική φάση χρησιμοποιώντας δομημένες αναπαραστάσεις της σχεδιαστικής διεργασίας καθώς και τις αντίστοιχες ροές πληροφορίας ως είσοδο και έξοδο των αναπαραστάσεων, αποδείχτηκε εξαιρετικά πολύπλοκο και ιδιαίτερος άβολο. Επιπλέον, υποστηρίζουν ότι όταν προσπάθησαν να ανάγουν το πρόβλημα σε διακριτά μέρη της ροής της πληροφορίας, τα αντίστοιχα μοντέλα τους προσέφεραν ελάχιστη έως καμία κατανόηση των φάσεων στις οποίες όφειλε να προχωρήσει η σχεδιαστική διεργασία.

Όπως ήταν αναμενόμενο, τα κογνιτιβιστικά πλαίσια της γνωστικής διεργασίας επιδεικνύουν αρκετά προβλήματα όταν καλούνται να εξηγήσουν την πολύπλοκη σχεδιαστική διεργασία. Στην επόμενη ενότητα θα αναφερθούν μερικά θεμελιώδη χαρακτηριστικά της σχεδιαστικής διεργασίας, τα οποία μέχρι στιγμής, δεν έχουν ληφθεί σοβαρά υπόψη. Ωστόσο, όπως θα υποστηριχτεί στη συνέχεια, είναι απαραίτητα για την βαθύτερη κατανόηση της σχεδιαστικής διεργασίας και της δημιουργικότητας. Επίσης, αυτά τα στοιχεία θα πρέπει να υποστηρίζονται από το μοντέλο της σχεδιαστικής διεργασίας και της ανάδυσης της δημιουργικότητας που θα προταθεί στην §6.5.

6.3 Βασικά Χαρακτηριστικά της Σχεδιαστικής Διεργασίας και η Ανεπάρκεια των Κογνιτιβιστικών Μοντέλων

6.3.1 Η Ασθενώς-Ορισμένη και Ανοικτο-κλειστή Φύση των Σχεδιαστικών Προβλημάτων

Οι αιτιολογικές και βασισμένες σε κανόνες, προσεγγίσεις στην μοντελοποίηση και ανάλυση της σχεδιαστικής διεργασίας, θα ήταν αρκετά επιτυχημένες, αν τα σχεδιαστικά προβλήματα ήταν καλά-(πλήρως-)ορισμένα. Σε αυτή την περίπτωση το ΣΣ θα έπρεπε να μαζέψει την απαραίτητη πληροφορία σε ένα καθολικό πληροφοριακό σύνολο, να κατασκευάσει την αρχική κατάσταση και τις καταστάσεις που θα αντιπροσωπεύουν τον στόχο του προβλήματος και τους αλγορίθμους που θα τις συνδέσουν μεταξύ τους.

Από την άλλη πλευρά, ένα σχεδιαστικό πρόβλημα επιδέχεται πολλών λύσεων και επομένως, θα υπάρχουν αρκετά λογικά μονοπάτια ικανοποίησης των περιορισμών που θέτει. Το καταλληλότερο μονοπάτι επίλυσης θα επιλεγεί βάσει του βαθμού ικανοποίησης που προσφέρει στους αντίστοιχους περιορισμούς. Αυτό προϋποθέτει την εκ των προτέρων γνώση όλων των περιορισμών κατά την *ενοσιολογική φάση της σχεδιαστικής διεργασίας (conceptual design phase)* καθώς και την προκαθορισμένη επιρροή τους στο σχεδιαστικό πρόβλημα. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι οι περισσότερες των σχεδιαστικών περιπτώσεων είναι εντελώς διαφορετικές (Goldschmidt, 1997), εκτός από τις περιπτώσεις πολύ καλά δομημένων υπο-προβλημάτων ενός μεγαλύτερου προβληματικού χώρου, όπως αυτά που συναντά κανείς (σπάνια δε) στη μηχανική σχεδίαση (engineering design), όπου η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει ένα πολύ μικρό (έως ανύπαρκτο) ρόλο.

Τα περισσότερα σχεδιαστικά προβλήματα ορίζονται σε σχέση με την πληροφορία αναφορικά με τους χρήστες του τεχνουργήματος (ανθρωποκεντρική σχεδίαση), τον σκοπό τον οποίο εξυπηρετεί για αυτούς και τη μορφή που πρέπει να κατέχει προκειμένου να είναι επιτυχημένο. Τέτοιου είδους σχεδιαστικά προβλήματα θεωρούνται ως *ασθενώς-ορισμένα (ill-defined)* και οι πιθανές τους λύσεις δεν είναι ξεκάθαρες από την αρχή της σχεδιαστικής διεργασίας. Συνεπώς, οι σχεδιαστικές λύσεις δεν είναι σχεδόν ποτέ προβλέψιμες και το ΣΣ δεν έχει σχεδόν ποτέ επαρκή πληροφορία για τον εκ των προτέρων ορισμό του επιθυμητού στόχου. Συγκεκριμένα, η εύρεση λύσης απαιτεί την εύρεση του 'πραγματικού' προβλήματος, το οποίο είναι πρακτικά αδύνατο όσο αφορά στα ανθρωποκεντρικά προβλήματα. Οι φάσεις της επίλυσης και του προσδιορισμού του προβλήματος αναπτύσσονται παράλληλα και αλληλοεξαρτώνται καθόλη τη σχεδιαστική διεργασία (Heylighen & Bouwen, 1999).

Η ασθενώς-ορισμένη φύση των σχεδιαστικών προβλημάτων αναφέρεται και από τον Banathy (1996) όταν υποστηρίζει ότι η σχεδίαση αντιμετωπίζει αλληλένδετα συμπλέγματα προβλημάτων. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι η σχεδίαση αντιμετωπίζει:

«ένα σύστημα προβλημάτων παρά μια συλλογή από προβλήματα...τα σχεδιαστικά προβλήματα είναι ασθενώς-δομημένα και δεν επιδέχονται μια εύκολη και ξεκάθαρη ανάλυση» (Banathy, 1996, σελ. 29).

Επιπροσθέτως, ο Banathy υιοθετεί μια εξελικτική προσέγγιση στη σχεδίαση (Banathy, 1989; 1996; 1998), (Lazlo, A., 2001), (Lazlo, C.L., 2001), η οποία δικαιολογεί τόσο την ασθενώς-ορισμένη όσο και την ανοικτο-κλεισμένη πτυχή της σχεδιαστικής διεργασίας. Ο Lazlo προσπαθεί να παρουσιάσει την εξελικτική θέση της σχεδίασης του Banathy αναφέροντας τις συγκεκριμένες φράσεις του Banathy:

«“Οι σχεδιαστές δεν επικεντρώνονται, δεν εστιάζουν στο υπάρχον σύστημα. Αντιθέτως, περνούν έξω από αυτό και σπρώχνουν τα σύνορα της αναζήτησης όσο το δυνατόν πιο μακριά. Προσπαθούν να περιγράψουν και να αναπαραστήσουν την μεγαλύτερη δυνατή εικόνα μέσα στο μεγαλύτερο δυνατό πλαίσιο δράσης...Οι

σχεδιαστές έχουν έναν ‘επεκτατικό’ προσανατολισμό Bela H. Banathy”» (Lazlo, C.L., 2001, σελ. 382).

Για τον Banathy η σχεδίαση σήμαινε πολλά περισσότερα από μια απλή επίλυση ενός προβλήματος ή από μια απλή μελέτη ενός προσχέδιου. Γενικότερα, αναγνώριζε μια προσανατολισμένη προς το μέλλον και προς τη δράση οπτική της σχεδιαστικής διεργασίας. Ο Nelson (2004) φανερά επηρεασμένος από την ερευνητική δουλειά των Banathy και Churchman (Churchman, 1971) υποστηρίζει ότι η *σχεδιαστική αναζήτηση (design inquiry)* μπορεί να χαρακτηριστεί ως η συμβολή ‘συστημάτων αναζήτησης της αλήθειας’, δηλαδή συστημάτων που προσπαθούν να ανακαλύψουν αν κάτι αληθεύει, ‘συστημάτων που αναζητούν το ιδανικό’, δηλαδή συστημάτων που προσπαθούν να ανακαλύψουν αυτό που θα ήταν ιδανικό (κυρίως με ένα θρησκευτικό και έντονα μεταφυσικό τρόπο σκέψης) και ‘συστήματα αναζήτησης βάσει της επιθυμίας’, δηλαδή συστήματα που προσπαθούν να ανακαλύψουν αυτό που θα πρέπει να πραγματοποιηθεί, υπό την έννοια του τι θα αποτελούσε μια επιθυμητή προσθήκη στον ‘πραγματικό’ κόσμο.

Σε όλη την πορεία της δουλειά του, ο Banathy (Banathy, 1989; 1993; 1996; 2000) επιχειρηματολόγησε υπέρ του τρίτου τύπου των συστημάτων αναζήτησης, τον οποίο υιοθετεί ως μια σχεδιαστική αναζήτηση. Ο Bausch θέλοντας να τονίσει την χαρακτηριστική θεώρηση του Banathy σχετικά με τον υπέρτατο σκοπό του σχεδιαστή αναφέρει ότι:

«Ο ιδανικός σχεδιαστής συστημάτων δεν στοχεύει στη δημιουργία ενός ιδανικού συστήματος. Αντιθέτως, στοχεύει στη δημιουργία ενός αποτελεσματικού συστήματος αναζήτησης των ιδανικών (Bausch, 2001, σελ. 144).

Επομένως, η σχεδιαστική διεργασία θα πρέπει να θεωρηθεί ως μια μορφή αναζήτησης που οδηγείται από την εκ προθέσεως δράση. Αντίστοιχα, οι αναπαραστάσεις κάθε γνωστικού συστήματος που συμμετέχει στην σχεδιαστική διεργασία εξελίσσονται διαρκώς και δεν είναι ποτέ πλήρεις και ακριβείς, ανεξάρτητα από την πρόοδο της επίλυσης του προβλήματος. Ως εκ τούτου, τα σχεδιαστικά προβλήματα είναι ανοικτο-κλεισμένα. Όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν διαφορετικά λογικά μονοπάτια για να φτάσει κανείς σε μια σχεδιαστική επίλυση, δηλαδή, διαφορετικά γνωστικά συστήματα κατασκευάζουν διαφορετικές αναπαραστάσεις του σχεδιαστικού προβλήματος. Αυτό μετατρέπει τη σχεδίαση σε μια διεργασία που είναι πολύ δύσκολη για να μοντελοποιηθεί και ακόμη πιο δύσκολη να προδιαγραφεί.

Συνεπώς, στις περισσότερες των περιπτώσεων, η χρήση υπολογιστικών εργαλείων και μοντέλων για την μίμηση της επίλυσης ασθενώς-ορισμένων προβλημάτων κρίνεται πρακτικά αλλά και θεωρητικά αδύνατη (Goldschmidt, 1997). Αυτό που πραγματικά χρειάζεται είναι η ανάλυση της φύσης των ασθενώς-ορισμένων προβλημάτων και των αντίστοιχων αναπαραστασιακών διεργασιών που τις καθιστούν διαχειρίσιμες.

6.3.2 Η Σχεδιαστική Διεργασία Απαιτεί ένα Αλληλεπιδραστικό και Συστημικό Πλαίσιο

Η σχεδιαστική διεργασία είναι εξαιρετικά πολύπλοκη. Η ασθενώς-ορισμένη και ανοικτο-κλεισμένη φύση του σχεδιαστικού προβλήματος κάνει τόσο τον τελικό στόχο όσο και τους αντίστοιχους περιορισμούς ιδιαίτερος ασαφείς. Μια εσωτερική αξιολόγηση μιας πιθανής επίλυσης δεν είναι αρκετή, διότι θα είναι υποκειμενική και θα αγνοεί τις πραγματικές ανάγκες. Γενικότερα, οι εσωτερικές αξιολογήσεις των δράσεων ενός κλειστού συστήματος περιορίζονται από την αρχική οργανωσιακή του πολυπλοκότητα. Το αποτέλεσμα θα είναι σχεδόν πάντοτε ικανοποιητικό για το ίδιο το σύστημα, αλλά σπάνια για το περιβάλλον του και κατ’ επέκταση για τα υπόλοιπα συστήματα.

Η απουσία χρήσιμης πληροφορίας από το σύστημα σε όλες τις φάσεις της σχεδιαστικής διεργασίας αντιμετωπίζεται με το άνοιγμα των συνόρων του προκειμένου να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον (δείτε §3.3.2 και §5.3.2). Ο Banathy τονίζει την *αλληλεπιδραστική και συμμετοχική* φύση της σχεδιαστικής διεργασίας υποστηρίζοντας ότι ένα ΣΣ δεν μπορεί να σχεδιάζει για

άλλους, αλλά μπορεί μόνο να σχεδιάσει με άλλους. Διαφορετικά, όπως επίσης προτείνει ο Lazlo, A. (2001), δεν μπορεί κανείς να θεωρήσει ότι το σχεδιαστικό σύστημα εμπλέκεται σε 'γνήσιες' ΣΔ, αλλά μάλλον, ότι προσπαθεί να επιβάλλει τα οράματά του και τις αξίες του.⁹¹ Όπως προτείνει ο Jonas (2001), υπάρχει μεγάλη ανάγκη για την αύξηση της πολυπλοκότητας σε ένα σχεδιαστικό σύστημα προκειμένου να μπορέσει να αντιμετωπίσει την ολοένα αυξανόμενη εξωτερική πολυπλοκότητα.

Η εξέταση της σχεδιαστικής διεργασίας σε ένα αλληλεπιδραστικό πλαίσιο προσφέρει τη δυνατότητα αύξησης της πολυπλοκότητας του ΣΣ, εφόσον η ανάδυση των πολύπλοκων αναπαραστασιακών διεργασιών στις οποίες εμπλέκεται μπορούν να εξεταστούν μέσα από μια εντελώς διαφορετική οπτική. Συγκεκριμένα ο Banathy (1996) επιχειρηματολογεί υπέρ της συστημικής φύσης της σχεδιαστικής διεργασίας η οποία πραγματοποιείται με έναν αλληλεπιδραστικό και επαναλαμβανόμενο τρόπο. Οι δύο τρόποι διεκπεραίωσης κρίνονται απαραίτητοι διότι επιτρέπουν τον έλεγχο των εναλλακτικών λύσεων, την ενσωμάτωση και ολοκλήρωση των έξυπνων προτάσεων, τη διατύπωση βιώσιμων στρατηγικών και μια συνειδητή παρατήρηση στις αλλαγές των σημαντικών παραμέτρων. Όλα αυτά αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικούς παράγοντες της πολύπλοκης σχεδιαστικής διεργασίας.

6.3.3 Το Περιεχόμενο της Σχεδίασης δεν είναι το Τεχνούργημα

Η εξέταση της ΣΔ σε ένα αλληλεπιδραστικό πλαίσιο αναδεικνύει την σημαντικότητα του χρήστη του αποτελέσματος της ΣΔ (τεχνούργημα). Οι χρήστες και γενικότερα όλοι οι άμεσα και έμμεσα επωφελούμενοι αξιολογούν το τεχνούργημα βάσει των δικών τους μεμονωμένων εμπειριών. Αν κανείς σκεφτεί ότι η εμπειρία του κάθε χρήστη και κατ' επέκταση οι αναπαραστασιακές τους δομές είναι διαφορετικές για τον καθένα, τότε, το περιεχόμενο της σχεδιαστικής διεργασίας δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ως το ίδιο το τεχνούργημα. Όπως υποστηρίζει και η Kazmierczak (2003), το περιεχόμενο της σχεδίασης δεν θα πρέπει να αποδίδεται στις αισθητικές και πρακτικές ιδιότητες ενός σταθερού και συγκεκριμένου αντικειμένου. Αντιθέτως, το περιεχόμενο της ΣΔ ερμηνεύεται υποκειμενικά και μεταβάλλεται από τις γνωστικές διεργασίες του κάθε χρήστη, ενώ αυτός σκοπύμως εμπλέκεται σε μελλοντικές ΣΔ. Με άλλα λόγια, το ΣΣ οφείλει να προσφέρει μια μορφή σε ένα δυναμικό και ασθενώς-ορισμένο περιεχόμενο, με τέτοιο τρόπο, ώστε να διευκολύνει την δημιουργική του ερμηνεία από τον χρήστη/αποδέκτη και τελικά, από τα υπόλοιπα σχεδιαστικά συστήματα.

6.3.4 Η Σχεδιαστική Διεργασία Οφείλει να Διέπεται από Μελλοντικά-Προσανατολισμένες Προσδοκίες

Η διαφορετική ερμηνεία του περιεχομένου από διάφορους αποδέκτες με διαφορετικές δομές αναπαράστασης συνεπάγεται την δυνατότητα του ΣΣ να λάβει υπόψη του πολλά πιθανά αποτελέσματα και συνέπειες της δράσης του πριν προχωρήσει στην πραγματοποίησή τους. Αυτό δεν απαιτεί αναγκαστικά ένα γνωστό και καθολικό σύνολο πληροφοριών ούτε ένα προκαθορισμένο προβληματικό χώρο. Όπως έχει τονίσει ο Rosen (1985), τέτοιου είδους προσδοκίες χρειάζονται ένα μοντέλο αιτίου και αποτελέσματος που να λειτουργεί με άπειρες επαναλήψεις. Αντιθέτως, στη σχεδιαστική διεργασία, οι προσδοκίες θα πρέπει να θεωρούνται σε ένα πραγματικό πλαίσιο και να προβάλλονται στο μέλλον λαμβάνοντας υπόψη διαφορετικές κατευθύνσεις της έκβασης των διεργασιών και διαφορετικές κλίμακες χρόνου (Nadin, 2000) (Jonas, 2001) (δείτε §5.3.6 και §5.3.8.4).

Η σχεδίαση διαφέρει από την απλή επίλυση προβλημάτων λόγω του προσανατολισμού της προς το μέλλον όλου του συστήματος. έτσι, δημιουργεί μια εικόνα της επιθυμητής κατάστασης,

⁹¹ Μια τέτοια κατάσταση υποστηρίζεται από τη θεώρηση ενός σχεδιαστικού συστήματος κάτω από ένα κογνιτιστικό τρόπο λειτουργίας.

επιλέγει τις κατάλληλες προσεγγίσεις και μοντελοποιεί τις πιο πολλά υποσχόμενες εναλλακτικές. Ο Banathy (1996) προτείνει ότι υπάρχουν τέσσερις τρόποι, βάσει των οποίων οι άνθρωποι (αρχικά ως γνωστικά συστήματα και εν συνεχεία ως κοινωνικού δράστες) αντιδρούν σε καταστάσεις απότομης και χαοτικής αλλαγής:

- i.* υπάρχει ο *αντιδραστικός (reactive)* τρόπος, όπου κανείς προσπαθεί να βρει μια λύση σε παλιές επιλογές,
- ii.* ο *ανενεργός (inactive)* τρόπος, όπου κανείς δεν αντιδρά καθόλου,
- iii.* ο *προνοητικός (preactivist)* τρόπος, όπου κανείς προσδοκά την αλλαγή και αξιοποιεί τις πιθανότητες και
- iv.* ο *αλληλεπιδραστικός (interactive)* τρόπος, όπου οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με την επιθυμητή μελλοντική κατάσταση και προσπαθούν να την αναδύσουν συμμετέχοντας στη σχεδιάσή της.

Ο αλληλεπιδραστικός τρόπος είναι ο πιο συμβατός με την εξελικτική προσέγγιση του Banathy (Banathy, 1996; 2000) στη σχεδίαση και συνεπάγεται ένα καινούργιο είδος προσδοκιών για το γνωστικό σύστημα που εμπλέκεται στην ΣΔ, με τις οποίες θα μπορεί να μάθει από το παρελθόν και να εκτιμήσει αυτό που είναι χρήσιμο και επιθυμητό επί του παρόντος, ενώ ταυτόχρονα θα τις προβάλλει στο μέλλον (δείτε §5.3.6, §5.3.6.2 και §5.3.6.3).

Όπως θα παρουσιαστεί σε επόμενη ενότητα και βάσει όλων όσων έχουν παρουσιαστεί στην §5.3.5.2 και §5.3.8, οι ζητούμενες προσδοκίες αναδύονται κατά τη σχεδιαστική διεργασία, προσμένουν το πιθανό μέλλον και δύναται να είναι ακατάλληλες (εσφαλμένες). Το συγκεκριμένο είδος προσδοκιών μεταθέτει την παραδοσιακή οπτική της ιδιότητας της πρόθεσης και στη θέση της παρέχει τη βάση για την ανάδυση μιας δημιουργικής ΣΔ στο κοινωνικό και στο ειδικότερο συνεργατικό επίπεδο.

Στην επόμενη ενότητα θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση των βασικότερων προσπαθειών ορισμού και μοντελοποίησης ενός δημιουργικού γεγονότος στη ΣΔ. Τα αντίστοιχα προβλήματα και μειονεκτήματά τους, σε συνδυασμό με τα βασικά και θεμελιώδη χαρακτηριστικά της σχεδιαστικής διεργασίας που αναφέρθηκαν μέχρι τώρα, υποδεικνύουν το έδαφος για μια ριζικά διαφορετική μοντελοποίηση της σχεδιαστικής διεργασίας και κατά συνέπεια της δημιουργικότητας. Η εν λόγω μοντελοποίηση θα γίνει σε σχέση με τις λειτουργικές και αναπαραστασιακές ιδιότητες των γνωστικών συστημάτων που εμπλέκονται στη σχεδιαστική διεργασία.

6.4 Η Δημιουργικότητα στη Σχεδιαστική Διεργασία

Η δημιουργικότητα θεωρείται μια πιθανή ιδιότητα της γνωστικής διεργασίας και κατά συνέπεια της ΣΔ, και επομένως, είναι πολύ δύσκολο να οριστεί. Το πρόβλημα είναι διττό:

- a).* υπάρχει μια δυσκολία στο να κατανοήσει κανείς την έννοια της σχεδιαστικής διεργασίας ως δημιουργική και επίσης,
- b).* δεν μπορεί να υπάρξει καμία εγγύηση για την εμφάνισή της (Dorst & Cross, 2001).

Η βιβλιογραφία αναφορικά με την έρευνα στη δημιουργικότητα είναι ποσοτικά σημαντική (Mumford, 2003) και εκτείνεται σε μια μεγάλη ποικιλία επιστημονικών περιοχών (Simon, 1988), (Health, 1993), (Martindale, 1995). Οι περισσότερες ερευνητικές προσπάθειες εξήγησης και μοντελοποίησης της δημιουργικότητας έχουν επικεντρωθεί στο γνωστικό σύστημα ως το ίδιο το σχεδιαστικό σύστημα. Οι αρχικές προσπάθειες ορισμού της δημιουργικότητας έγιναν σε σχέση με τη δημιουργική διεργασία, δηλαδή μια εσωτερική ουσιαστικά διεργασία ενός τέτοιου σχεδιαστικού συστήματος, μέσω της οποίας παράγονται ιδέες.

Η Boden (1990; 1994) προτείνει τη διερεύνηση και την περαιτέρω μετατροπή και επέκταση καλά-διαμορφωμένων εννοιολογικών χώρων ενός γνωστικού συστήματος ως τη βάση των

δημιουργικών δράσεων. Ο Simon, στις προσπάθειές του να κατασκευάσει έναν αλγόριθμο εκτέλεσης δημιουργικής επεξεργασίας σε μια μηχανή, μοντελοποιεί την δημιουργικότητα ως μια διεργασία τριών φάσεων. Συγκεκριμένα, ο Simon υποστηρίζει ότι σε μια δημιουργική διεργασία, κανείς θα πρέπει να ορίσει το πρόβλημα όσο το δυνατόν πιο συγκεκριμένα, να βρει τους απαραίτητους ευρετικούς κανόνες και την λύση (Liu, 2000). Θα ήταν φυσικά περιττό να επισημανθεί ότι ακόμη και σήμερα, μια μηχανή που υποκαθιστά μια γνωστική διεργασία μπορεί να αναζητήσει μια επίλυση μέσα στα όρια του εννοιολογικού χώρου που της παρέχει ο σχεδιαστής της (Brown, 2002). Οι αναπαραστασιακές δομές αυτού του χώρου αντιστοιχούν στις δύο υπο-διεργασίες που αναγνωρίζει ο Simon αφήνοντας την τελευταία στην μηχανή.

Το πρόβλημα με αυτή την προσέγγιση παραμένει ακόμη και σε ένα πλαίσιο δράσης ανεξάρτητο από την πλατφόρμα υλοποίησης της μηχανής. Όπως υποστηρίζει ο Liu (2000), τα υπολογιστικά προγράμματα όπως για παράδειγμα το BACON (Langley & colleagues, 1987), μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μοντελοποίηση της φάσης της επίλυσης του προβλήματος, μόνο και μόνο όταν, τα υπο-προβλήματα στις δύο πρώτες φάσεις έχουν ολοκληρωθεί. Ο Liu συνεχίζει υποστηρίζοντας ότι μια ολοκληρωμένη δημιουργική δραστηριότητα συμπεριλαμβάνει τους τρόπους με τους οποίους πρέπει κανείς να ψάξει προκειμένου να βρει το πρόβλημα (το οποίο τις περισσότερες φορές είναι ασθενώς-ορισμένο – δείτε §6.3.1) και εν συνεχεία, τους τρόπους με τους οποίους πρέπει κανείς να προσπαθήσει να βρει τους αναγκαίους ευρετικούς κανόνες.

Η Gabora (2002) βασισμένη σχεδόν στις ίδιες θεωρητικές αρχές με την Boden και όντας ελάχιστα συμβατή με τον Simon, θεωρεί ότι η διερεύνηση των εννοιολογικών χώρων ταυτίζεται με την ανάκληση θέσεων μνήμης, οι οποίες αντιπροσωπεύονται από νευρώνες, ενώ η μετατροπή τους σχετίζεται με τη διαμόρφωση καινούργιων συσχετίσεων μεταξύ των νευρώνων προκειμένου να παράγουν νέες και δημιουργικές ιδέες. Στο ίδιο μήκος κύματος οι Santanen & colleagues (2002) προτείνουν το Μοντέλο Γνωστικού Δικτύου (Cognitive Network Model) θεωρώντας ότι η δημιουργικότητα ενέχει μια 'πολυσυσχετική διεργασία' όπου η ένσκηπη και αιτιώδη σύνδεση των μέχρι τώρα μη-συσχετιζόμενων πλαισίων πληροφορίας παράγει μια δημιουργική ιδέα.

Σε κάθε περίπτωση, στα μοντέλα που προαναφέρθηκαν μέχρι τώρα, μπορεί να υποστηρίζεται η ανάδυση της προσωπικής δημιουργικής δραστηριότητας, αλλά δεν παρέχεται η ευκαιρία για περαιτέρω αξιολόγηση και πιθανή ενσωμάτωση των καινούργιων δομών που έχουν παραχθεί, τόσο από τον αποδέκτη όσο και από το σχεδιαστικό σύστημα. Ωστόσο, μερικά θεωρητικά πλαίσια της γνωστικής διεργασίας, όπως αυτό της *Κατανεμημένης Γνωστικής Διεργασίας (Distributed Cognition)* (Holland, & colleagues, 2000), επικεντρώνουν σε σημαντικές ιδιότητες του περιβάλλοντος και στον ρόλο που παίζουν στην υποστήριξη της γνωστικής διεργασίας. Ο ρόλος της περιοχής όπου πραγματοποιείται η δημιουργική διεργασία τονίζεται μέσω της παρουσίας συγκεκριμένων προβλημάτων (π.χ. η κρίση της δουλειάς κάποιων από κάποιους άλλους) και μέσω της προσφοράς συγκεκριμένης γνώσης, πόρων και τεχνολογικών ικανοτήτων, τα οποία στρώνουν το έδαφος για συγκεκριμένα είδη δημιουργικής δράσης.

Οι Dorst & Cross (2001) προχωρούν ένα βήμα πιο πέρα προτείνοντας ότι σε μια δημιουργική σχεδιαστική διεργασία υπάρχει συνεξέλιξη και η αντίστοιχη ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ του προβλήματος και του χώρου επίλυσής του. Ακόμη όμως και αυτή η κατά κάποιον τρόπο *χωροχρονικά κείμενη σε πλαίσιο δράσης (situationalist)* (δείτε §4.2.2.2) οπτική της δημιουργικότητας (Smith & Gero, 2004) δεν καταφέρνει να απομακρυνθεί από την γενικότερη ατομιστική οπτική. Έτσι, φαίνεται και πάλι καταλληλότερος ο εντοπισμός της δημιουργικότητας στον ξεχωριστό πράκτορα, ο οποίος κτίζει και διαμορφώνει την κατάστασή του βάσει της σύζευξης των εσωτερικών του χαρακτηριστικών με τις υπάρχουσες περιβαλλοντικές συνθήκες.⁹²

Από την άλλη πλευρά, πρόσφατα, εμφανίστηκαν ερευνητές που έλαβαν υπόψη τους την κοινωνική πτυχή της δημιουργικότητας (Banathy, 1996), (Csikszentmihalyi, 1996; 1999),

⁹² Για μια ανάλυση του λόγου για τον οποίο η δημιουργικότητα και γενικότερα, η δημιουργική σκέψη, δεν μπορούν να θεωρηθούν ως μια εξελικτική διεργασία (κατά ένα Δαρβινικό τρόπο) δείτε (Dasgupta, 2004) και (Gabora, 2005).

(Mamykina, 2002). Ο Csikszentmihalyi, ο οποίος έχει προσεγγίσει τη μελέτη της δημιουργικότητας μέσα από μια συστημική οπτική, αλλά επίσης και ο Banathy, ο οποίος δίνει έμφαση στο αλληλεπιδραστικό και *συνομιλητικό (conversational)* πλαίσιο της αλληλεπίδρασης, σημειώνουν ότι, παρά το ότι τις περισσότερες φορές η δημιουργική σχεδιαστική διεργασία φαίνεται να εμφανίζεται σε μεμονωμένους πράκτορες, το μεγαλύτερο μέρος της ευφυΐας και της δημιουργικότητας των πρακτόρων είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης, της συνεργατικότητας και της σύμπραξης με άλλα συστήματα που εμπλέκονται στη σχεδιαστική διεργασία.

Ο Csikszentmihalyi προτείνει δύο επίπεδα αναγνώρισης, αυτό της προσωπικής αναγνώρισης από το ίδιο το δημιουργικό σχεδιαστικό σύστημα και αυτό της κοινωνικής αναγνώρισης του σχεδιαστικού συστήματος από άλλους ανθρώπους μέσα από την ίδια κοινωνία και κουλτούρα. Επομένως, στο πλαίσιο του Csikszentmihalyi η επίμονη εξέταση και η αποδοχή της δημιουργικής διεργασίας ενός σχεδιαστικού συστήματος στο κοινωνικό επίπεδο απαιτούνται προκειμένου η σχεδιαστική διεργασία να αναγνωριστεί ως πραγματικά δημιουργική.

Ενώ οι προαναφερθείσες θεωρίες και τα αντίστοιχα μοντέλα τους προσφέρουν μια μερικώς πιθανή επεξήγηση του τρόπου με τον οποίο εμφανίζεται η δημιουργικότητα στο μυαλό του πράκτορα, σε καμία περίπτωση δεν προσφέρουν μια ξεκάθαρη και διακριτή κατανόηση της δημιουργικότητας και επίσης, δεν προσφέρουν τρόπους μελέτης της στο αλληλεπιδραστικό και συνομιλητικό πλαίσιο της σχεδιαστικής διεργασίας. Επιπλέον, αν και όπως έχει σαφώς παρουσιαστεί και εξηγηθεί στο Κεφ. 4 και Κεφ. 5 οι αναπαραστάσεις αποτελούν ένα κεντρικό σημείο των γνωστικών διεργασιών, δεν υπάρχει καμία πρόταση για τον τύπο των αναπαραστάσεων που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη θεώρηση, περιγραφή και μοντελοποίηση συγκεκριμένων τύπων γνωστικών δραστηριοτήτων, όπως αυτές που λαμβάνουν χώρα κατά την ανάδυση της δημιουργικότητας στη σχεδιαστική διεργασία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παραμένει η δημιουργικότητα ως κάτι το μαγικό και το μεταφυσικό, ως ένα χάρισμα πρακτόρων με εξαιρετικά εξελιγμένες γνωστικές ικανότητες.

Ωστόσο, η παρουσία των προσδοκιών με προσανατολισμό προς το μέλλον, η αλληλεπιδραστική και κατ' επέκταση κοινωνική φύση της σχεδιαστικής διεργασίας, καθώς και η εναλλαγή και αλληλοσυσχέτιση μεταξύ του προσωπικού και του κοινωνικού επιπέδου της αξιολόγησης μιας δημιουργικής δράσης, απαιτούν την μελέτη και εξέταση της δημιουργικότητας σε ένα αλληλεπιδραστικό πλαίσιο που να υποστηρίζει τη γνωστική, την επικοινωνιακή και τη συνεργατική πτυχή της σχεδίασης.

6.5 Αυτό-Οργάνωση, Σχεδίαση και Δημιουργικότητα

Ο Glanville (2001) προτείνει ότι η σχεδιαστική διεργασία θα έπρεπε πρωτίστως να εξεταστεί μέσα από ένα γνωστικό πλαίσιο που βασίζεται στην επιστημολογία της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης. Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §3.3, σε αυτή την περίπτωση, ένα γνωστικό σύστημα είναι ικανό να προβεί στις στοιχειώδεις δράσεις της διάκρισης και της παρατήρησης. Έτσι, παρατηρεί τα σύνορά του και με αυτό τον τρόπο διαφοροποιείται από το περιβάλλον του. Η ικανότητά του να παρατηρεί τις διακρίσεις στις οποίες προβαίνει, του προσδίδει την ιδιότητα της αυτό-αναφοράς και επομένως, την ικανότητα να δημιουργεί νέες διακρίσεις (δράσεις) βάσει των προηγούμενων, να κρίνει τις διακρίσεις του και γενικότερα να αυξάνει την πολυπλοκότητά του δημιουργώντας καινούργια νοήματα βάσει των οποίων αλληλεπιδρά (δείτε §3.3).

Καθώς το γενικότερα αυτό-οργανωτικό σύστημα εξελίσσεται και αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του, δημιουργεί ένα εσωτερικό δίκτυο αλληλοσυνδεδεμένων δομών που αναπαριστούν την ιστορία και την εμπειρία του. Στις επακόλουθες αλληλεπιδράσεις, το σύστημα θα συναντήσει ένα σύνολο εξωτερικών αλληλεπιδράσεων, το οποίο θα αξιολογηθεί βάσει των μέχρι τώρα εδραιωμένων αλληλεπιδράσεων, δηλαδή την εμπειρία του συστήματος. Ως ένα διασκορπίζων σύστημα μακριά από τη θερμοδυναμική του ισορροπία, το αυτό-οργανωμένο σύστημα θα αποτελείται από αναδυόμενα πρότυπα οργάνωσης τα οποία δεν ισούνται με το άθροισμα των επιμέρους στοιχείων του. Επομένως, κάθε στιγμή της δράσης του, υπάρχουν κάποιοι εσωτερικοί

κυρίαρχοι περιορισμοί που ‘καταπιέζουν’ όλους τους υπόλοιπους και οδηγούν την οργάνωσή του.

Οι περιορισμοί που δεν έχουν καταπιεστεί ονομάζονται παράμετροι τάξης (δείτε §3.3.4). Εδώ, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η σπουδαιότητα των παραμέτρων τάξης στην ανάλυση της δημιουργικότητας, μέσα από την οπτική της αυτό-οργάνωσης, έχει τονιστεί από τους Knyazeva & Haken (1999). Γενικότερα, όπως υποστηρίζει ο Collier (2004), σε ένα αυτό-οργανωτικό σύστημα εμφανίζεται η παραγωγή της τάξης σε υψηλότερο επίπεδο περιορισμού, ή με άλλα λόγια, παρατηρείται η προώθηση της τάξης από το ένα επίπεδο περιορισμού στο άλλο. Κατά τη διάρκεια αυτής της μετάβασης της φάσης, οι καινούργια διαμόρφωση οργάνωσης καταστεί δυνατή την ανάδυση νέων ειδών δυνατοτήτων, τα οποία δεν ήταν παρόντα προηγουμένως. Αυτή η αύξηση στους βαθμούς ελευθερίας, η οποία επιδεικνύεται από το σύστημα, είναι αυτό που ο Glanville (1998) θεωρεί ως μια αύξηση στην ποικιλία των δυνατοτήτων, μέσα στις οποίες δύναται το σύστημα να δράσει.

Ο Glanville συνεχίζει υποστηρίζοντας ότι, κανείς μπορεί μόνο να υποθέσει, αλλά σε καμία περίπτωση να αποδείξει, ότι μια αύξηση στην ποικιλία των δυνατοτήτων θα οδηγήσει στην αύξηση της δημιουργικότητας. Ο Collier, ακολουθεί στο ίδιο μήκος κύματος όταν υποστηρίζει ότι σε ένα αυτό-οργανωτικό σύστημα, οι περιορισμοί είναι πάντα επιτρεπτικοί και αποτρεπτικοί, και σχεδόν πάντα, διαμορφώνουν τις συνθήκες που απαιτούνται για την διαμόρφωση περισσότερο πολύπλοκων περιορισμών. Ο συνδυασμός των δύο αυτών θέσεων, συνεπάγεται, σε γενικές γραμμές, ότι η δημιουργικότητα θεωρείται ως το αποτέλεσμα της ανάδυσης μιας νέας μορφής οργάνωσης σε ένα αυτό-οργανωτικό σύστημα, ενώ αυτό προσπαθεί να ενσωματώσει στη λειτουργική του δομή καινούργιους και ολοένα και πιο πολύπλοκους κυρίαρχους περιορισμούς.

Εδώ, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο Jantsch (1975) και εν συνεχεία ο Banathy (1996), έχουν προσεγγίσει την κοινωνική πλευρά της σχεδιαστικής διεργασίας, μέσα από την οπτική της αυτό-οργάνωσης. Ο Jantsch υιοθετεί την αρχή της ‘τάξης μέσω διακυμάνσεων’ του Prigogine (Prigogine & Stengers, 1984) και την εφαρμόζει στην κοινωνία. Έτσι, θεωρεί τα κοινωνικά συστήματα ως διασκορπίζοντα συστήματα και γενικότερα, υιοθετεί μια εξελικτική οπτική, η οποία τονίζει το πλεονέκτημα της διεργασίας αντί της δομής. Ο Banathy, με τη σειρά του, θεωρώντας τα κοινωνικά συστήματα ως διεργασίες που πρωτίστως, ανανεώνουν και εξελίσσουν τον εαυτό τους, αναφέρει τα λεγόμενα του Jantsch:

«Όταν ένα σύστημα, κατά τη διάρκεια της αυτό-οργάνωσής του, φτάνει πέρα από τα όρια της ταυτότητάς του, γίνεται δημιουργικό. Στην αυτό-οργάνωση, η εξέλιξη είναι το αποτέλεσμα της αυτό-υπέρβασης. Σε κάθε κατώφλι της αυτό-υπέρβασης, έρχεται στο προσκήνιο μια νέα διάσταση ελευθερίας για να διαμορφώσει το μέλλον (σελ. 183-184).» (Banathy, 1996, σελ. 162).

Ο Jantsch επιχειρηματολογεί υπέρ μιας διεργασιακής φύσης της σχεδίασης. Για τον Jantsch, η σχεδίαση είναι μια διεργασία και το αποτέλεσμά της είναι επίσης μια διεργασία. Ο Banathy υποστηρίζει ότι η αυτό-υπέρβαση είναι η ελευθερία του να εξελίσσεται κανείς και να συνεξελίσσεται μέσω της σχεδίασης. Γενικότερα, και οι δύο υποστηρίζουν ότι η σχεδίαση είναι η διαμόρφωση, η μάθηση, η δημιουργία. Επίσης, ο Jantsch αναγνωρίζει την αυτό-ανακλαστική ιδιότητα των διασκορπιζόμενων κοινωνικών συστημάτων (ωστόσο, σε ένα πνευματικό και υπερφυσικό επίπεδο – δείτε (Fuchs, 2002) για μια ενδελεχή ανάλυση), η οποία παρέχει στο κοινωνικό σύστημα την ικανότητα να προσμένει (προσδοκά) και να οδηγεί τη σχεδιαστική διεργασία.

Έτσι, τόσο ο Jantsch όσο και ο Banathy, συμφωνούν με την προσδόκιμη φύση της ΣΔ. Συνολικότερα, η ουσία τη πρότασής τους είναι ότι τα κοινωνικά συστήματα είναι ένσκόπα συστήματα, των οποίων η εξέλιξη μπορεί να οδηγηθεί μέσω της σχεδίασης. Προτείνουν ότι η εξέλιξη στα ανθρωποκεντρικά συστήματα, μέσω μιας αυτό-οργανωτικής οπτικής, γίνεται η ιστορικά ενσωματωμένη πλευρά της αυτό-οργάνωσης, με τη σχεδίαση να αποτελεί τη θεμελιώδη διεργασία της εξέλιξης (Banathy, 1998). Επομένως:

«η σχεδίαση γίνεται η κεντρική δραστηριότητα των κοινωνικών συστημάτων και η αποδοτικότητα στη σχεδίαση γίνεται η πιο αξιόλογη ικανότητα» (Banathy, 1996, σελ. 16).

Ωστόσο, η προσέγγιση του Jantsch στην κοινωνική αυτό-οργάνωση έχει μερικές συνέπειες για τη σχεδιαστική διεργασία, οι οποίες, κατά κάποιο τρόπο, διαφοροποιούν τη θέση του από αυτή του Banathy, ενώ ταυτόχρονα, προσθέτουν κάποια προβλήματα στη θεώρησή του για τη σχεδιαστική διεργασία. Συγκεκριμένα, αν και η εξελικτική πτυχή της σχεδίασης, καθώς επίσης, οι προσδοκίες και η μάθηση, παίζουν ένα σημαντικό ρόλο και για τους δύο στην κατανόηση και στην εξήγηση της σχεδιαστικής διεργασίας και της δημιουργικότητας, η θεώρηση του Jantsch, σχεδόν σβήνει εντελώς τον ρόλο των ανθρώπων στην κοινωνική αυτό-οργάνωση και συνεπώς, στην εξέλιξη της μέσω δημιουργικής σχεδίασης. Ειδικότερα, ο Jantsch προτείνει ότι προς το παρόν, η κοινωνική οργάνωση βρίσκεται μέσα σε μία πλήρως συνειδητοποιημένη φάση σχεδίασης, ενώ έχει περάσει από μια φάση εσωτερικευσης και εν συνεχεία, σε μια φάση αυξανόμενου ανταγωνισμού.

Όπως όμως υποστηρίζεται από τον Fuchs (2002), αυτή η θεώρηση είναι ντετερμινιστική και δεν λαμβάνει καθόλου υπόψη ότι η ικανότητα των ανθρώπων να κάνουν συνειδητές επιλογές (δείτε §5.3.6.3), καθιστά την κοινωνική εξέλιξη ως μια ανοικτο-κλεισμένη διεργασία που δεν χρειάζεται να ακολουθήσει μια πολύ συγκεκριμένη πορεία από την εξατομίκευση στον ανταγωνισμό και μετά στον συντονισμό. Αυτή είναι μια αρκετά συνηθισμένη στάση των υποστηρικτών της ριζοσπαστικής κοινωνικής αυτό-οργάνωσης, η οποία γενικότερα υποστηρίζει ότι οι εξατομικευμένοι γνωστικοί πράκτορες δεν μπορούν να συμμετέχουν στην κοινωνική αυτό-οργάνωση. Κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτών των θέσεων είναι αυτό του Hayek (1988), που θεωρεί ότι οι δράσεις των γνωστικών πρακτόρων δεν έχουν καμία πρόθεση, ενώ ο Mueller-Benedict (2001) σχεδόν απορρίπτει τον ρόλο του πράκτορα στην κοινωνική αυτό-οργάνωση (Fuchs, 2002; 2003a). Με άλλα λόγια, οι θέσεις τους απορρίπτουν την συνεργασία μεταξύ γνωστικών πρακτόρων, ή υπονοούν την δίχως προθέσεις και επομένως, την χωρίς νόημα, φύση αυτής της συνεργασίας (δείτε §4.3.3).

Από την άλλη μεριά, ο Banathy, αναγνωρίζει την ιδιαίτερη σημασία του ανθρώπινου γνωστικού πράκτορα. Όπως προαναφέρθηκε, βασίζεται στην αρχή της 'τάξης μέσω διακυμάνσεων' του Prigogine και θεωρεί τα κοινωνικά συστήματα ως διασκορπίζοντα συστήματα που φτάνουν σε συγκεκριμένα σημεία διακλάδωσης, στα οποία είτε αποσυντίθενται σε επιμέρους χαοτικές συμπεριφορές είτε μπορεί να επιτευχθεί η ανάδυση ενός επιπέδου υψηλότερης τάξης μέσω μιας αυτό-οργανωτικής διεργασίας. Ο Banathy συνεχίζει υποστηρίζοντας ότι στα συστήματα που δεν συμμετέχει ο άνθρωπος, η κατεύθυνση που δύναται να πάρει το σύστημα στο σημείο της διακλάδωσης δεν μπορεί να καθοριστεί, και επομένως, εξαρτάται από καθαρή τύχη. Στη συνέχεια τονίζει ότι αυτό δεν ισχύει για τα πολύπλοκα κοινωνικά συστήματα και εφόσον:

«ακόμη και πολύ μικρές διακυμάνσεις μπορεί να αυξηθούν και να μεταβάλλουν το σύστημα, η μεμονωμένη δραστηριότητα των γνωστικών πρακτόρων δεν θα πρέπει να θεωρείται ασήμαντη (Prigogine & Stengers, 1984, σελ. 313)» (Banathy, 1996, σελ. 170).

Σύμφωνα με τις παραπάνω θέσεις, ο Banathy εισάγει τον όρο *σχεδίαση κοινωνικών συστημάτων (social systems design)* και *σχεδίαση εξελικτικών συστημάτων (evolutionary systems design)* (δείτε επίσης, Lazlo, A., 2001) προκειμένου να τονίσει το γεγονός ότι η δημιουργικότητα των ανθρώπινων γνωστικών πρακτόρων του επιτρέπει να συμμετέχουν ενεργά στη σχεδίαση της εξέλιξης των κοινωνικών συστημάτων στα οποία δραστηριοποιούνται. Ειδικότερα, ο Banathy αναφέρει ότι:

«Ναι, κανείς, μπορεί να δώσει κατεύθυνση στην εξέλιξη των συστημάτων του μέσω ένσκαπης σχεδίασης. Οι άνθρωποι πράκτορες μεταφέρουν το φορτίο και την ευθύνη και η οδήγηση της εξέλιξης είναι προνόμιό τους, αλλά και υπό την ευθύνη τους.» (Banathy, 1996, σελ. 170).

Θα πρέπει να είναι πλέον φανερό ότι ο Banathy, αντίθετα με τη ριζοσπαστική προσέγγιση της κοινωνικής αυτό-οργάνωσης, αποδέχεται και μάλιστα σε μεγάλο βαθμό το ρόλο του γνωστικού

πράκτορα στη σχεδίαση των κοινωνικών συστημάτων. Αυτό δεν σημαίνει ότι οι άνθρωποι πράκτορες μπορούν πλήρως να καθορίσουν την πορεία της εξέλιξης. Σε κάθε περίπτωση, πλήρης καθορισμός ή καθαρή τύχη αποτελούν τη βάση των επιχειρημάτων της αναγωγής σχετικά με τον ρόλο των ατόμων στη σχεδίαση και εξέλιξη των κοινωνικών συστημάτων. Αναλυτικότερα, ο Banathy τονίζει ότι:

«Οι διάφορες κουλτούρες των κοινωνιών μας είναι εξαιρετικά πολύπλοκα συστήματα. Είναι υπερβολικά ευαίσθητα στη διακύμανση και ενέχουν δυναμικά ένα τεράστιο αριθμό διακλαδώσεων. Οι τελευταίες, μπορούν να οδηγήσουν τα συστήματά μας σε ένα εξελικτικό μονοπάτι ή σε μια αναδιοργάνωση σε ακόμη μεγαλύτερα επίπεδα της πολυπλοκότητας.» (Banathy, 1996, σελ. 170).

Επομένως, ο Banathy προτείνει ότι οι άνθρωποι πράκτορες μπορεί να μην είναι ικανοί να καθορίσουν πλήρως και να επιλέξουν την πορεία της εξέλιξης, αλλά, μπορούν να δράσουν έτσι ώστε να αυξήσουν την πιθανότητα προς το επιθυμητό αποτέλεσμα, ή με άλλα λόγια, μπορούν ενεργά να σχεδιάσουν το πλαίσιο της εξέλιξης των κοινωνικών συστημάτων.

Σε αυτό το σημείο, θα πρέπει κανείς να προσπαθήσει να κατανοήσει τους τρόπους με τους οποίους λαμβάνει χώρα η εν λόγω εξέλιξη και τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι πράκτορες παίζουν ένα πολύ σημαντικό και σχεδιαστικό (σχεδιαστικά-προσανατολισμένο) ρόλο σε αυτή. Υπάρχουν πολλοί τύποι κοινωνικής αυτό-οργάνωσης. Ο Fuchs υποστηρίζει ένα μοντέλο όπου η κοινωνική αυτό-οργάνωση λαμβάνει χώρα διαρκώς και κατά την οποία, οι δημιουργικές και αυτό-συνειδητές δράσεις των πρακτόρων συνιστούν τον πυρήνα της διεργασίας (Fuchs, 2003b). Ο Banathy, προτείνει ότι αυτού του είδους η σχεδιαστική διεργασία υλοποιείται ως μια συνεχιζόμενη συνομιλία, όπου διαφορετικοί πράκτορες συγκεντρώνουν τις δράσεις τους προκειμένου να «παράγουν συλλογικό νόημα και συλλογική συνείδηση» (Banathy, 1996, σελ. 214). Με αυτό τον τρόπο ο Banathy υπονοεί την *συνεργατική και συμμετοχική φύση της σχεδιαστικής διεργασίας*.

Ο Fuchs προτείνει ότι σε ένα γενικό αλλά όχι αφηρημένο πλαίσιο, *η συνεργατικότητα μπορεί να θεωρηθεί ως αλληλενέργεια/αλληλεπίδραση (co-action)*. Συγκεκριμένα, υποστηρίζει ότι η αλληλενέργεια μπορεί να θεωρηθεί ως η περίπτωση όπου:

«δύο ή περισσότεροι κοινωνικοί πράκτορες (ξεχωριστά άτομα ή σύνολα ατόμων) δρουν μεταξύ τους με έναν εναρμονισμένο και συντονισμένο τρόπο (οποιοσδήποτε και αν είναι ο υποκειμενικός λόγος ή το κίνητρο για τη συγκεκριμένη δράση) με αποτέλεσμα να αναδύεται μια καινούργια κοινωνική ιδιότητα.» (Fuchs, 2003a, σελ. 12.

Τέτοιου είδους δράσεις συνιστούν κοινωνικές δράσεις και παράγουν καινούργιο νόημα στο κοινωνικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, ο Fuchs χρησιμοποιεί τον όρο 'κοινωνική πληροφορία' (ibid), προκειμένου να δηλώσει τη νέα κοινωνική ιδιότητα και υποστηρίζει ότι, για να μπορέσουν να αναδυθούν τέτοιες ιδιότητες, οι μεμονωμένοι πράκτορες οφείλουν να εμπλέκονται σε κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Συνεχίζει αναφέροντας ότι αυτού του είδους οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις καταλήγουν σε κοινωνικές δράσεις, οι οποίες θεωρούνται ως:

«δράσεις συνεργασίας, οι οποίες διευθετούνται μέσω δράσεις επικοινωνίας, οι οποίες με τη σειρά τους, διευθετούνται μέσω δράσης νόησης (γνωστικής διεργασίας)» (ibid).

Η προσέγγιση που υιοθετείται από τους Arnellos, Spyrou & Darzentas (2007) για την ανάλυση και μοντελοποίηση της γνωστικής διεργασίας και της δημιουργικότητας παραλληλίζεται αρκετά με τη θεώρηση του Fuchs για την κοινωνική δράση. Συγκεκριμένα, η προσέγγιση του μοντέλου που προτείνεται θεωρεί ότι *η γνωστική διεργασία απαιτεί την εμπλοκή ξεχωριστών γνωστικών συστημάτων σε εκ προθέσεως (δηλαδή βασισμένες στο νόημα) αλληλεπιδράσεις με τα περιβάλλοντά τους και κατ' επέκταση μεταξύ τους, κατά τις οποίες αποκτούν ταυτοχρόνως μια κοινωνική οντολογία*.

Ο βασικός στόχος της προτεινόμενης προσέγγισης είναι η εισαγωγή και χρήση του συστημικο-σημειωτικού μοντέλου της §5.3.8 (του γενικότερου πλαισίου που παρουσιάστηκε στην §5.3) προκειμένου να αναλυθεί και να μοντελοποιηθεί η σχεδιαστική διεργασία και κατ' επέκταση η ανάπτυξη της δημιουργικότητας. Σύμφωνα με το συστημικό-σημειωτικό επίπεδο του πλαισίου της §5.3, η εφαρμογή του στο φαινόμενο της σχεδιαστικής διεργασίας θα προσφέρει την δυνατότητα της καλύτερης και πληρέστερης εξήγησης της ανάπτυξης και της λειτουργικότητας των αλληλένδετων αναπαραστάσεων ενός γνωστικού συστήματος που εμπλέκεται σε μια δημιουργική σχεδιαστική διεργασία. Επίσης, βάσει των παραπάνω σχετικά με τη σύσταση των κοινωνικών συνεργατικών δράσεων, υποστηρίζεται ότι *η επικέντρωση στην ένσκηπη αλληλεπίδραση δύο ή περισσότερων γνωστικών συστημάτων, λαμβάνει υπόψη, τόσο το γνωστική, όσο την επικοινωνιακή αλλά και συνεργατική πτυχή της σχεδιαστικής διεργασίας*. Η συγκεκριμένη προσέγγιση θεωρείται ως η κατάλληλη για την εμπλοκή του ξεχωριστού γνωστικού συστήματος στην σχεδιαστική αναζήτηση και στην αντίστοιχη σχεδιαστική συνομιλία και επομένως, είναι σε σχεδόν πλήρη συμφωνία με την γενικότερη θέση του Banathy.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, κάθε γνωστικό σύστημα που συμμετέχει στη σχεδιαστική διεργασία θεωρείται ως ένα αυτό-οργανωμένο σύστημα. Σε μια υποτιθέμενη σειριακή περιγραφή της σχεδιαστικής διεργασίας, κάθε ένα από τα συμμετέχοντα γνωστικά συστήματα θα μπορούσε να οριστεί ως σχεδιαστικό σύστημα και ως σύστημα χρήστη, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Ωστόσο, η συστημική και αλληλεπιδραστική προσέγγιση που υιοθετείται στο προτεινόμενο πλαίσιο, χρειάζεται έναν πιο συμμετοχικό και συνεργατικό όρο, όπως αυτό του *χρήστη-σχεδιαστή (user-designer)* που χρησιμοποιείται από τον Banathy για να υποδείξει τη γενικότερη προσέγγιση της *«σχεδίασης μέσα από το σύστημα και μαζί με αυτό» (designing within the system)* (Banathy, 1996, σελ. 226) στη σχεδιαστική διεργασία. Ως εκ τούτου, ένα γνωστικό σύστημα αποκτά την ιδιότητα ενός χρήστη-σχεδιαστή (από εδώ και στο εξής θα αναφέρεται ως ΧΣ⁹³) τη στιγμή κατά την οποία επιλέγει εκ προθέσεως να εμπλακεί σε μια σχεδιαστική διεργασία.

Συνεπώς, η σχεδιαστική διεργασία αντιμετωπίζεται ως μια αλληλεπίδραση μεταξύ δύο ή περισσότερων αυτό-οργανωμένων συστημάτων ΧΣ προκειμένου να αναπτύξουν ακόμη πιο κατάλληλες (προσαρμοστικές) αναπαραστάσεις σε σχέση με τα ασθενώς-ορισμένα αποτελέσματά της. Η λειτουργική πλευρά της σχεδιαστικής διεργασίας, στην οποία κάθε ΧΣ συμμετέχει αλληλεπιδραστικά, θεωρείται ως η ένσκηπη και διαρκής μετατροπή και επέκταση των εν δυνάμει υπαρχουσών αναπαραστάσεων. Για κάθε σύστημα ΧΣ και μέσα σε αυτό, ένα διαφορετικό αναπαραστασιακό περιεχόμενο αναδύεται μέσω των αμοιβαίων προσπαθειών τους να ενσωματώσουν το τεχνούργημα, ως μια εξωτερική παρενόχληση και όχι ως μια στατική πληροφοριακή δομή, αλλά ούτε και ως το ίδιο το περιεχόμενο της σχεδίασης, στην οργάνωσή τους. Επιπροσθέτως, *το σύνολο των αυτό-οργανωμένων συστημάτων ΧΣ που εμπλέκονται σε μια τέτοιου είδους σχεδιαστική διεργασία, συνιστούν ένα σχεδιαστικό σύστημα, το οποίο, ορίζεται πλέον στο κοινωνικό επίπεδο*.

Αν και δεν μπορεί να υπάρξει μια λογική αλληλουχία της αλληλεπίδρασης, για τους σκοπούς της παρούσας ανάλυσης, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι ένα σύστημα ΧΣ προσπαθεί να επικοινωνήσει τις αναπαραστάσεις του στα υπόλοιπα συστήματα ΧΣ που συμμετέχουν στην σχεδιαστική διεργασία, μέσω της δημιουργίας ενός τεχνουργήματος. Έχοντας πάντα τη δημιουργικότητα κατά νου, ο στόχος της συγκεκριμένης επικοινωνίας είναι να επιφέρει, στα υπόλοιπα συστήματα ΧΣ, την ανάπτυξη των αναγκαίων περιορισμών, οι οποίοι θα οδηγήσουν τις οργανώσεις των συστημάτων σε μία νέα τάξη, διευκολύνοντας τις δράσεις τους προς ένα ασθενώς-ορισμένο πρόβλημα. Επομένως, *η σχεδιαστική διεργασία θεωρείται ως μια ένσκηπη επικοινωνία μεταξύ δύο ή περισσότερων αυτό-οργανωτικών συστημάτων ΧΣ μέσω τη χρήση ενός τεχνουργήματος ως την κοινή γνωστική επαφή*. Η συγκεκριμένη θέση έχει δύο συνέπειες για τη δημιουργικότητα στην ΣΔ:

⁹³ Λέγοντας ΧΣ θα εννοείται ένα 'σύστημα ΧΣ'.

- a).** η πρώτη είναι ότι η αυτό-αναφορική φύση κάθε συστήματος ΧΣ παρέχει στο ίδιο το σύστημα την ικανότητα να επιδείξει δημιουργική δράση (δημιουργικότητα) μέσα στα σύνορα της κλειστότητάς του. Ταυτόχρονα, και λόγω της κλειστότητας όλων των συστημάτων ΧΣ που συμμετέχουν στη σχεδιαστική διεργασία, η αποτελεσματικότητα του τεχνουργήματος που απορρέει από τη δημιουργικότητα του συστήματος ΧΣ που το επικοινωνήσει, δεν μπορεί να εξασφαλιστεί. Αυτό προσθέτει τη κοινωνική διάσταση της δημιουργικότητας (δείτε §6.4),
- b).** η δεύτερη συνέπεια είναι άμεσα συνδεδεμένη με την πρώτη και επιβάλλει μια μεγάλη ευθύνη σε κάθε σύστημα ΧΣ σχετικά με την αποτελεσματικότητα των τεχνουργημάτων τους. Έτσι, όσο πιο δημιουργική είναι η σχεδιαστική διεργασία, τόσο πιο βαθιά και πιο αποδοτική θα είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ των συστημάτων ΧΣ που συμμετέχουν στη ΣΔ. Αυτό καταστεί κάθε σύστημα ΧΣ υπεύθυνο για κάτι, που επί της αρχής, μπορεί μόνο να παρενοχλήσει. Η ποικιλία των οργανωσιακών δομών κάθε συστήματος ΧΣ, θα παίξει πολύ σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της εν λόγω παρενόχλησης, αλλά από την άλλη, κάθε σύστημα ΧΣ θα πρέπει να προσδοκά το βαθμό της ποικιλίας, όταν προσπαθεί να επικοινωνήσει το τεχνουργήμα του. Η προϋπόθεση αυτή έρχεται να προστεθεί στην συνολική δυσκολία της εμφάνισης δημιουργικότητας στη σχεδιαστική διεργασία.

Η προτεινόμενη ανάλυση της σχεδιαστικής διεργασίας αναγνωρίζει τη συστημική, αλληλεπιδραστική, επικοινωνιακή και συνεργατική της φύση. Αυτό ισχύει διότι θεωρείται, ότι η συνεργατική πτυχή της σχεδιαστικής διεργασίας –δηλαδή η εκ προθέσεως απόφαση δύο η περισσότερων συστημάτων ΧΣ να αλληλεπιδράσουν, προκειμένου να εμπλακούν στην ένσκηπη σχεδίαση ασθενώς-ορισμένων στόχων και αποτελεσμάτων –διευθετείται από την επικοινωνία των σχετικών με τα συγκεκριμένα αποτελέσματα αναπαραστάσεών τους, στα υπόλοιπα συστήματα ΧΣ που συμμετέχουν στη σχεδιαστική διεργασία. Η εν λόγω επικοινωνία διευθετείται από τις αυτό-οργανωμένες γνωστικές διεργασίες που κάθε σύστημα ΧΣ αλληλεπιδραστικά επιτυγχάνει.

Ωστόσο, η προτεινόμενη θεώρηση, δεν μπορεί ακόμη να λάβει υπόψη της τον τύπο των αναπαραστασιακών δομών και το αντίστοιχο περιεχόμενό τους, όπως αυτά αναδύονται στην σχεδιαστική διεργασία. Έτσι, δεν είναι δυνατή ούτε η θεώρηση της μελλοντικά-προσμένουσας (προσδόκιμης) φύσης της σχεδιαστικής διεργασίας, αλλά ούτε ο επαναλαμβανόμενος και αναδρομικός τρόπος της πραγμάτωσής της, δηλαδή δύο ιδιαίτερα σημαντικές ιδιότητες για τον εξελικτικό και ανοικτο-κλεισμένο χαρακτήρα της.

Γενικότερα, και βάσει των όσων αναλύθηκαν στην §5.3.7.1, η τοποθέτηση της σχεδιαστικής διεργασίας αλλά και της δημιουργικότητας σε ένα αλληλεπιδραστικό και αυτό-οργανωτικό πλαίσιο της νόησης, δεν παρέχει καμία απάντηση σχετικά με την λειτουργικότητα του συστήματος που μπορεί να υποστηρίξει τις εν λόγω διεργασίες ή τον τρόπο που η δημιουργικότητα μπορεί να εντοπιστεί, να αναγνωριστεί και να παρατηρηθεί.

Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα συγκεκριμένα προβλήματα, όπως άλλωστε προαναφέρθηκε, η προτεινόμενη θεώρηση της σχεδιαστικής διεργασίας και της δημιουργικότητας θα συμπληρωθεί με το συστημικο-σημειωτικό πλαίσιο της ανάδυσης σημειωτικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ συστήματος και περιβάλλοντος (δείτε §5.3.8). Κεντρικός άξονας της συγκεκριμένης εφαρμογής του πλαισίου θα είναι η έννοια της *δυναμικής προσδοκίας* (*dynamic anticipation*) (δείτε §5.3.6).

6.5.1 Δυναμικές Προσδοκίες στη Σχεδιαστική Διεργασία

Όπως έχει ήδη σημειωθεί, η ικανότητα του συστήματος ΧΣ να προσμένει την ποικιλία των οργανωσιακών δομών των υπολοίπων συστημάτων ΧΣ είναι ιδιαίτερος κρίσιμος για την ανάδυση της δημιουργικότητας. Αν κανείς αναλογιστεί τον δυναμικό και μελλοντικά προσανατολισμένο τύπο προσδοκίας που αναλύθηκε στην §5.3.6, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι κάθε σύστημα ΧΣ

που συμμετέχει στην ΣΔ οφείλει να έχει την ικανότητα για προσδόκιμη αλληλεπίδραση με το περιβάλλον προκειμένου να μπορέσει να επιτύχει τις συνθήκες κλειστότητας που θα του δώσουν την ευκαιρία να ικανοποιήσει τους περιορισμούς του.

Πρακτικά, θα μπορούσε κανείς να πει ότι όσο πιο υψηλός είναι ο βαθμός της προσδοκίας σε κάθε σύστημα ΧΣ, τόσο πιο μεγάλη είναι η ικανότητά του να αξιολογήσει την αλληλεπίδρασή του, αλλά και η ικανότητά του ενσωμάτωσης ενός μεγάλου αριθμού δυνατοτήτων στην γενικότερη απόδοσή του. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι όλες οι δυνατότητες και οι αντίστοιχες επιλογές δεν μπορούν να είναι έμφυτες στην οργάνωση κάθε συστήματος ΧΣ. Μια πιθανή λύση θα ήταν κάθε σύστημα ΧΣ να εξελίξει ικανότητες μάθησης (δείτε 5.3.6.3). Αυτό θα παρείχε στο σύστημα έναν τρόπο επέκτασης της ικανότητας των δυναμικών προσδοκιών του και της ικανότητάς του να αξιολογεί μια πιθανή αλληλεπίδραση. Έτσι, το σύστημα ΧΣ γίνεται λιγότερο εξαρτημένο και πιο ευαίσθητο όσον αφορά στις αλληλεπιδραστικές του δυνατότητες σε συγκεκριμένα πλαίσια δράσης. Συγκεκριμένα, αυξάνεται η ικανότητά του για καλύτερη αναγνώριση του περιβάλλοντός του, καλύτερη αξιολόγηση των συνθηκών και κατάλληλη 'διατύπωση' του στόχου του σε σχέση με το ασθενώς-ορισμένο πρόβλημα που προσπαθεί να αντιμετωπίσει. Αυτό παρέχει μια γενικότερα πιο κατάλληλη υποδομή στο σύστημα ΧΣ προκειμένου να ορίσει το σχεδιαστικό πρόβλημα και να προσμένει την επιτυχία των αναδόμενων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των υπολοίπων συστημάτων ΧΣ και του επικοινωνούμενου τεχνουργήματος. Με αυτό τον τρόπο, ενδυναμώνεται η αλληλεπίδραση μεταξύ των συστημάτων ΧΣ και η δημιουργικότητα αποκτά ένα πιο προσοδοφόρο πεδίο ανάπτυξης.

Βέβαια, κάθε εξωτερική παρενόχληση δεν είναι χρήσιμη για ένα δυναμικά προσδόκιμο αλληλεπιδραστικό σύστημα ΧΣ (dynamical anticipative interacting user-designer system). Αντιθέτως, μόνο οι παρενοχλήσεις που θα συνεισφέρουν στην κλειστότητα του συστήματος και κατ' επέκταση στην διατήρηση της αυτό-οργάνωσής του, θα επιλεγούν για περαιτέρω αξιοποίηση. Εφόσον στο προτεινόμενο συστημικό-σημειωτικό πλαίσιο της §5.3.8, η κλειστότητα του συστήματος επιτυγχάνεται στο επίπεδο των διαφοροποιήσεων και του αντίστοιχου αναδόμενου αναπαραστασιακού περιεχομένου, η δημιουργικότητα δεν μπορεί να οριστεί ξεκάθαρα και σε απόλυτο βαθμό, αλλά ούτε να χαρακτηριστεί με στατικό τρόπο. Αντιθέτως, στο συγκεκριμένο πλαίσιο της ανάλυσης, η δημιουργικότητα έχει τη φύση μιας δυναμικά αλληλεπιδραστικής διεργασίας.

Επομένως, η δημιουργικότητα θεωρείται ως μια προσδοκούμενη και μελλοντικά προσανατολισμένη διεργασία. Επιπροσθέτως, αποτελεί ένα προσόν ιδιαίτερης σημασίας, το οποίο είναι άμεσα συνδεδεμένο με την ετοιμότητα και την ευχέρεια με την οποία τα συστήματα ΧΣ που συμμετέχουν στην σχεδιαστική διεργασία θα δημιουργήσουν, στο εσωτερικό τους, προσαρμοστικές αναδόμενες αναπαραστάσεις, αναφορικά με τα ασθενώς-ορισμένα αποτελέσματα της σχεδιαστικής διεργασίας στην οποία εμπλέκονται.

Ως εκ τούτου, τα διάφορα τεχνουργήματα δεν θεωρούνται ως αντικείμενα, αλλά ως διεπαφές που λειτουργούν ως εναύσματα τα οποία οδηγούν την διαμόρφωση του καινούργιου αναπαραστασιακού περιεχομένου. Επομένως, και βάσει του επιλεγόμενου πλαισίου, οι εν λόγω κοινές διεπαφές μεταξύ των συστημάτων ΧΣ θα πρέπει να θεωρηθούν ως σήματα/σημεία που επικοινωνούνται από το ένα στο άλλο, χωρίς να φέρουν άμεσα κάποιο συγκεκριμένο πληροφοριακό περιεχόμενο. Αντιθέτως, κάθε σύστημα ΧΣ θα πρέπει να αξιοποιήσει κάθε τεχνούργημα ως την πηγή της τάξης για την αυτό-οργάνωσή του.

Οι συνέπειες της οπτικής που μόλις περιγράφηκε, είναι η μετατόπιση της έμφασης από τη σχεδίαση στατικών αντικειμένων και πραγμάτων στη σχεδίαση της ανάπτυξης των γνωστικών διεργασιών και του αντίστοιχου αναπαραστασιακού περιεχομένου. Η αλληλεπίδραση με ένα τεχνούργημα καταλήγει σε μία διαφοροποιημένη ένδειξη των αλληλεπιδραστικών δυναμικοτήτων κάθε συστήματος ΧΣ που εμπλέκεται στη σχεδιαστική διεργασία. Υπό αυτή την οπτική, η δημιουργικότητα εντοπίζεται στον βαθμό με τον οποίο, το επικοινωνούμενο αναπαραστασιακό περιεχόμενο κάθε συστήματος ΧΣ, μέσω του τεχνουργήματος, παράγει τις κατάλληλες ενδείξεις. Με άλλα λόγια, το μέτρο της δημιουργικότητας θεωρείται το εύρος/έκταση

κατά την οποία, το επικοινωνούμενο αναπαραστασιακό περιεχόμενο παράγει τις απαραίτητες συνθήκες δράσης, οι οποίες, δεδομένων των αλληλεπιδραστικών δυνατοτήτων των συστημάτων ΧΣ που λαμβάνουν το τεχνούργημα, θα τους επιτρέψει να επιτύχουν μια συνθήκη κλειστότητας, δηλαδή τα συγκεκριμένα συστήματα ΧΣ θα οδηγηθούν σε αλληλεπιδραστική προσαρμογή αναφορικά με τους ασθενώς-ορισμένους στόχους τους.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι βάσει της οπτικής της προτεινόμενης προσέγγισης, το περιεχόμενο της σχεδιαστικής διεργασίας δεν είναι το ίδιο το τεχνούργημα. Επίσης, το συγκεκριμένο περιεχόμενο δεν είναι στατικό, εφόσον αντικατοπτρίζει την προσπάθεια της επικοινωνίας του αναπαραστασιακού περιεχομένου του συστήματος ΧΣ στα υπόλοιπα συστήματα ΧΣ που συμμετέχουν ενεργά στη σχεδιαστική διεργασία.

Επιπροσθέτως, όλα τα συστήματα ΧΣ, κατά την προσπάθειά τους να αυξήσουν την ικανότητα προσμονής, εμπλέκονται σε μια αμοιβαία εξάρτηση μεταξύ τους. Στην προσπάθειά τους να δημιουργήσουν ολοένα και πιο ποικίλες αναπαραστασιακές δομές, αλληλεπιδρούν διαρκώς με τα τεχνουργήματα και επομένως, μαθαίνουν να προσμένουν, ή όπως προτείνει ο Bickhard (2001), προσμένουν την ανάγκη απόκτησης καινούργιων προσδοκιών (δείτε §5.3.6.3).

Επίσης, η προοδευτικά αυξανόμενη ικανότητα προσμονής του συστήματος ΧΣ δημιουργεί μια ικανότητα για εκ προθέσεως αλληλεπίδραση (intentional capacity). Αυτή η κατάσταση δεν αντιστοιχεί στην παραδοσιακή έννοια της πρόθεσης, η οποία θεωρείται ως το άθροισμα όλων των αναπαραστάσεων του συστήματος. Αντίθετα, η πρόθεση πηγάζει από την ικανότητα του συστήματος ΧΣ για ένσκηπη αλληλεπίδραση, και επομένως, θα πρέπει ανάλογα να μετριέται. Αυτό κάνει τη δημιουργικότητα μια εκ προθέσεως και δυναμικά προσμένουσα αυτό-οργανωτική διεργασία.

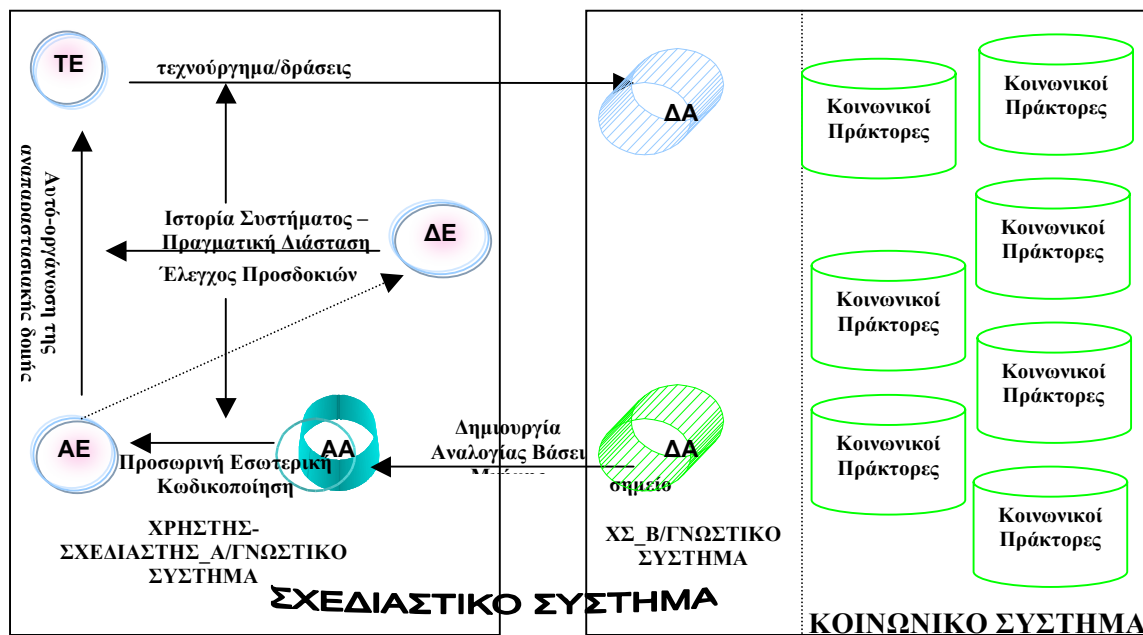
6.5.2 Η Σχεδιαστική Διεργασία ως Αμοιβαίες Σημειωτικές Αλληλεπιδράσεις

Όπως ήταν αναμενόμενο, στη προτεινόμενη προσέγγιση για την μοντελοποίηση της σχεδιαστικής διεργασίας, η θεώρηση των αναπαραστάσεων ως αναδυόμενες στις προσδοκίες για αλληλεπιδραστική δυναμικότητα του συστήματος ΧΣ, επιτρέπει και υποστηρίζει την ύπαρξη του αναπαραστασιακού περιεχομένου (δηλαδή του νοήματος) στο γενικότερο πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης. Ακολούθως, το αναπαραστασιακό περιεχόμενο ευθύνεται για την οδήγηση της αλληλεπίδρασης κάθε συστήματος ΧΣ και κατ' επέκταση, της δημιουργικότητάς του. Το επόμενο βήμα είναι να βρεθεί ένας τρόπος προκειμένου κανείς να μπορεί να παρατηρήσει και να ακολουθήσει τις εν λόγω αναπαραστάσεις. Είναι προφανές ότι θα ήταν αρκετά σημαντικό να υποδειχθούν οι αναπαραστάσεις που αναδύονται στη σχεδιαστική διεργασία, προκειμένου κάθε σύστημα ΧΣ να μπορέσει να διαχειριστεί τη λειτουργική τους αποτελεσματικότητα κατά τη διάρκεια της σχεδιαστικής διεργασίας.

Η εφαρμογή του συστημικο-σημειωτικού πλαισίου ανάδυσης του νοήματος (αναπαραστασιακού περιεχομένου) της §5.3.8, στο αλληλεπιδραστικό και δυναμικό πλαίσιο δράσης της σχεδιαστικής διεργασίας, οδηγεί στη θεώρηση κάθε συστήματος ΧΣ ως δημιουργού σημείων (και όχι αντικειμένων), τα οποία ερμηνεύονται από τα υπόλοιπα συστήματα ΧΣ (αποδέκτες της επικοινωνίας των διαφόρων σημείων) που συμμετέχουν στη σχεδιαστική διεργασία. Η σχέση μεταξύ κάθε συστήματος ΧΣ θεμελιώνεται επάνω στο *όχημα του σημείου (sign-vehicle)*, (το τεχνούργημα), το οποίο παίζει τον ρόλο του *Representamen* (δείτε §5.3.7.1 και §5.3.7.2). Λόγω της οργανωσιακής και επομένως, της αναπαραστασιακής κλειστότητας των αλληλεπιδρώντων συστημάτων, δεν μπορεί να υπάρξει άμεσος τρόπος για να καθορίσει ένα σύστημα ΧΣ το αναπαραστασιακό περιεχόμενο των υπόλοιπων συμμετεχόντων. Έτσι, κάθε σύστημα ΧΣ προσπαθεί να πραγματοποιήσει το αντίστοιχο περιεχόμενο σε μια μορφή που αναγκαστικά ταυτίζεται με τη θεμελίωση του οχήματος του σημείου, δηλαδή τη θεμελίωση του *Representamen*.

Η συγκεκριμένη μορφή διατηρεί τα χαρακτηριστικά του αναπαραστασιακού περιεχομένου του συστήματος ΧΣ, ενώ παράλληλα, επιτρέπει την πραγματοποίησή του (ανάδυσή του) μέσω διαφορετικών γνωστικών διεργασιών των συστημάτων ΧΣ (οι αποδέκτες του συγκεκριμένου σημείου). Ανάλογα, το όχημα του σημείου εκτελεί χρέη *μεσολαβητή (mediator)* και επομένως, θα επιδεικνύει την αντίστοιχη μορφή μέσω κάποιων ποιοτήτων, ιδιοτήτων και σχέσεων που εμφανίζει, ανεξάρτητα από το εάν έχει τον συγκεκριμένο ρόλο. Οι εν λόγω ποιότητες, ιδιότητες και σχέσεις του οχήματος του σημείου, καθορίζουν και περιορίζουν την μορφή του και επομένως, τη θεμελίωσή του. Ειδικότερα, η μορφή αυτών των ποιοτήτων, ιδιοτήτων και σχέσεων, είναι αυτό που έχει περάσει από κάθε σύστημα ΧΣ στον αντίστοιχο μεσολαβητή. Ο τελευταίος θα καθορίσει τη θεμελίωση της αναπαραστάσεως για τους αποδέκτες ΧΣ. Το σύστημα ΧΣ είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία ενός μεσολαβητή με τέτοιο τρόπο ώστε να έχει την ικανότητα να συμπεριλάβει τις πτυχές του σημείου που αφορούν άμεσα στην σχέση του τελευταίου με τους αποδέκτες ΧΣ.

Στο Σχ. 32 απεικονίζεται η αλληλεπίδραση του ΧΣ_A με το ΧΣ_B μέσω του τεχνουργήματος που δημιούργησε ο τελευταίος. Πριν ο ΧΣ_A αποφασίσει να αλληλεπιδράσει με το τεχνούργημα, υπάρχει μόνο το δυναμικό αντικείμενο (ΔΑ), το οποίο είναι το τεχνούργημα του ΧΣ_B. Όταν ο ΧΣ_A αποφασίσει να αλληλεπιδράσει, προβαίνει σε μια αναλογική κρίση βάσει της μνήμης του (δείτε §5.3.8.3) και υποδεικνύει τη φύση του ΔΑ μέσω μιας διαφοροποίησης η οποία οδηγεί στη διαμόρφωση του άμεσου αντικειμένου (ΑΑ). Μεταξύ του ΔΑ και του ΑΑ υπάρχει μια ασύμμετρη σχέση. Το πρώτο έχει μια αλληλεπιδραστική δυνητικότητα, η δεν μπορεί να συλληφθεί, παρά μόνο μερικώς από το τελευταίο. Το φτάσιμο της συνολικής αλληλεπιδραστικής δυνητικότητας του ΔΑ είναι αδύνατο, εφόσον είναι πρακτικά άπειρη και δυναμική.



Σχήμα 32. Κομβικά σημεία και λειτουργικότητα των αναδόμενων αναπαραστάσεων στη σχεδιαστική διεργασία, όταν η τελευταία μοντελοποιείται βάσει του πλαισίου των συστημικό-σημειωτικού πλαισίου. Το ΧΣ_A αλληλεπιδρά ένσκόπα με το ΧΣ_B καθώς εμπλέκονται σε μια συνεργατική σχεδιαστική διεργασία, μέσω της οποίας προσπαθούν να επικοινωνήσουν τις αναπαραστάσεις τους αναφορικά με ένα ασθενώς-ορισμένο αποτέλεσμα, μέσα από την κατασκευή σημείων. Τα δύο αυτά συστήματα συνιστούν μαζί ένα σχεδιαστικό σύστημα. Οι διάφοροι κοινωνικοί πράκτορες μπορούν να εμπλακούν σε άλλες σχεδιαστικές διεργασίες με άλλους κοινωνικούς πράκτορες και επομένως να διαμορφώσουν ένα άλλο σχεδιαστικό σύστημα. Οι ΧΣ_A και ΧΣ_B θεωρούνται ως κοινωνικοί πράκτορες που ανήκουν στο ίδιο κοινωνικό σύστημα, στο οποίο ορίζεται το συγκεκριμένο σχεδιαστικό σύστημα. Το ΧΣ_B δεν απεικονίζεται πλήρως στο σχήμα. Υποτίθεται ότι σε κάποιο χωρο-χρονικό σημείο κατά τη διάρκεια της σχεδιαστικής

διεργασίας, και εφόσον έχει επιδείξει παρόμοια οργανωσιακή λειτουργικότητα με αυτή του ΧΣ_Α, έχει δημιουργήσει ένα σημείο το οποίο επιθυμεί να επικοινωνήσει με το ΧΣ_Α.

Επομένως, η άμεση αναγνώριση του τεχνουργήματος από τον ΧΣ_Α είναι μερική και ελλιπής. Επιπροσθέτως, το ΑΑ που προκύπτει από την αναλογική κρίση βάσει της μνήμης του συστήματος, δεν αποτελεί αναπαράσταση, και επομένως, δεν φέρει κανένα αναπαραστασιακό περιεχόμενο. Αντιθέτως, αποτελεί μια διαφοροποίηση που παρέχει την αναγκαία επιστημική επαφή του ΧΣ_Α με το τεχνούργημα. Η επαφή αυτή θα χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο των ενδείξεων της αλληλεπιδραστικής δυνητικότητας του ΧΣ_Α. Όπως έχει αναλυτικά εξηγηθεί στην §5.3.5 και §5.3.8, οι εν λόγω διαφοροποιήσεις εξαρτώνται από την οργάνωση του κάθε ΧΣ που συμμετέχει στην σχεδιαστική διεργασία, αλλά και από το περιβάλλον, και επομένως, θεωρούνται εξαρτώμενα του εκάστοτε πλαισίου δράσης.

Σε αυτό το χωρο-χρονικό σημείο της αλληλεπίδρασης, το όχημα του σημείου υποδεικνύει την κατεύθυνση της 'πραγματικότητας' προς στην οποία αναφέρεται. Το όχημα του σημείου εμπεριέχει αρκετά ΑΑ, τα οποία με τη σειρά τους αναφέρονται σε αρκετά ΔΑ. Η ανάδυση ενός συγκεκριμένου ΑΑ θα εξαρτηθεί από τις προσδοκίες του ΧΣ_Α. Το δεδομένο σημείο παρείχε το έδαφος/θεμέλια για να μπορέσει το αντίστοιχο αντικείμενο να γίνει αντιληπτό από το ΣΧ_Α ή με άλλα λόγια, για να μπορέσει το αντίστοιχο αντικείμενο να συσχετιστεί με το αναπαραστασιακό περιεχόμενο του ΣΧ_Β.

Όπως έχει ήδη επισημανθεί στην §5.3.8, θα χρειαστούν αρκετοί έλεγχοι και δοκιμές για να σταθεροποιηθεί η συγκεκριμένη αλληλεπιδραστική δυνητικότητα στο αντίστοιχο δυναμικό ερμηνευμένο (ΔΕ). Σε αυτό το χωρο-χρονικό σημείο, το εξωτερικό σημείο αρχίζει να έχει μια σημασιολογική επίδραση στο ΧΣ_Α. Βάσει των όσων παρουσιάστηκαν στην §5.3.8.4, το σημασιολογικό περιεχόμενο (νόημα) του ΧΣ_Α θα πρέπει να επιδέχεται διορθώσεις. Επομένως, οι δομές της νέας αλληλεπιδραστικής δυνητικότητας θα πρέπει να ελεγχθούν σε σχέση με τις προσδοκίες του ΧΣ_Α (η πραγματική πτυχή του συστήματος – pragmatics). Ο συγκεκριμένος έλεγχος θα γίνεται πάντοτε μέσα στις συνθήκες της λειτουργικής κλειστότητας που προσφέρεται από τα αυτό-οργανωτικά δυναμικά του ΧΣ_Α. Στην ιδανική περίπτωση, το ΧΣ_Α θα ταυτιστεί με την πρόθεση του ΧΣ_Β, η οποία είναι, κατά κάποιο τρόπο, εμβυθισμένη στο τεχνούργημα. Σε αυτή την ιδανική και μόνο θεωρητικά προσβάσιμη περίπτωση, το ΧΣ_Α έχει επιτύχει να αναδύσει το τελικό ερμηνευμένο (ΤΕ).

Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστούν τα τρία αλληλοσυνδεδεμένα επίπεδα ενός πλήρους προσδόκιμου κύκλου αλληλεπίδρασης και οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των αντίστοιχων αναπαραστασιακών δομών που τα υποστηρίζουν. Η συγκεκριμένη ανάλυση θα οδηγήσει σε μερικά χρήσιμα συμπεράσματα αλλά και στις απαραίτητες προϋποθέσεις για την ανάδυση της δημιουργικότητας σε ένα σύστημα ΧΣ.

6.6 Αλληλοσυνδεδεμένα Επίπεδα Δημιουργικότητας

6.6.1 Δημιουργικότητα και Απαγωγή

Στο πλαίσιο των σημειωτικών διεργασιών του Peirce, η *απαγωγική λογική* (*abductive reasoning*) θεωρείται η βάση της δημιουργικής διεργασίας. Η απαγωγική λογική απορρέει από την *εμπειρία της έκπληξης* (*the experience of surprise*) στην διεργασία αντίληψης του περιβάλλοντος από το σύστημα. Ο Peirce τονίζει το ενστικτώδες χάρισμα αλλά και την εν δυνάμει λανθάνουσα και αμφισβητήσιμη φύση της απαγωγής. Συγκεκριμένα λέει ότι:

«Αυτή η Ικανότητα/Χάρισμα (Faculty) αποτελεί ταυτόχρονα τη γενική φύση του Ενστίκτου, ομοιάζοντας με τα ένστικτα των ζώων και ξεπερνώντας κατά πολύ τις γενικότερες δυνάμεις της λογικής μας...επίσης, ομοιάζει με το ένστικτο στην μικρή προδιάθεσή του να σφάλει, διότι, αν και αποβαίνει λανθασμένα συχνότερα από ότι

αποβαίνει ορθά, η σχετική συχνότητα με την οποία αποβαίνει ορθά, συνολικά αποτελεί το πιο θαυμαστό γεγονός της σύστασής μας» (EP 2. 217-218).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι Gonzalez & Haselager (2005) έχουν επίσης προσπαθήσει να θεμελιώσουν την ανάλυσή τους σχετικά με τη δημιουργική διεργασία στην ανάδυση των παραμέτρων τάξης του αυτό-οργανωμένου συστήματος, ενώ ταυτόχρονα αναφέρουν τον ρόλο της απαγωγής στην έκπληξη του συστήματος. Ωστόσο, η δουλειά τους επικεντρώνεται σε μια διαφορετική οπτική, η οποία δεν απευθύνεται ούτε στο είδος των αναπαραστάσεων, αλλά ούτε στο ρόλο και το είδος των προσδοκιών που μπορούν να υποστηρίξουν την ανάδυση της δημιουργικότητας.

Στο προτεινόμενο συστημικο-σημειωτικό πλαίσιο, η εμπειρία της έκπληξης μοντελοποιείται ως η αντίληψη της διαφοράς μεταξύ των προσδοκιών ενός ΧΣ και του αντιλαμβανόμενου περιβάλλοντος. Αναλυτικότερα, σε αυτό το χωρο-χρονικό σημείο, μια καλά εδραιωμένη αλληλεπιδραστική στρατηγική που συνίσταται από ένα δίκτυο ενδείξεων αλληλεπιδραστικών δυναμικότητων, έρχεται σε σύγκρουση με την παρούσα διαφοροποίηση. Η βεβαιότητα του ΧΣ για την προκειμένη κατάσταση καταστρέφεται. Σε συνέχεια του προηγούμενου παραδείγματος, αυτό καταλήγει στην έκπληξη του ΧΣ_Α, εφόσον το ΑΑ δεν μπορεί να αναδυθεί (πραγματοποιηθεί) βάσει των προσδοκιών του.

Έτσι, το ΧΣ_Α οφείλει να προβεί σε μια νέα διαφοροποιημένη ένδειξη του περιβάλλοντος, προκειμένου να μπορέσει να αλλάξει την αλληλεπιδραστική στρατηγική του και να αντιμετωπίσει την νέα κατάσταση. Σε αυτή την περίπτωση το ΧΣ_Α εισέρχεται σε μια κατάσταση που ο Bickhard γενικότερα ονομάζει «κατάσταση προσμένουσας αβεβαιότητας» (Bickhard, 2001 σελ. 467). Η καινούργια επιλογή της διαφοροποιημένης ένδειξης μπορεί να είναι λάθος, εφόσον η εξαγωγή συμπεράσματος σχετικά με το καινούργιο ΑΑ (πάντοτε σε σχέση με την παρούσα κατάσταση) διέπεται από τη φύση της εκτίμησης μέσω εικασίας. Σε αυτή την περίπτωση, η ενδεικνύομενη αλληλεπιδραστική στρατηγική (το άμεσο ερμηνευμένο – ΑΕ) δεν θα έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα και επομένως, θα ενσωματωθεί στη συνολική οργάνωση του συστήματος ως μια αλληλεπιδραστική δυναμικότητα που δεν είναι κατάλληλη για την αντιμετώπιση του παρόντος πρωτοφανούς φαινομένου.

Συνήθως, οι διαφοροποιημένες ενδείξεις αποτυγχάνουν να αναπαραστήσουν με ακρίβεια τη μορφή των ΔΑ τους, και σε αυτή την περίπτωση θεωρούνται ως παραπλανητικές. Ο Collier (1999) υποστηρίζει ότι στην πραγματική προσέγγιση του νοήματος, μια αναδυόμενη αναπαράσταση μπορεί να θεωρηθεί 'απροσάρμοστη' είτε λόγω *ελλιπούς εξουσιοδότησης/ανάθεσης (commission)*, είτε λόγω *παράλειψης (omission)*. Στην πρώτη περίπτωση, το ΔΑ δεν υποστηρίζει κάποιες από τις δυναμικές προϋποθέσεις που χρειάζεται η υποδεικνύομενη από την ένδειξη διαφοροποίησης αλληλεπιδραστική στρατηγική, προκειμένου να αποδώσει στο εσωτερικό του συστήματος τα επιθυμητά αποτελέσματα. Αυτό, καταλήγει αναλόγως στη λειτουργική αποτυχία των αντίστοιχων προσδοκιών, εφόσον το ΔΑ δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τον προσμένοντα τρόπο. Στην περίπτωση της παράλειψης, το ΔΑ παρέχει μια ή περισσότερες συνθήκες που δεν έχουν ληφθεί υπόψη στην διαφοροποιημένη ένδειξη και επομένως, στη συγκεκριμένη περίπτωση, το ΧΣ_Α αντιμετωπίζει ένα μη προσδοκώμενο και ακατανόητο δυναμικό περιβάλλον.

Παρόλα αυτά, η απαγωγή φαίνεται να είναι ο μόνος τρόπος κάθε ΧΣ για την εισαγωγή καινούργιων διαφοροποιήσεων που καταλήγουν στην δημιουργία καινούργιου αναπαραστασιακού περιεχομένου. Ειδικότερα, η απαγωγική διαδικασία χαρακτηρίζει την ικανότητα ενός συστήματος ΧΣ για ανοικτό-κλεισμένη επιστημική επαφή, η οποία είναι απαραίτητη προκειμένου να αναδυθούν στο σύστημα διεργασίες μάθησης και δημιουργικότητας. Από την πλευρά του ΧΣ_Α, η απαγωγική φάση αντιστοιχίζεται με την επιλογή ενός καινούργιου ΑΑ που καταλήγει στην διαμόρφωση ενός καινούργιου ΑΕ. Η απαγωγική φάση θεωρείται ως η δημιουργία μιας υπόθεσης από το ΧΣ_Α σχετικά με μια πιθανή λύση σε ένα ασθενώς-ορισμένο πρόβλημα, το οποίο προσπαθεί να λύσει σε συνεργασία με το ΧΣ_Β.

Αναλυτικότερα, η απαγωγική φάση χαρακτηρίζεται από την επινόηση και επιλογή μιας νέας αλληλεπιδραστικής στρατηγικής και συνιστά τη βασική προϋπόθεση για το επόμενο επίπεδο της δημιουργικότητας σε ένα δυναμικά προσδόκιμο και αλληλεπιδραστικό σύστημα ΧΣ. Το συγκεκριμένο είδος αναπαραστασιακού περιεχομένου εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από το εκάστοτε πλαίσιο δράσης, έχει τοπική εμβέλεια και εντοπίζεται στην εσωτερική περιοχή που ορίζεται από τα σύνορα του συστήματος ΧΣ_A. Συνεπώς, το συγκεκριμένο περιεχόμενο δεν έχει ακόμη επικοινωνηθεί ή αξιολογηθεί από το ΧΣ_B ή από οποιοδήποτε σύστημα ΧΣ που συμμετέχει στη συγκεκριμένη σχεδιαστική διεργασία.

6.6.2 Κωδικοποίηση και Αλληλεπίδραση των Αναδύομενων Αλληλεπιδραστικών Δυνητικότητων

Η συγκεκριμένη διεργασία απαιτεί τις κατασκευαστικές ιδιότητες της αυτό-οργάνωσης του ΧΣ_A, το οποίο θα προσπαθήσει να ενσωματώσει στη λειτουργική του οργάνωση τον ΑΕ που είναι υπό εξέταση. Όπως αναλυτικά έχει περιγραφεί στην §5.3.1, αλλά και στην §5.3.6, η εν λόγω ενσωμάτωση απαιτεί την ιδιότητα της αυτό-αναφοράς και της λειτουργικής (διεργασιακής) κλειστότητας, εφόσον το ΧΣ_A πρέπει να μπορέσει να εξαλείψει τυχούσες ανεπιτυχείς μετατροπές στη λειτουργική του οργάνωση. Συγκεκριμένες προσδοκίες του ΧΣ_A μπορεί να μην εκπληρωθούν από το τεχνούργημα, και αυτό συνεπάγεται την ακαταλληλότητα των προσδοκιών του ΧΣ_B. Αυτός είναι ο βασικός λόγος που το σύστημα οφείλει να συμπεριλάβει την πραγματική πτυχή της αναπαράστασης.

Το πέρασμα από τον ΑΕ στο ΔΕ, κατά κάποιο τρόπο, κωδικοποιεί τη νέα διαφοροποίηση και κατηγοριοποιεί το αναδύομενο αναπαραστασιακό περιεχόμενο. Η εν λόγω κωδικοποίηση εξωτερικεύει το *αναπάντεχο* (*surprising*) γεγονός σε ένα σύνολο συστημάτων ΧΣ, τα οποία είναι ανεξάρτητα του πλαισίου δράσης και ανήκουν στο συγκεκριμένο σχεδιαστικό σύστημα (Heusden & Jona, 2001). Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί, ότι προκειμένου να πραγματοποιηθεί η κωδικοποίηση μιας αναδύομενης αλληλεπιδραστικής δυνητικότητας, θα πρέπει να υπάρξει η ανάγκη για μια καινούργια αλληλεπιδραστική στρατηγική πέρα από τις συνήθειες του ΧΣ_A, έτσι ώστε το ΧΣ_A να βρεθεί αντιμέτωπο με μια *αναπάντεχη* κατάσταση.

Η επικοινωνία του συγκεκριμένου περιεχομένου έξω από τα σύνορα του ΧΣ_A βεβαιώνει την ανάγκη για την εξωτερική αξιολόγηση ενός δημιουργικού γεγονότος. Σε αυτή τη φάση, *το ΧΣ_A έχει την ικανότητα να διατυπώσει τον στόχο και τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν σε σχέση με την υπόθεση της πιθανής λύσης που έγινε στο πρώτο επίπεδο της δημιουργικότητας*. Επομένως, παρουσιάζει στο ΧΣ_B, μέσω της αλληλεπίδρασής του με αυτό, την επινοούμενη αλληλεπιδραστική στρατηγική. Το ΧΣ_A, κατά κάποιο τρόπο, γνωρίζει μέσω της αλληλεπίδρασης το ΧΣ_B, στον βαθμό με τον οποίο αλληλεπιδρά με επιτυχία με το τελευταίο.

Στην γενικότερη οπτική του προτεινόμενου πλαισίου, η επιτυχής αλληλεπίδραση συνεπάγεται επιτυχής εσωτερική αναπαράσταση, η οποία τερματίζεται αρκετά απότομα όταν εντοπιστεί μια αναπαραστασιακή αποτυχία. Το συγκεκριμένο επίπεδο αποτελεί βασική προϋπόθεση, καθώς επίσης, προετοιμάζει το έδαφος για το επόμενο επίπεδο της δημιουργικότητας στο δυναμικά προσδόκιμο και αλληλεπιδραστικό σύστημα ΧΣ_A. Το συγκεκριμένο αναπαραστασιακό περιεχόμενο διατηρεί ένα βαθμό εξάρτησης από το πλαίσιο δράσης, αλλά είναι πλέον σε θέση να επικοινωνηθεί στα υπόλοιπα συστήματα ΧΣ που χρησιμοποιούν τους ίδιους κώδικες.

6.6.3 Μάθηση

Η κωδικοποίηση των αλληλεπιδραστικών ικανοτήτων του ΧΣ_A στο πλαίσιο δράσης των δυναμικών προσδοκιών κάνει δυνατή την εξέταση των σχέσεων μεταξύ των αντίστοιχων αναπαραστασιακών δομών. Αυτό βελτιώνει τις προσδοκίες του ΧΣ_A και εμπλουτίζει τη σχεδιαστική διεργασία, εφόσον το ΧΣ_A αποκτά τη 'θεωρητική' γνώση που χρειάζεται για να ενεργήσει στο επίπεδο της σχέσης των προσδόκιμων ενδείξεων (δείτε §5.3.8.4). Σε αυτή τη φάση, το ΧΣ_A αποκτά την ικανότητα να αντιδρά στην αποτυχία της αλληλεπίδρασης, μέσω

ενός μηχανισμού που οδηγεί την κατάλληλη, για την συγκεκριμένη περίπτωση, αναδιοργάνωση των αλληλεπιδραστικών διεργασιών του. Με αυτό τον τρόπο αναδύεται η ιδιότητα της μάθησης (Bickhard, 2001 – δείτε επίσης, §5.3.6.3 και §5.3.8.4).

Το ΧΣ_Α αυξάνει την ικανότητά του να εντοπίζει πηγές επιτυχίας και σφάλματος, και με αυτό τον τρόπο, εξελίσσει την ικανότητά του να διατηρεί την κλειστότητά του κατασκευάζοντας ακόμη πιο συναφείς διαφοροποιήσεις του περιβάλλοντος. Η ανάγκη του ΧΣ_Α να βελτιώσει την ικανότητα προσμονής του, οδηγεί την μάθησή του, η οποία με τη σειρά της επεξεργάζεται και επιμελείται τις ενδεικνυόμενες προσδοκίες. Οι τελευταίες γίνονται από ασαφείς, έμμεσες και ισχυρά εξαρτημένες από το πλαίσιο δράσης, σαφείς, συγκεκριμένες και ξεκάθαρες (Christensen & Hooker, 2000), καθώς επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το ΧΣ_Α και επομένως να αξιολογηθούν από το ΧΣ_Β. Με αυτό τον τρόπο, οι πραγματικές προσδοκίες του ΧΣ_Α επιτυγχάνουν και το σύστημα αποφεύγει την πρόκληση ελλιπούς εξουσιοδότησης/ανάθεσης ή/και παραλείψεων. Αυτό παρέχει την προϋπόθεση για την αξιολόγηση των προσδοκιών κάθε συστήματος ΧΣ που συμμετέχει στη σχεδιαστική διεργασία. Σε αυτή τη φάση το ΧΣ_Α αποκτά την ικανότητα να συνάγει μια εξήγηση των χαρακτηριστικών που οφείλει να έχει η λύση ενός ασθενώς-ορισμένου προβλήματος προκειμένου να επιτευχθεί ένας ασθενώς-ορισμένος στόχος. Τα τρία επίπεδα της δημιουργικότητας που περιγράφηκαν στα προηγούμενες ενότητες, οι αλληλοσυσχετίσεις τους και οι χαρακτηριστικές τους ιδιότητες σε σχέση με τη υποκίνηση και την καλλιέργεια της δημιουργικότητας, απεικονίζονται στο Σχ. 33.

Η σχέση μεταξύ των τριών επιπέδων δεν είναι ούτε γραμμική ούτε διαδοχική. Τα τρία επίπεδα και οι αντίστοιχες αναπαραστασιακές τους δομές μεταβάλλονται διαρκώς μέσα από την αλληλεπίδραση του κάθε συστήματος ΧΣ, η οποία μετατρέπεται βάσει των προσδοκιών του. Όπως επισημάνθηκε προηγουμένως, η δημιουργικότητα μοντελοποιείται ως μια εκ προθέσεως και δυναμικά προσμένουσα αυτό-οργανωτική διεργασία. Ως εκ τούτου, δεν γίνεται να εντοπιστεί ξεκάθαρα ή να αναγνωριστεί σε έναν αρκετά συγκεκριμένο βαθμό. Αυτό που προτείνεται στη συγκεκριμένη προσέγγιση είναι ότι προκειμένου ένα σύστημα ΧΣ να μπορέσει να εμπλακεί σε διεργασίες που θα μπορούν να θεωρηθούν ως δημιουργικές, υπάρχουν κάποιες προϋποθέσεις οι οποίες θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη. Οι εν λόγω προϋποθέσεις ανακλώνται στα τρία επίπεδα της δημιουργικότητας και επίσης απεικονίζονται στο Σχ. 33.

Επομένως, ένα σύστημα ΧΣ θα πρέπει να έχει την ικανότητα να αντιλαμβάνεται την εμπειρία μιας έκπληξης, η οποία συνίσταται στην αντίληψη των γεγονότων που δεν συμφωνούν με το ήδη υπάρχον και πολύπλοκο δίκτυο των προσδοκιών του. Έτσι, το σύστημα ΧΣ έχει την ικανότητα να εισέλθει στη φάση της απαγωγικής εξαγωγής συμπεράσματος, στην οποία μια νέα διαφοροποιημένη ένδειξη επιλέγεται και παράλληλα υποδεικνύεται η πιθανότητα της ανάδυσης ενός νέου αναπαραστασιακού περιεχομένου.



Σχήμα 33. Αλληλοσυνδεδεμένα επίπεδα δημιουργικότητας και οι χαρακτηριστικές τους ιδιότητες.

Το σύστημα ΧΣ θα πρέπει να έχει την ικανότητα να αλληλεπιδρά προκειμένου να επικοινωνεί και να δοκιμάζει την καινούργια του αλληλεπιδραστική στρατηγική. Αυτός είναι ο βέλτιστος τρόπος προκειμένου να μπορέσει να εξετάσει στο εσωτερικό του το αντίστοιχο αναδυόμενο αναπαραστασιακό περιεχόμενο. Το σύστημα ΧΣ θα πρέπει να έχει επίσης την ικανότητα να μαθαίνει, προκειμένου να μπορεί να τροποποιεί την οργάνωσή του στην περίπτωση εσωτερικής ανίχνευσης μιας αλληλεπιδραστικής αποτυχίας και προκειμένου να μπορεί να συσχετίζει τις αλληλεπιδραστικές του ικανότητες σε ένα δίκτυο προσδοκιών. Οι συγκεκριμένες ικανότητες κάνουν ένα σύστημα ΧΣ ένα αυτό-οργανωμένο σύστημα. Το μέτρο της πολυπλοκότητας της οργάνωσής του και επομένως, ο βαθμός της δημιουργικότητας που αναδύεται μέσα από την αλληλεπίδρασή του με άλλα συστήματα ΧΣ, αντανακλάται στην έκταση στην οποία μπορούν να αναπτυχθούν οι συγκεκριμένες ικανότητες.

Οι ικανότητες αυτές και τα αντίστοιχα επίπεδά τους δεν ακολουθούν διαδοχικά το ένα το άλλο, από τη στιγμή που το κάθε ένα, κατά κάποιο τρόπο, προϋποθέτει την ύπαρξη των άλλων δύο. Έτσι, προκειμένου να υπάρξει έκπληξη και απαγωγική εξαγωγή συμπεράσματος, το σύστημα ΧΣ οφείλει να έχει την ικανότητα να αλληλεπιδρά, καθώς επίσης την ικανότητα να μαθαίνει προκειμένου να αναπτύξει ένα γνωστικό δίκτυο προσδοκιών. Η αλληλεπίδραση σε ένα δυναμικό και ασθενώς-ορισμένο περιβάλλον δεν πρέπει να λαμβάνει χώρα μέσω μιας στρατηγικής που υποδεικνύεται από το ίδιο αναπαραστασιακό περιεχόμενο. Ένα νέο αναπαραστασιακό περιεχόμενο πρέπει συνεχώς να αναδύεται και επομένως, η ικανότητα για απαγωγική εξαγωγή συμπεράσματος, βάσει των γεγονότων που κρίνονται ως απροσδόκητα όταν συγκρίνονται με τις υπάρχουσες πολύπλοκες δομές προσδοκίας του συστήματος, φαίνεται να είναι επιτακτική. Παρόμοια, η μάθηση και οι προσδοκίες δεν θα μπορούσαν να αναπτυχθούν χωρίς την ικανότητα του συστήματος να αλληλεπιδρά και να διαμορφώνει υποθέσεις για τον έλεγχο και τη δοκιμή του καινούργιου αναπαραστασιακού περιεχομένου.

Επομένως, τα επίπεδα της δημιουργικότητας και οι αντίστοιχες αναπαραστασιακές τους δομές, αναπτύσσονται παράλληλα μεταξύ τους και εμπλουτίζονται διαρκώς, όσο κάθε σύστημα ΧΣ εμπλέκεται σε ένσκοπες αλληλεπιδράσεις με τα υπόλοιπα συστήματα ΧΣ. Επιπλέον, χρειάζεται ο συνολικός αλληλεπιδραστικός προσδόκιμος κύκλος προκειμένου να αναδυθεί η δημιουργικότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω καθώς και τη φύση της δημιουργικότητας, όπως αυτή περιγράφηκε μέσω του συγκεκριμένου πλαισίου, ένα σύστημα ΧΣ θα πρέπει διαρκώς να ενδυναμώνεται και να εμπλουτίζεται και στα τρία αλληλοσυνδεδεμένα επίπεδα, προκειμένου να έχει την ευκαιρία να εμπλακεί σε δημιουργικές διεργασίες. Με αυτό τον τρόπο, η σχεδιαστική διεργασία μπορεί να περάσει από το δημιουργικό γεγονός, στη διαμόρφωση ενός μοντέλου, το οποίο κωδικοποιείται στο τεχνούργημα προκειμένου να επικοινωνηθεί.

Όπως έχει ήδη επισημανθεί, η επίδραση ενός δημιουργικού γεγονότος δεν μπορεί να εξασφαλιστεί με κανένα τρόπο. Αυτό που μπορεί να βεβαιωθεί, στο συγκεκριμένο πλαίσιο, είναι ότι ο βαθμός ικανότητας μιας δημιουργικής σχεδιαστικής διεργασίας δεσμεύεται από την ικανότητα δυναμική προσμονής όλων των συμμετεχόντων συστημάτων ΧΣ. Η εκ προθέσεως αλληλεπίδραση κάθε συστήματος ΧΣ με ένα τεχνούργημα θα δημιουργήσει καινούργιες αντιλήψεις, και επομένως, καινούργιες δυνατότητες ύπαρξης συγκρουόμενων προσδοκιών, και επομένως, θα ωθήσει τη δράση του συστήματος ΧΣ προς δημιουργικές διεργασίες.

6.7 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο επιχειρήθηκε η ανάλυση και μοντελοποίηση της πολύπλοκης σχεδιαστικής διεργασίας και της δημιουργικότητας, βάσει του συστημικο-θεωρητικού μοντέλου ανάδυσης του νοήματος και της αυτονομίας. Στο πρώτο μέρος υποστηρίχθηκε η άποψη ότι η σχεδιαστική

διεργασία πρέπει να έχει γνωστική θεμελίωση. Στη συνέχεια, αναλύθηκαν οι λόγοι κατά τους οποίους τα κογνιτιβιστικά και τα εξελικτικά/αιτιολογικά μοντέλα δεν έχουν την απαραίτητη ποικιλία για τη μελέτη της σχεδιαστικής διεργασίας και της δημιουργικότητας, τις οποίες εκλαμβάνουν ως καθαρά ντετερμινιστικές διαδικασίες.

Στη συνέχεια επιχειρήθηκε μια ανάλυση και μοντελοποίηση της αλληλεπιδραστικής φύσης της σχεδιαστικής διεργασίας λαμβάνοντας υπόψη τον ιδιαίτερο ρόλο της αυτό-οργάνωσης, των δυναμικών προσδοκιών και του πλαισίου δράσης του σχεδιαστικού συστήματος, με σκοπό τον εντοπισμό και την διευκόλυνση της ανάδυσης δημιουργικότητας κατά τη σχεδιαστική διεργασία. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη θεώρηση της σχεδιαστικής διεργασίας ως μια εκ προθέσεως αλληλεπίδραση μεταξύ δύο ή περισσότερων ένσκαπων γνωστικών συστημάτων, προκειμένου να εκπληρώσουν έναν ασθενώς-ορισμένο (ill-defined) σκοπό. Τα γνωστικά συστήματα έχουν ταυτόχρονα τον ρόλο του σχεδιαστή και του χρήστη και επομένως, η σχεδιαστική διεργασία μετατρέπεται σε μια διεργασία επικοινωνίας νοημάτων μεταξύ όλων των συστημάτων χρήστη-σχεδιαστή, τα οποία αποτελούν ένα σχεδιαστικό σύστημα που ορίζεται μόνο στο κοινωνικό/συνεργατικό επίπεδο.

Η σχέση του προτεινόμενου πλαισίου με τη σχεδίαση, από τη μία μεριά είναι έμμεση, διότι μέσα από το συγκεκριμένο πλαίσιο παρέχεται μια κατανόηση της φύσης των συστημάτων στα οποία απευθύνονται τα αποτελέσματα της σχεδίασης, και από την άλλη μεριά είναι άμεση, διότι το εν λόγω πλαίσιο επιχειρεί να εξηγήσει και να περιγράψει τις ενέργειες των γνωστικών συστημάτων όταν αυτά εμπλέκονται μεταξύ τους σε ένσκαπες και εκ προθέσεως αλληλεπιδράσεις, δηλαδή όταν σχεδιάζουν. Έτσι, ένα σχεδιαστικό σύστημα (ένα σύστημα που προβαίνει σε διεργασίες σχεδίασης) ορίζεται μόνο στο κοινωνικό/συνεργατικό επίπεδο, αλλά εξαρτάται έμμεσα και άμεσα από τις ικανότητες των γνωστικών συστημάτων από τα οποία αποτελείται.

Όπως αναλύθηκε στην §5.3.6, γενικότερα, η γνωστική διεργασία (και ο αντίστοιχος βαθμός ευφυΐας) προκύπτει και αναπτύσσεται μέσα από εξειδικευμένες διαδικασίες προσαρμοστικότητας με κύριο αποτέλεσμα την εμφάνιση ικανότητας αυτό-κατεύθυνσης. Στην πιο πλήρη αλλά διαρκώς εξελισσόμενη μορφή της αυτό-κατεύθυνσης, το αυτόνομο σύστημα χρησιμοποιεί τις δυναμικά παραγόμενες προσδοκίες του σε συνδυασμό με τις πληροφοριακές δομές που προσφέρει το εκάστοτε πλαίσιο δράσης, προκειμένου να παράγει μια εκ προθέσεως αλληλεπίδραση με κατευθυντικότητα σε έμμεσο σκοπό μέσω ποικίλων άμεσων και έμμεσων στόχων. Έτσι, κάτω από τις κατάλληλες (αλλά πολύπλοκες) συνθήκες ένα αυτόνομο σύστημα με σημαντικό βαθμό αυτό-κατεύθυνσης, έχει την ικανότητα να εμπλέκεται σε ένα είδος κονστρουκτιβιστικών διεργασιών μάθησης βάσει των μελλοντικά-κατευθυνόμενων προσδοκιών του. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα μαθαίνει για τη φύση του προβλήματος καθώς προσπαθεί να το επιλύσει και επομένως, αποκτά την ικανότητα να εμπλέκεται σε ολοκληρωμένους κύκλους σχεδιαστικών διεργασιών (δείτε §5.3.6.3).

Οι προβλεπτικές δομές του γίνονται ολοένα πιο δυναμικές καθώς ανάλογα εξελίσσεται το περιεχόμενο των αναπαραστάσεών του. Ως εκ τούτου, αναδεικνύεται ο ρόλος των αναδυόμενων αναπαραστάσεων και σημειώνεται η προσδόκιμη φύση τους. Βάσει της λειτουργικότητας που προσδίδει η σημειωτική διάσταση του συστημικο-σημειωτικού πλαισίου, επιχειρείται η αναγνώριση και ο προσδιορισμός των λειτουργικών σχέσεων των αναπαραστάσεων που αναδύονται σε ένα γνωστικό σύστημα, όταν αυτό συμμετέχει σε μια σχεδιαστική διεργασία.

Η συγκεκριμένη ανάλυση γίνεται με σκοπό την ανάδειξη της γνωστικής, επικοινωνιακής και συνεργατικής διάστασης της σχεδιαστικής διεργασίας, αλλά και με γνώμονα την ανάδυση δημιουργικότητας στα εμπλεκόμενα γνωστικά συστήματα. Ειδικότερα, επιχειρείται η νατουραλιστική εξήγηση της ανάδυσης της δημιουργικότητας κατά τη σχεδιαστική διεργασία και ο εντοπισμός των βασικότερων απαιτήσεων και χαρακτηριστικών των εμπλεκόμενων γνωστικών συστημάτων για την ώθησή της. Τα αποτελέσματα της θεωρητικής ανάλυσης αυτού του κεφαλαίου, τροφοδοτούν με τις ανάλογες προϋποθέσεις τη σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων στο Κεφ. 8.

7 – Μοντελοποίηση της Ανάδυσης του Νοήματος σε Αυτόνομα Βιολογικά Συστήματα

7.1 Η Σχέση Γονιδίων και Πληροφορίας στα Βιολογικά Συστήματα

Η γενική έννοια του *γονιδίου* (*gene*) αποτελεί ένα από τα ορόσημα της ιστορίας της επιστήμης του 20^{ου} αιώνα. Για παράδειγμα, η Keller (2000) αναφέρεται στο 20^ο αιώνα ως ‘ο αιώνας του γονιδίου’. Με την εισαγωγή του *μοντέλου του διπλού σπειρώματος* (*double helix model*) του DNA από τους James Watson και Francis Crick το 1953, επικράτησε μια ρεαλιστική οπτική αναφορικά με το ρόλο του γονιδίου. Συγκεκριμένα, το DNA εδραιώθηκε ως η υλική βάση κληρονομικότητας, ανοίγοντας τον δρόμο για την ιδέα της *κλασσικής μοριακής αντιμετώπισης του γονιδίου*. Βάσει της τελευταίας, ένα γονίδιο είναι μια ακολουθία DNA που κωδικοποιεί ένα λειτουργικό προϊόν, ένα πολυπεπτίδιο ή ένα RNA. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την θεώρηση της αναγωγής των γονιδίων σε διακριτές οντότητες στο μοριακό επίπεδο, οι οποίες ονομάστηκαν ως ακολουθίες DNA. Συνεπώς, οι δομικοί και λειτουργικοί ορισμοί του γονιδίου επικεντρώθηκαν σε μια και μόνο οντότητα, δημιουργώντας ένα μοντέλο με σχετικά αξιοθαύμαστη ευρετική ικανότητα (Stotz & colleagues, 2004).

Η ιδέα του κλασσικού μοριακού γονιδίου είναι στενά συνδεδεμένη με το ‘κεντρικό δόγμα’ της μοριακής βιολογίας, δηλαδή τη θεώρηση ύπαρξης ‘ροής πληροφορίας’ στο κύτταρο. Η θεμελιώδης ιδέα του δόγματος ήταν (και για πολλούς ερευνητές, ακόμη είναι) ότι το DNA κατασκευάζει το RNA, το RNA κατασκευάζει τις πρωτεΐνες, οι οποίες με τη σειρά τους κατασκευάζουν τον οργανισμό (δείτε Crick 1958). Στο συγκεκριμένο πλαίσιο, το βασικότερο πρόβλημα είναι η έλλειψη μιας ξεκάθαρης άποψης σχετικά με την έννοια της πληροφορίας, ένα πρόβλημα το οποίο έγινε το κεντρικό πρόβλημα της μοριακής βιολογίας.

Από τις αρχές της εδραίωσης της μοριακής βιολογίας, η *πληροφορία* ταυτίστηκε με μια ακολουθία DNA, η οποία συνιστούσε ένα γονίδιο. Έτσι, το DNA μετατρέπεται σε ένα είδος δεξαμενής, από όπου ρέει όλη η ‘πληροφορία’ στο κύτταρο και στο οποίο, τελικά, πρέπει η συγκεκριμένη ‘πληροφορία’ να αναχθεί. Η συνολικότερη κατανόηση των ερευνητών σχετικά με τις λειτουργίες του κυττάρου επηρεάστηκε από την υποτιθέμενη ύπαρξη της ‘πληροφοριακής δεξαμενής’, με αποτέλεσμα την υπερεκτίμηση του ρόλου του DNA στα κυτταρικά συστήματα. Το DNA θεωρήθηκε ως ένα πλήρες ‘πρόγραμμα ανάπτυξης’ ή/και ως ένας παντοδύναμος ‘ελεγκτής’ του κυτταρικού μεταβολισμού.

Το παραπάνω δεν είναι παρά η περιγραφή της υπολογιστικής προσέγγισης στις λειτουργίες του κυττάρου και της συμβολικής του διάστασης, μέσω του DNA, η οποία φέρνει αρκετά προβλήματα στην κατανόηση των λειτουργιών του κυττάρου (π.χ. Nijhout, 1990; Sarkar, 1996; Keller, 2000; Oyama, 2000). Οι Atlan & Koppel (1990) σημειώνουν ότι η υπολογιστική οπτική των λειτουργιών του DNA οδηγεί τους ερευνητές σε λανθασμένα συμπεράσματα, αγνοώντας τον ρόλο των δεδομένων που έχει το DNA στα κυτταρικά συστήματα, σε αντίθεση με αυτόν του ‘προγράμματος’. Μέσα από το καθαρά υπολογιστικό πρίσμα αγνοείται εντελώς ο ρόλος του DNA ως μια πηγή υλικών για το κύτταρο, ο οποίος προφανώς και είναι ένας σημαντικός ρόλος, αλλά δεν είναι ο ρόλος του πρωταρχικού πράκτορα ή του θεμελιώδους μορίου που οδηγεί τις κυτταρικές διεργασίες (Nijhout 1990). Με άλλα λόγια, το DNA *δεν κάνει κάτι* στο κύτταρο, αλλά το κύτταρο *κάνει διάφορα πράγματα* με το DNA.

Γενικότερα, φαίνεται ότι είναι ιδιαίτερος σημαντικό να διαλευκανθεί η έννοια της πληροφορίας στα βιολογικά συστήματα. Πριν από περίπου μισό αιώνα, οι κλάδοι της γενετικής, της κυτταρικής και της μοριακής βιολογίας, σχεδόν κατακλύστηκαν από όρους προερχόμενους από τη θεωρία πληροφορίας του Shannon (δείτε §2.1.1). Αυτοί οι όροι, όπως ‘γενετικός κώδικας’,

‘RNA αγγελιοφόρος’, ‘αντιγραφή/δευτερολογία (transcription), μετάφραση (translation), ‘γενετική πληροφορία’, σηματοδότηση κυττάρου (cell signaling), μορφοτροπή (transduction) κτλ., ακόμη χαρακτηρίζουν τις εν λόγω επιστημονικές περιοχές. Η εισαγωγή όρων και εννοιών από τη συντακτική θεωρία της πληροφορίας στη βιολογία, έφερε μαζί της πολλά και βαθιά προβλήματα, τα οποία η βιολογία δεν ήταν προετοιμασμένη να αντιμετωπίσει. Επιπλέον, αντί να γίνει μια προσπάθεια ανάλυσης των προβλημάτων χρήσης των πληροφοριακών εννοιών, οι διάφοροι κλάδοι της βιολογίας συνέχισαν να μεταχειρίζονται την ‘πληροφορία’ ως μια οντότητα που εμφανίζεται αποκλειστικά και εξ’ ολοκλήρου ως μια ακολουθία πληροφορίας στο DNA ή στις πρωτεΐνες (Emmeche & Hoffmeyer 1991, Sarkar 1998). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να γίνει η ‘πληροφορία’ μια από τις πιο προβληματικές έννοιες στη βιολογία (Stuart 1985; Sarkar 1996; Oyama 2000; Griffiths 2001; Jablonka 2002) και επομένως, να αποτελέσει ένα ιδιαίτερα σημαντικό θέμα έρευνας και ουσιαστικής συζήτησης (Maynard Smith, 2000a; Godfrey-Smith, 2000; Sarkar, 2000; Sterelny, 2000; Wynnie, 2000; Jablonka, 2002; Adami, 2004).

Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §2.1.2 το πιθανολογικό μέτρο της πληροφορίας που παρέχεται από τη θεωρία του Shannon δεν λαμβάνει υπόψη τη σημαντική και την πραγματική διάσταση της πληροφορίας. Η υπολογιστική οπτική των λειτουργιών ενός γονιδίου έχει επηρεαστεί σε πολύ μεγάλο βαθμό από την συντακτική θεωρία της πληροφορίας. Αναλόγως, υπάρχει μεγάλη διένεξη, τόσο σε θεωρητικό, όσο και σε πρακτικό επίπεδο, σχετικά με την προοπτική μιας μη-σημαντικής και μη-πραγματικής κατανόησης της πληροφορίας στη βιολογία (Küppers, 1990; Jablonka, 2002). Για παράδειγμα, η Jablonka υποστηρίζει ότι η απελευθερωμένη και ανεξάρτητη από το νόημα θεωρία της πληροφορίας δεν επαρκεί για την κατανόηση της πληροφορίας στη βιολογία, φέρνοντας ως παράδειγμα ότι μια ακολουθία DNA που κωδικοποιεί ένα λειτουργικό ένζυμο και μια ακολουθία ίδιου μεγέθους που κωδικοποιεί ένα εντελώς μη-λειτουργικό ένζυμο, υπό το πρίσμα της θεωρίας του Shannon θα περιέχουν την ίδια ποσότητα πληροφορίας.

Γενικότερα, στην περίπτωση των βιολογικών συστημάτων, η σημαντική και η πραγματική διάσταση της πληροφορίας είναι απολύτως αναγκαία (δείτε Κεφ. 5). Παρόλα αυτά, ενώ στην περίπτωση του γονιδίου υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ορισμών υπό συζήτηση, οι σημαντικές και πραγματικές πτυχές της έννοιας της πληροφορίας δεν έχουν σχεδόν καθόλου οριστεί στη βιολογία.

Δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα απόδοσης σημαντικής διάστασης στα βιολογικά συστήματα και συγκεκριμένα, στο κύτταρο, έρχονται από τον Pattee (1982; 1996; 1997; 2001b) και από τους Ruiz-Mirazo, Pereto & Moreno (2004). Σε αυτές τις περιπτώσεις, όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στις §5.3.4.1 και §5.3.4.2, η σημαντική διάσταση της πληροφορίας έρχεται για να γεφυρώσει τη γνωστική τομή, η εμφάνιση της οποίας εντοπίζεται στις λειτουργίες του κυττάρου και συγκεκριμένα στην αλληλεπίδραση μεταξύ γονότυπου-φαινοτύπου (Pattee, 1997). Αν και ο Pattee τάσσεται υπέρ της ύπαρξης σημαντικής κλειστότητας στο εσωτερικό του κυττάρου, ενώ οι Ruiz-Mirazo, Pereto και Moreno κάνουν λόγο για την παραγωγή λειτουργικών στοιχείων που επιτυγχάνουν δραστηριότητες δευτερολογίας προτύπου, και οι δύο προσεγγίσεις υπονοούν την ύπαρξη σχετικά (με τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του κυττάρου) ανενεργών δομών, οι οποίες αποκτούν σημαντικά-πληροφοριακή διάσταση βάσει των αιτιωδών τους συνεπειών σε ένα αναδρομικά επαναλαμβανόμενο λειτουργικό πλαίσιο.

Ως εκ τούτου, ακόμη και σε αυτές τις περιπτώσεις, η ‘πληροφορία’ συνεχίζει να εντοπίζεται στην ακολουθία του DNA και αποκτά σημαντική διάσταση λόγω της μη-λειτουργικής αποτελεσματικότητάς της εκτός του πλαισίου δράσης του κυττάρου. Ωστόσο, εκτός όλων των άλλων προβλημάτων με τη συγκεκριμένη θεώρηση πληροφοριακών δομών στο κύτταρο (δείτε §5.3.4.3) η εξέλιξη των αντίστοιχων πληροφοριακών δομών βασίζεται εξ’ ολοκλήρου στην φυσική επιλογή (δείτε επίσης §2.4.4), αγνοώντας εντελώς την πραγματική διάσταση της πληροφορίας.

7.2 Ο Σημαντικός και Πραγματικός Ρόλος της Πληροφορίας στα Βιολογικά Συστήματα

Η εφαρμογή της έννοιας της πληροφορίας στα βιολογικά/κυτταρικά συστήματα, εμφανίζει διάφορα προβλήματα, τα οποία είτε θα οδηγήσουν στην απομάκρυνσή της ή στην καλύτερη κατανόηση και χρήση της στην ανάλυση και μοντελοποίηση των βιολογικών συστημάτων.

Αρκετοί ερευνητές τάσσονται υπέρ της πρώτης θέσης και θεωρούν την οποιαδήποτε αναφορά στην έννοια της πληροφορίας ως ανεπαρκή και απλά μεταφορική. Με αυτόν τον τρόπο εκφράζουν ένα σκεπτικισμό αναφορικά με τη χρήση του όρου 'πληροφορία' και όλα τα παράγωγά της στη βιολογία και τις υπόλοιπες επιστήμες της ζωής. Ο βασικότερος λόγος είναι ότι η σημασία του όρου της 'πληροφορίας' στην βιολογία δεν είναι επακριβώς ορισμένη, όπως για παράδειγμα στη μαθηματική θεωρία της επικοινωνίας του Shannon. Ο δεύτερος και ίσως επίσης σημαντικός λόγος είναι ότι η έννοια της πληροφορίας φαίνεται να αναφέρεται σε μια σημαντική ιδιότητα των γονιδίων, χωρίς να υπάρχει μια θεωρητική διαλεύκανση του κατά πόσο στις διεργασίες των γονιδίων στο κύτταρο εμπλέκονται γνήσια σημαντικές ιδιότητες. Για παράδειγμα, οι Stuart (1985) και Sarkar (1996) υποστηρίζουν ότι ο όρος 'πληροφορία' πρέπει να απομακρυνθεί εντελώς από τη βιολογία, εφόσον αποτελεί μια ξένη μεταφορά στην επιστήμη της βιολογίας, η χρήση της οποίας μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα σε διάφορους κλάδους, όπως σε αυτόν της μοριακής βιολογίας.

Αν κανείς λάβει υπόψη την ανάλυση του πλαισίου δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος στα αυτόνομα βιολογικά/γνωστικά συστήματα, το οποίο παρουσιάστηκε στο Κεφ. 5, δεν μπορεί να συμφωνήσει με την παραπάνω θέση. Βάσει του προτεινόμενου πλαισίου, η εμφάνιση πληροφοριακών δομών ενδογενώς των ζωντανών συστημάτων, οι οποίες εκδηλώνονται ως νόημα κατά την αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον, παίζουν πρωταρχικό ρόλο, τόσο στην μετάβαση ενός αυτόνομου συστήματος από το βασικό επίπεδο αυτονομίας στο επίπεδο του πράκτορα και παρατηρητή, όσο και στην περαιτέρω εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων του συστήματος.

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω, η περαιτέρω διαλεύκανση της έννοιας της πληροφορίας στη βιολογία δείχνει ιδιαίτερα επιβεβλημένη. Ωστόσο, η ανάδυση σημειωτικών διεργασιών αλληλεπίδρασης μεταξύ των βιολογικών συστημάτων και των αντίστοιχων περιβαλλόντων, δεν μπορούν να αναλυθούν με τα υπάρχοντα εννοιολογικά και μεθοδολογικά πλαίσια. Η σημειωτική διάσταση των βιολογικών/ζωντανών συστημάτων, έχει αρχίσει να αναδεικνύεται την τελευταία δεκαετία μέσα από τη γενικότερη επιστημονική περιοχή της *βιοσημειωτικής (biosemiotics)* (π.χ. Hoffmeyer, 1996; Kull, 1999), η οποία αποτελεί μέρος του συστημικο-θεωρητικού πλαισίου που προτάθηκε στο Κεφ. 5. Ο συνδυασμός των δύο φαίνεται να παρέχει ένα πλούσιο σύνολο εργαλείων, προκειμένου να αναλυθεί η έννοια της πληροφορίας στη βιολογία και να υπάρξει μια ξεκάθαρη κατανόηση του όρου και των επακόλουθων της εφαρμογής του.

Η (βίο)σημειωτική οπτική του προτεινόμενου πλαισίου δείχνει ότι η έννοια της πληροφορίας και των υπόλοιπων συναφών εννοιών, καταφέρνουν να 'ακουμπήσουν' θεμελιώδεις ιδιότητες και χαρακτηριστικά των βιολογικών συστημάτων και των διεργασιών τους, τα οποία, σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να είχαν εντελώς αγνοηθεί. Ειδικότερα, μέσα από το συστημικό-σημειωτικό πλαίσιο, οι έννοιες του 'κώδικα', της 'πληροφορίας', του 'σήματος', της 'σηματοδότησης' κτλ. μπορούν να θεωρηθούν αναγκαίες για την κατανόηση των λειτουργικών οργανώσεων των ζωντανών συστημάτων, με τέτοιο τρόπο ώστε να ξεκαθαρίζεται ότι οι αντίστοιχες διεργασίες βρίσκονται παραπάνω από το απλό χημικό επίπεδο. Για παράδειγμα, ο Bray, σε ένα συμπόσιο σχετικά με τον αναγωγισμό το 1997, υποστήριξε ότι:

«από τη στιγμή που περίπου το 50% του γονιδιόματος ενός πολύ-κυτταρικού οργανισμού μπορεί να κωδικοποιήσει πρωτεΐνες που εμπλέκονται στη σηματοδότηση του κυττάρου (cell signaling), ...οι οργανισμοί μπορούν να θεωρηθούν ως πολύπλοκα συστήματα επεξεργασίας πληροφορίας, ενώ η μοριακή ανάλυση, από

μόνη της, μπορεί να μην είναι επαρκής.» (η αναφορά έγινε από το Williams 1997, σελ. 476-477).

Παρόμοια, ο Nurse υποστηρίζει ότι:

«υπάρχει ανάγκη συνειδητοποίησης ότι η πληροφορία μπορεί να μεταβιβαστεί με τέτοιους τρόπους που μπορεί να χαθεί εάν μελετηθεί αποκλειστικά και μόνο στο μοριακό επίπεδο, ..., μπορεί να μην είναι δυνατόν, ή ακόμη αναγκαίο να εξηγηθούν όλα τα κυτταρικά φαινόμενα μέσω ακριβούς ανάλυσης των μοριακών αλληλεπιδράσεων.» (η αναφορά έγινε από το Williams 1997, σελ. 476-477).

Τέτοιου είδους θέσεις δείχνουν ότι ο λόγος για τον οποίο μπορεί κανείς να θεωρήσει ότι αυτό που συμβαίνει στα ζωντανά συστήματα είναι κάτι περισσότερο από απλή χημεία, οφείλεται στο γεγονός ότι αυτά τα συστήματα επεξεργάζονται την 'πληροφορία' με ιδιαίτερα πολύπλοκους τρόπους, ή γενικότερα, ως *σημεία* (δείτε §5.3.2.1, §5.3.7.1, §5.3.7.2 και §5.3.8) που δημιουργούνται, επικοινωνούνται, ερμηνεύονται, κτλ. Με άλλα λόγια, η βιολογική σημαντικότητα αναδύεται διαρκώς στα ζωντανά συστήματα.

Επομένως, δεν θα πρέπει να θεωρείται ως έκπληξη το γεγονός ότι οι βιολόγοι αισθάνονται την ανάγκη να μιλήσουν για 'πληροφορία' όσο πιο βαθειά ψάχνουν μέσα στην μοριακή μικρο-δομή των ζωντανών συστημάτων. Αυτό που συμβαίνει σε όλες αυτές τις περιπτώσεις είναι ότι έψαχναν έναν τρόπο για να αποδώσουν την ιδέα, ότι αν και όλες οι κυτταρικές διεργασίες έχουν φυσικό-χημικές ιδιότητες, στο κύτταρο συμβαίνει κάτι πέρα από τα όρια αυτών των ιδιοτήτων. Υπό αυτή την οπτική, δείχνει εξαιρετικά δύσκολο να δει κανείς ποιο θα ήταν το πραγματικό πλεονέκτημα της απομάκρυνσης της έννοιας της 'πληροφορίας' από τη βιολογία, έναντι του να προσπαθήσει να την κάνει ακόμη πιο συγκεκριμένη και να διερευνήσει σε μεγαλύτερο βάθος τις συνέπειές της.

Ως εκ τούτου, μια συστημικο-σημειωτική ανάλυση της πληροφορίας στη βιολογία μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην κατανόηση του ρόλου των γονιδίων στα βιολογικά συστήματα, η οποία θα αποφεύγει την αναφορά σε έννοιες όπως 'προσχέδιο' και 'πρόγραμμα', ενώ παράλληλα θα διατηρεί την έννοια της 'πληροφορίας', βέβαια, εντελώς διαφορετικά ερμηνευμένη και εφαρμοσμένη. Μια τέτοια κατανόηση θα είναι σε πλήρη συμφωνία με την άποψη ότι στα βιολογικά συστήματα η πληροφορία είναι κάτι πολύ περισσότερο από αυτό που μπορούν να υποδείξουν τα γονίδια (Jablonka 2002).

Η τελευταία θέση έχει, ήδη, εμμέσως επισημανθεί από την θεώρηση της ύπαρξης δισμοίου κώδικα και της συνεπαγόμενης σημειωτικής κλειστότητας (δείτε §7.3.1) στα ζωντανά συστήματα από το επίπεδο του κυττάρου. Σε κάθε περίπτωση, όπως αναφέρθηκε στην §5.3.4.4, η μετάφραση μιας διακριτής και διαδοχικής ενδο-διαμόρφωσης στο DNA σε μια αναλογική μορφή, η οποία διέπεται από μια συνέχεια στο χώρο και τον χρόνο, αποτελεί μια ιδιαίτερα πολύπλοκη υπόθεση. Η απλουστευμένη ιδέα των γονιδίων ως μεταφορές μιας 'αντικειμενικής πληροφορίας', αποσπασμένης από τους περιορισμούς του πλαισίου δράσης του κυττάρου, φαίνεται υπερβολικά ανεπαρκής. Η κατανόηση των πολυπλοκοτήτων των εξελικτικών δυναμικών των βιολογικών συστημάτων απαιτεί την εγκατάλειψη της αφελούς ταύτισης της πληροφορίας ως μιας συγκεκριμένης ποσοτικής ουσίας. Τα γονίδια πρέπει να θεωρηθούν ως σημεία, και όχι ως σωματίδια ή κομμάτια του DNA, και επομένως, δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως φυσικές μονάδες που μετρούνται σε calories και σε χιλιογραμμάρια.

Ένα άλλο σημείο στο οποίο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία είναι ότι τα γονίδια δεν αποτελούν το μόνο είδος βιολογικής πληροφορίας, εφόσον, βάσει του συστημικο-σημειωτικού πλαισίου του Κεφ. 5, κάθε βιολογική/λειτουργική μορφή ενός αυτόνομου συστήματος θεωρείται ως ένα σημείο, είτε αναλογικό, είτε ψηφιακό. Επομένως, υπό αυτή την οπτική, υπάρχουν πολλά αυτόνομα υπο-συστήματα στους ζωντανούς οργανισμούς, η ανάλυση και η μοντελοποίηση των οποίων θα μπορούσε να βασιστεί στην κατανόηση της σημειωτικής φύσης της αλληλεπίδρασης των βιολογικών συστημάτων, προκειμένου να αναλυθεί και να μοντελοποιηθεί η σημαντική και η πραγματική διάσταση της 'πληροφορίας' που επεξεργάζονται και του νοήματος που αναδύεται.

Ειδικότερα, η Jablonka (2002) υποστηρίζει ότι το γενετικό σύστημα, παρόλο την σημαντικότητά του, είναι ιδιαίτερος συγκεκριμένο και ασυνήθιστο (ως λειτουργία) και επομένως, δεν θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ως το βασικό πρωτότυπο για την μελέτη της πληροφορίας και του νοήματος στη βιολογία. Ανάλογα, στην παρούσα εργασία δεν θα γίνει κάτι τέτοιο, εφόσον δεν θα επιχειρηθεί μια αναλυτικότερη μελέτη του γενετικού συστήματος, πέρα από αυτή που συνεπάγεται από την ανάλυση της §5.3.4 και ειδικότερα της §5.3.4.4. Εξάλλου, τέτοιες αναλύσεις έχουν γίνει από τους Hoffmeyer & Emmeche (1991), Jablonka (2002). El-Hani, Queiroz & Emmeche (2006). Αντιθέτως, βάσει του πλαισίου που προτάθηκε στο Κεφ. 5, θα παρουσιαστεί η προσπάθεια ανάλυσης και μοντελοποίησης του αυτόνομου ανοσοποιητικού (υπο)συστήματος των ζωντανών συστημάτων.

7.3 Η Συστημικο-Σημειωτική Μοντελοποίηση των Διεργασιών Μορφοτροπής Σήματος στο Ανοσοποιητικό Σύστημα

Την τελευταία δεκαετία η *σηματοδότηση (signaling)* έχει γίνει ένα από τα κεντρικά θέματα των θεωριών της βιολογίας, γεγονός που είναι αναμενόμενο όταν κανείς σκέφτεται τη βιολογία ως μια επιστήμη της πληροφορίας, όπως ειδικότερα προτείνουν οι συστημικοί βιολόγοι Ideker, Galitski & Hood (2001).

Βάσει του συστημικο-θεωρητικού πλαισίου ανάπτυξης του νοήματος, η βιολογική πληροφορία λειτουργεί σε πολλαπλά ιεραρχικά επίπεδα, στα οποία η εμφάνιση πολύπλοκων δικτύων αλληλεπίδρασης μεταξύ των επιμέρους στοιχείων (συστατικά του συστήματος) αποτελεί τον κανόνα. Συνεπώς, η κατανόηση της δομής και των δυναμικών των οντοτήτων και των διεργασιών στα ζωντανά συστήματα απαιτεί την τοποθέτησή τους και τον εντοπισμό τους σε πολύπλοκα πληροφοριακά δίκτυα και στα αντίστοιχα μονοπάτια (*ibid*). Επιπλέον, τα ζωντανά συστήματα οφείλουν να επικοινωνούν διαρκώς μεταξύ τους, καθώς επίσης, να απαντούν σε ερεθίσματα από το περιβάλλον με κανονικούς και τακτικούς τρόπους.

Όπως αναφέρθηκε στις προηγούμενες ενότητες η έννοια της πληροφορίας αποτελεί ανοικτό πρόβλημα για τη βιολογία, με βασικό πρόβλημα την έλλειψη επαρκούς θεώρησης της σημαντικής και πραγματικής διάστασής της στα ζωντανά συστήματα. Παρόμοια, θα ήταν σωστό να τεθεί το ίδιο πρόβλημα σχετικά με τη 'σηματοδότηση' εφόσον μπορεί να θεωρηθεί ως κάτι παραπάνω από μια απλή μεταφορά από τη στιγμή που, προς το παρόν, δεν μελετάται σε ένα ξεκάθαρο θεωρητικό πλαίσιο το οποίο να μπορεί να εξηγήσει τον τρόπο με τον οποίο τα διάφορα σήματα/σημεία παράγονται, επικοινωνούνται, επεξεργάζονται και ερμηνεύονται από τα ζωντανά συστήματα.

Από την άλλη πλευρά, στους ζωντανούς οργανισμούς παρατηρούνται διάφορα μονοπάτια σηματοδότησης και δίκτυα, συμπεριλαμβανομένου ενός μεγάλου πλήθους από μόρια που συμμετέχουν σε ενδο-κυτταρικές διαδρομές σηματοδότησης. Αυτή η ολοένα και πιο πολύπλοκη εικόνα από γεγονότα σηματοδότησης στα κυτταρικά συστήματα οδήγησαν στην εμφάνιση βάσεων δεδομένων που παρουσιάζουν διάφορα ενδο-κυτταρικά μονοπάτια και δίκτυα σηματοδότησης στα κύτταρα (π.χ. Matys & colleagues, 2006). Παρ' όλα αυτά, καθώς η επιστημονική κοινότητα αποκτά ολοένα και περισσότερη πληροφορία σχετικά με τα μονοπάτια σηματοδότησης, υπάρχει μεγάλος κίνδυνος παράβλεψης των κοινών οργανωσιακών και λειτουργικών πτυχών των αντίστοιχων μονοπατιών.

Συγκεκριμένα, όπως τονίζουν οι Reth & Wienands (1997), χρειάζονται λειτουργικά μοντέλα των μονοπατιών σηματοδότησης, όπως άλλωστε προτείνουν και οι ίδιοι. Αλλά, μολονότι τέτοιου είδους μοντέλα είναι αναγκαία και ιδιαίτερος σημαντικά, υπάρχει μεγάλο ερώτημα σχετικά με το εάν τα μοντέλα αυτά επαρκούν για την κατανόηση των μονοπατιών σηματοδότησης. Συγκεκριμένα, θα πρέπει κανείς να εξετάσει εάν αυτά τα μοντέλα επαρκούν για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα διάφορα μόρια μπορούν να δράσουν ως σήματα και επομένως,

σημαίνουν κάτι περισσότερο για το κύτταρο από απλά μόρια. Επίσης, θα πρέπει να εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο τα διάφορα μόρια μπορούν να παίζουν το ρόλο σημείων τα οποία αντιπροσωπεύουν κάτι άλλο, όπως για π.χ. ένα κύτταρο που έχει μολυνθεί από έναν ιό, ένα αρπакτικό, μια εσωτερική κατάσταση ενός οργανισμού κτλ.

Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστούν λειτουργικά μοντέλα μονοπατιών σηματοδότησης στα ζωντανά συστήματα, επικεντρώνοντας ειδικότερα στη μορφοτροπή σήματος στην ενεργοποίηση των κυττάρων τύπου B (*B-cell*, από εδώ και στο εξής θα αναφέρονται ως *B-κύτταρα*) ως μια συγκεκριμένη περίπτωση μελέτης. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη σχετικά με το εάν οι αναφορικές πτυχές των μορίων σηματοδότησης (π.χ. το γεγονός ότι αναφέρονται σε κάτι περισσότερο από τον ίδιο τους τον εαυτό) μπορεί να εξηγηθεί και να γίνει κατανοητό από ένα λειτουργικό μοντέλο, παίρνοντας για παράδειγμα την πρόταση των Reth & Wienands (1997).

Συγκεκριμένα, επιχειρείται η ανάλυση και η μοντελοποίηση των λειτουργικών πτυχών της σηματοδότησης (*signaling*) και των αντίστοιχων δίοδων (*pathways*) του ανοσοποιητικού συστήματος. Ειδικότερα, βάσει του προτεινόμενου πλαισίου ανάπτυξης του νοήματος στα αυτόνομα συστήματα, επιχειρείται η εδραίωση ενός θεωρητικού-λειτουργικού πλαισίου που θα υποδεικνύει την προέλευση, και θα εξηγεί την απόδοση, του νοήματος στις πολύπλοκες δράσεις των μορίων και των κυττάρων. Επιπροσθέτως, θα παρέχει λειτουργικά μοντέλα των δίοδων σηματοδότησης, με σκοπό τη βαθύτερη κατανόηση και την καλύτερη εξήγηση των αναφορικών (σημασιολογικών) λειτουργιών των μορίων σηματοδότησης. Η ανάλυση και η σχετική μοντελοποίηση που θα παρουσιαστεί παρακάτω αποτελεί μέρος γενικότερων προσπαθειών που περιγράφονται στα (Arnellos & colleagues, 2006; El-Hani, Arnellos & Queiroz, 2007; El-Hani, Arnellos & Queiroz, submitted).

7.3.1 Σημειωτική Κλειστότητα στα Κυτταρικά Συστήματα και η Ανάγκη για Σηματοδότηση

Βάσει του χαρακτηρισμού των ζωντανών συστημάτων ως *συσκευές μέτρησης* (δείτε §5.3.3.2) ο Pattee (1982) υποστηρίζει ότι αυτά τα συστήματα χρειάζονται αυτό-αναφορικότητα. Συγκεκριμένα, προτείνει ότι, προκειμένου ένα σύστημα να μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια συσκευή μέτρησης, θα πρέπει να έχει μια λειτουργία και προσθέτει ότι η πιο πρωτογενής έννοια της λειτουργίας συνεπάγεται την βελτίωση της καταλληλότητας και της ικανότητας ενός οργανισμού. Όπως αναλυτικά αναφέρθηκε στην §5.3.3, όταν ένα σύστημα ενεργεί ως μία συσκευή μέτρησης, τότε, ταυτόχρονα εδραιώνει μια επιστημική τομή που διαχωρίζει τον εαυτό του, ως έναν παρατηρητή, από το περιβάλλον του. Έτσι, όπως αναφέρει ο Hoffmeyer:

«Η μέτρηση και ο παρατηρητής είναι επιστημικές έννοιες και ως τέτοιου είδους έννοιες προϋποθέτουν τουλάχιστον μια οργάνωση που να είναι σε θέση να κατασκευάσει μια συσκευή μέτρησης και να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα για την επιβίωσή της» (Hoffmeyer, 2001, σελ. 124).

Αυτή είναι και η έννοια της *σημασιολογικής/σημαντικής κλειστότητας* του Pattee (δείτε §5.3.4.1), μια ζωτική ιδιότητα που τονίζει ιδιαίτερα την αυτό-αναφορική διάσταση των ζωντανών συστημάτων και την οποία αποδέχονται αρκετοί ερευνητές (π.χ. Hoffmeyer, 2000; 2001; Etcheberria & Moreno, 2001) ως μια αναγκαία συνθήκη για τη διαφοροποίηση των ζωντανών από τα μη-ζωντανά συστήματα. Σε αυτό το σημείο, αυτό που πρέπει να απαντηθεί είναι ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να δικαιολογηθεί η ιδιότητα της σημαντικής κλειστότητας και ο τρόπος με τον οποίο σχετίζεται με την έννοια της σηματοδότησης.

Όπως παρουσιάστηκε αναλυτικά στην §5.3.4.3, η ιδιότητα της σημαντικής κλειστότητας και η επακόλουθη επιστημική τομή, δεν μπορούν να δικαιολογήσουν την αφετηρία και την εξέλιξη της ζωής (Hoffmeyer, 2000, 2001). Το βασικότερο πρόβλημα είναι ότι η σημαντική κλειστότητα συνεπάγεται ένα διαχωρισμό μεταξύ του συστήματος και του περιβάλλοντός του. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι ο εν λόγω διαχωρισμός οφείλει να προκύψει μέσα από το ίδιο το σύστημα αντί να οριστεί ως μια προϋπόθεση από έναν παρατηρητή. Επομένως, ο Hoffmeyer (2001)

αποφασίζει να υιοθετήσει τη θέση που δεν υπονοεί καμία ‘τομή’ (the ‘no cut’ position), η οποία αντιμετωπίζει την ανάδυση της ζωής ως μία έκφανση πιο γενικών προδιαθέσεων, οι οποίες χαρακτηρίζουν τον κόσμο. Έτσι, επιχειρηματολογεί υπέρ μιας διεργασίας διαμόρφωσης ασυμμετρίας μέσω της χαρακτηριστικής λειτουργίας της διαχωριστικής μεμβράνης (δείτε §5.3.2.1).

Αναλυτικότερα, η ιδιότητα της σημαντικής κλειστότητας δεν μπορεί να αναπτυχθεί χωρίς την παρουσία μιας κλειστής μεμβράνης που να διαχωρίζει τον κόσμο σε ένα εξωτερικό και ένα εσωτερικό μέρος. Αρχικά, η εν λόγω ασυμμετρία διέπεται από μία χωρική η τοπολογική φύση. Έτσι, η κλειστότητα μέσω της διαμόρφωσης μεμβράνης, η οποία συχνά αναφέρεται ως *τοπολογική κλειστότητα* (Hoffmeyer, 2001, σελ. 124), λειτουργεί ως ένας τρόπος μείωσης ή φιλτραρίσματος της ποικιλίας του περιβάλλοντος, μέσω της υπόδειξης ενός εξωτερικού πεδίου ενδιαφέροντος, το οποίο μπορεί να εξωτερικευθεί, καθώς και μέσω της υπόδειξης ενός εσωτερικού μέρους του συστήματος, το οποίο μπορεί να εξωτερικευθεί και κατά συνέπεια, να γίνει μία επέκταση του συστήματος στο περιβάλλον. Υπό αυτή την οπτική, κανείς θα πρέπει να θεωρήσει την αφετηρία της αλληλεπίδρασης μεταξύ ενός συστήματος και του περιβάλλοντός του ως αδιαχώριστη από την αφετηρία τόσο του συστήματος όσο και του περιβάλλοντος. Επομένως, θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει ότι ο λόγος για τον οποίο τα ζωντανά συστήματα επελέγησαν για τη χρήση σημάτων και σηματοδότησης έγκειται στο γεγονός ότι, σε μία συγκεκριμένη στιγμή της εξέλιξής τους απέκτησαν μια μεμβράνη που διαχώριζε τον εσωτερικό τους χώρο δράσης από το εξωτερικό περιβάλλον.

Η σημαντική ερώτηση που πρέπει να απαντηθεί σε αυτό το σημείο σχετίζεται με τη διαφορά μεταξύ του τρόπου με τον οποίο τα κλειστά μέσω μεμβράνης συστήματα, που επιδεικνύουν την ιδιότητα της σημαντικής κλειστότητας, αλληλεπιδρούν με τα περιβάλλοντά τους, και του τρόπου με τον οποίο τα μη-παρατηρούμενα συστήματα αντιδρούν στις διάφορες καταστάσεις. Με άλλα λόγια, κανείς θα πρέπει να διαλευκάνει το λόγο για τον οποίο δεν μπορούν όλες οι αλληλεπιδράσεις, ζωντανών ή μη-ζωντανών συστημάτων, να μοντελοποιηθούν ως απλές φυσικές αλληλεπιδράσεις και να κατανοηθούν πλήρως μέσω της μοντελοποίησης των μοριακών γεγονότων που συνιστούν τις διεργασίες σηματοδότησης. Η όλη κατάσταση είναι πολύ πιο πολύπλοκη.

Η κλειστότητα ενός συστήματος μέσω μιας ημι-διαπερατής μεμβράνης είναι αυτή που του επιτρέπει να αναπτύξει μια κλειστή, δυναμική οργάνωση. Οι περιορισμοί της υποστηρικτικής δομής αυτής της οργάνωσης αποκτούν μια πληροφοριακή φύση μέσα σε ένα αυτό-αναφορικό και αναδρομικά επαναλαμβανόμενο πλαίσιο δράσης (δείτε §5.3.4.2). Όπως τονίζουν οι Etcheberry & Moreno (2001), αυτή η δυναμική διεργασία επιφέρει τη σημαντική κλειστότητα του ζωντανού συστήματος, η οποία, κατά μία έννοια, ‘ευθύνεται’ για την μερική ανεξαρτησία του από τον εξωτερικό περιβαλλοντικό έλεγχο. Έτσι, σε αυτή την περίπτωση, κανείς δεν πρέπει να μιλά για απλή αλληλεπίδραση βάσει των φυσικών ιδιοτήτων, αλλά για μία επικοινωνία μεταξύ ενός συστήματος και του περιβάλλοντός του.

Από τη στιγμή που μια ασυμμετρία μεταξύ ενός συστήματος και του περιβάλλοντός του είναι ζωτικής σημασίας, προκειμένου το πρώτο να αναπτυχθεί σε μια ζωντανή οντότητα, ενώ η μεμβράνη υποστηρίζει τη διατήρηση της εν λόγω ασυμμετρίας, η όλη αλληλεπίδραση λαμβάνει χώρα μέσω των μεμβρανών. Ειδικότερα, η προαναφερθείσα επικοινωνία, όπως κάθε επικοινωνία μεταξύ των ζωντανών συστημάτων, δεν έχει μόνο μία πληροφοριακή, αλλά και μία ερμηνευτική διάσταση, η οποία αναδύει από την ανάξευξη της έτερο-αναφοράς (η οποία γίνεται δυνατή λόγω της τοπολογικής κλειστότητας μέσω της διαμόρφωσης μεμβράνης) με την αυτό-αναφορά. Όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στην §5.3.4.4, ο Hoffmeyer (1998, 2000, 2001) αναφέρεται στη διαμόρφωση της εν λόγω σύνδεσης ανατροφοδότησης ως *σημειωτική κλειστότητα*⁹⁴ και

⁹⁴ Αν και ο Hoffmeyer (2000) προτείνει ότι η σημειωτική κλειστότητα δεν θα πρέπει να συγχέεται με τη σημαντική κλειστότητα, η τελευταία μπορεί να θεωρηθεί ως μια λογική συνέπεια της πρώτης. Συγκεκριμένα, στο μοντέλο του Hoffmeyer, η σημειωτική κλειστότητα ξεκινάει μέσω της εδραίωσης της ικανότητας για ετερο-αναφορά, κυρίως μέσα από τη διαμόρφωση μιας ημι-διαπερατής μεμβράνης και της

υποστηρίζει ότι αυτό είναι ένα αποφασιστικό βήμα προκειμένου η κατανόηση του περιβάλλοντος από το σύστημα να παίζει ουσιαστικό ρόλο στο τελευταίο.

Συνεπώς, η μεμβράνη θα πρέπει να θεωρείται ως μία δυναμική διεπαφή μεταξύ ενός ζωντανού συστήματος και του περιβάλλοντός του, ενώ η σηματοδότηση θεωρείται ως η διεργασία ‘κλειδί’ κατά μήκος της διεπαφής, μέσω της οποίας τα διάφορα σήματα/σημεία μπορούν να επικοινωνούνται και να ερμηνεύονται μεταξύ διαφορετικών τμημάτων του ζωντανού συστήματος. Για τέτοιου είδους συστήματα που παρουσιάζουν σημειωτική κλειστότητα, ή ακριβέστερα, για αυτό-αναφορικά συστήματα που επιδεικνύουν δυισμό κώδικα (δείτε §5.3.4.4) και ερμηνεύουν τα περιβάλλοντά τους με ένα ανοικτο-κλεισμένο τρόπο, η επικοινωνία μέσω σηματοδότησης αποκτά πρωταρχικό ρόλο στην προσπάθειά τους να ικανοποιήσουν τους εσωτερικούς και μελλοντικά-κατευθυνόμενους σκοπούς τους.

Υπό αυτή την οπτική, τα ζωντανά συστήματα έχουν την ικανότητα να απαντήσουν σε διάφορα περιβαλλοντικά ερεθίσματα με έναν κανονικό/φυσιολογικό τρόπο παρά το γεγονός ότι είναι κλειστά συστήματα με συγκεκριμένα σύνορα. Τα ζωντανά συστήματα είναι σε θέση να ερμηνεύουν σήματα από το περιβάλλον τους, με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούν όσο το δυνατόν καλύτερα τα λειτουργίες τους. Σε αυτό το σημείο, η χαρακτηριστική έννοια σχετικά με την ένσκηπη αλληλεπίδραση ενός ζωντανού συστήματος με το περιβάλλον του είναι αυτή της ‘αναφοράς’, εφόσον μέσα στο σύστημα θα πρέπει να δημιουργηθεί μια οργάνωση που θα αναφέρεται σε κάτι εκτός του συστήματος, με τέτοιο τρόπο ώστε οι εσωτερικές διεργασίες θα προσαρμόζονται λειτουργικά στις διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες το σύστημα βρίσκεται κάτω από την πίεση επιλογής προκειμένου να αναπτύξει σημειωτική επάρκεια. Η τελευταία δεν μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά χωρίς τη θεώρηση της ικανότητας του συστήματος για τη δημιουργία διακρίσεων και της ύπαρξης μίας διεπαφής που θα συνδέει το εσωτερικό με το εξωτερικό. Το ζωντανό σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να εσωτερικεύει τα ερεθίσματα που το πληροφορούν σχετικά με το περιβάλλον, μέσω της παραγωγής σημείων εσωτερικά σε αυτό, τα οποία με τη σειρά τους αναφέρονται στην ίδια κατάσταση πραγμάτων ή στην ίδια διεργασία στην οποία αναφέρεται το εξωτερικό ερέθισμα. Η βασική ιδέα είναι ότι, η ίδια σχέση που έχει ένα εξωτερικό σημείο αναφορικά με ένα συγκεκριμένο αντικείμενο (μια κατάσταση πραγμάτων ή μια διεργασία) θα διατηρηθεί με την παραγωγή ενός εσωτερικού σημείου.

Αυτή είναι η βάση της διεργασίας που στην συγκεκριμένη περίπτωση καλείται ως *αναφορικότητα* (*referentiality*). Το εσωτερικό σημείο θα αναφέρεται ή θα αντιπροσωπεύει το αντικείμενο με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο το εξωτερικό σημείο αναφέρεται η αντιπροσωπεύει αυτό το αντικείμενο. Η βάση για τη μοντελοποίηση αυτής της σχέσης είναι η σημειωτικές διεργασίες του Peirce. Η συγκεκριμένη διεργασία στοχεύει στη διατήρηση και εξέλιξη της σημειωτικής κλειστότητας του ζωντανού συστήματος και κατ’ επέκταση, της μετρητικής του ικανότητας. Όπως υποστηρίζει ο Hoffmeyer (2001), τα εν λόγω χαρακτηριστικά ενός ζωντανού συστήματος δεν μπορούν να γίνουν κατανοητά μέσω της αναγωγής των αντίστοιχων φαινομένων σε καθαρά βιοχημικές θεωρίες, εφόσον απαιτείται η αναγνώριση των βιοχημικών γεγονότων ως αποτυπώματα ή ενδείξεις μέτρησης, γεγονός που υποδεικνύει την ανάγκη για σημειωτική και όχι για μια απλή φυσικό-χημική ανάλυση (δείτε Κεφ. 5)

αναλογικά-κωδικοποιημένης αλληλεπίδρασης του συστήματος. Η διαμόρφωση της συμβολικής αναφοράς υπό τη μορφή ψηφιακών εγγραφών αναδόθηκε μέσα από την ήδη εδραιωμένη αναλογικά-κωδικοποιημένη αναφορικότητα (δείτε §5.3.4.5.3). Με άλλα λόγια, έχει προηγηθεί μια ερμηνευτική οργάνωση που δημιούργησε και αποθήκευσε κάποιους περιορισμούς, οι οποίοι εκφράστηκαν με λειτουργικό τρόπο και στους οποίους βασίζονται οι αναλογικά-κωδικοποιημένες δομές της ερμηνευτικής οργάνωσης. Οι εν λόγω περιορισμοί δεν μπορούν να δράσουν έξω από τη συγκεκριμένη ερμηνευτική οργάνωση, και αυτό ισοδυναμεί με την εμφάνιση σημαντικής κλειστότητας.

7.3.2 Κάποιες Βασικές Έννοιες στη Σημειωτική Θεωρία του Peirce

Η θεμελίωση της συγκεκριμένης προσέγγισης στη σηματοδότηση θα γίνει μέσω της εφαρμογής ενός σημαντικού μέρους του προτεινόμενου πλαισίου ανάδυσης του νοήματος στα αυτόνομα συστήματα, βάση του οποίου αποτελεί το θεωρητικό πλαίσιο των σημειωτικών διεργασιών του Peirce. Όπως παρουσιάστηκε στην §5.3.7, υπάρχουν πολλοί ερευνητές (π.χ. Pietarinen, 2005; Freadman, 2004; Hookway, 2002; Bergman, 2000a; 2000b; Deacon, 1997; Fetzer, 1988; 1997; Houser & colleagues, 1997; Noble & Davidson, 1996; Hoffmeyer, 1996; Emmeche, 1991; Ransdell, 1977) που προτείνουν τη χρήση των σημειωτικών διεργασιών του Peirce ως ένα ισχυρό εργαλείο για την διερεύνηση του νοήματος και της επικοινωνίας.

Ωστόσο, θα πρέπει κανείς να περιμένει ότι ένα θεωρητικό πλαίσιο σκέψης που αναπτύχθηκε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα θα πρέπει να συμπληρωθεί και να προσαρμοστεί, προκειμένου να μπορέσει να καλύψει όλη το εύρος της γνώσης που υπάρχει σήμερα στην επιστημονική κοινότητα αναφορικά με τη σηματοδότηση στα ζωντανά συστήματα. Σε αυτό το σημείο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι, στην παρούσα φάση, δεν αξιώνεται η εξήγηση των διεργασιών σηματοδότησης μόνο μέσω των σημειωτικών διεργασιών του Peirce, αλλά η σημαντική τους συνεισφορά στην ευρύτερη και βαθύτερη κατανόηση της αναφορικότητας κατά τη διεργασία σηματοδότησης και επομένως, η εύρεση νέων δεδομένων για τη λειτουργικότητα των διόδων και δικτύων σηματοδότησης.

Συγκεκριμένα, η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην επεξηγηματική ισχύ του πλαισίου που παρουσιάστηκε στο Κεφ. 5, για την εφαρμογή του σε μια πιο ενδεδειγμένη παρουσίαση και εξήγηση της έννοιας της σηματοδότησης. Στη συνέχεια, οι ιδέες αυτές θα εφαρμοστούν στη μοντελοποίηση των διεργασιών σηματοδότησης κατά την ενεργοποίηση των Β-κυττάρων, από τη φάση της *δέσμευσης του αντιγόνου (antigen binding)* από τους υποδοχείς στην επιφάνεια του κυττάρου μέχρι τις αλλαγές στο ενδο-κυτταρικό περιβάλλον. Οι εν λόγω φάσεις διευθετούνται μέσω διεργασιών σηματοδότησης και έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση διαφορετικών φαινοτύπων, γεγονός που ισοδυναμεί με την ενεργοποίηση των Β-κυττάρων.

Για τον Peirce, ένα σημείο είναι μια κατάσταση πραγμάτων που αντιπροσωπεύει μια άλλη κατάσταση πραγμάτων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση της μοντελοποίησης του μονοπατιού σηματοδότησης BCR, το αντιγόνο αντιμετωπίζεται ως κάτι (μια κατάσταση πραγμάτων) που αντιπροσωπεύει κάτι άλλο από τον εαυτό του, όπως για παράδειγμα, ένα κύτταρο μολυσμένο από έναν ιό, το οποίο μπορεί να ανιχνευτεί από ένα Β-κύτταρο, στο περιβάλλον του τελευταίου, μέσω της χρήσης αντιγόνων ως σημείων που αναφέρονται σε αυτό (το μολυσμένο κύτταρο).

Βάσει του ορισμού του Peirce για την έννοια του σημείου (δείτε §5.3.7.2), η δράση του τελευταίου συνεπάγεται την ύπαρξη μιας κατάστασης πραγμάτων που αντιπροσωπεύει κάτι άλλο (δηλαδή το Αντικείμενό της), με τέτοιο τρόπο που καταλήγει στην παραγωγή ενός τρίτου στοιχείου (ενός Ερμηνευμένου), το οποίο θεωρείται ως το αποτέλεσμα που παράγει το σημείο σε έναν ερμηνευτή. Στα συστήματα σηματοδότησης, μια ερμηνεία ενός σημείου καταλήγει σε ένα καινούργιο σημείο μέσα στον ερμηνευτή, το οποίο αναφέρεται στο αντίστοιχο αντικείμενο, όπως αναφέρεται σε αυτό και το πρώτο σημείο, ή σε τελική ανάλυση, αναφέρεται σε μια δράση που μπορεί καταλήξει στον τερματισμό της διεργασίας σηματοδότησης. Αυτή είναι μια τριαδική σχέση, μέσω της οποίας, ένα εξωτερικό σημείο αντιπροσωπεύει ένα αντικείμενο, με τέτοιο τρόπο ώστε να παράγει ένα άλλο σημείο, το οποίο με τη σειρά του αντιπροσωπεύει το συγκεκριμένο αντικείμενο με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο το αντικείμενο αυτό αντιπροσωπεύεται από το εξωτερικό σημείο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, αυτό είναι το είδος της σχέσης που θα πρέπει κανείς να λάβει υπόψη προκειμένου να μοντελοποιήσει τη σηματοδότηση και ειδικότερα, την αναφορικότητα στις διεργασίες σηματοδότησης, μέσα στο συνολικότερο θεωρητικό πλαίσιο ανάδυσης του νοήματος (δείτε Κεφ. 5).

Στην §5.3.7 αναφέρθηκε ότι το γεγονός ότι το Ερμηνευμένο, για τον Peirce, είναι συνήθως ένα άλλο σημείο, το οποίο δημιουργείται από τη δράση ενός προηγούμενου σημείου και η διεργασία αυτή μπορεί να συνεχιστεί επ' αόριστο. Ανάλογα, είναι πολύ σημαντικό να μη ξεχνά κανείς ότι το Ερμηνευμένο δεν είναι απαραίτητα το αποτέλεσμα μιας διεργασίας που ισοδυναμεί με την

‘ερμηνεία’, υπό την ευρύτερη έννοια του όρου, όπως αυτός απαντάται στις ανθρώπινες γνωστικές διεργασίες. Συγκεκριμένα, η ερμηνεία, όπως λαμβάνει χώρα στους ανθρώπους, είναι μια ιδιαίτερα εξελιγμένη και πολύπλοκη διεργασία, η οποία αποτελεί μια συγκεκριμένη και αντίστοιχης πολυπλοκότητας έκφανση της σημειωτικής σχέσης. Ωστόσο, δεν είναι η μοναδική σημειωτική σχέση. Όπως ήδη αναφέρθηκε, το θεμελιώδες χαρακτηριστικό του Ερμηνευμένου είναι ότι θεωρείται ένα νέο σημείο που παράγεται από τη δράση ενός προηγούμενου σημείου, με τέτοιο τρόπο ώστε και τα δύο σημεία να μοιράζονται το ίδιο σημείο αναφοράς.

Επίσης, για τη μοντελοποίηση του συγκεκριμένου προβλήματος θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι διακρίσεις μεταξύ δύο ειδών αντικειμένων (του Άμεσου Αντικειμένου ‘ΑΑ’ και του Δυναμικού Αντικειμένου ‘ΔΑ’) που προτείνει ο Peirce (δείτε §3.5.7.2). Το εκάστοτε σημείο δεν αναπαριστά το ΔΑ στο σύνολό του και επομένως, δεν μπορεί να εκφράσει την πραγματικότητα ενός αντικειμένου, αλλά απλά υποδεικνύει το συγκεκριμένο αντικείμενο. Το σύστημα το οποίο επηρεάζεται αιτιωδώς από το σημείο (διότι το σημείο αντιπροσωπεύει κάτι άλλο για το συγκεκριμένο σύστημα) θα πρέπει να εδραιώσει τον τρόπο με τον οποίο κατευθύνεται προς τον δυναμικό αντικείμενο που υποδεικνύεται από το συγκεκριμένο σημείο μέσω διεργασιών που έχουν επιλεγεί κατά την εξελικτική ιστορία του συστήματος αυτού του είδους.

Στην οντογενετική κλίμακα χρόνου, το σύστημα θα αποκτήσει τη σημειωτική του επάρκεια, δηλαδή την ικανότητά του να ερμηνεύει σημεία, μέσω της εξέλιξής του. Σε ένα μεγάλο αριθμό σημειωτικών συστημάτων, η ανάπτυξη σημειωτικής επάρκειας θα είναι μια ‘κλειστή’ διεργασία, υπό την έννοια ότι είναι ‘υλικά ενσωματωμένη’ στη βιολογική δομή και δεν μπορεί να τροποποιηθεί με την εμπειρία. Αυτή αποτελεί τυπική υπόθεση στην περίπτωση των ερμηνευτικών συστημάτων κυτταρικής βάσης (cellular interpreting systems) (δείτε Weber & colleagues, 1989; Hoffmeyer, 1998b; 2001) και είναι το αποτέλεσμα της εξέλιξης του βρόχου ανάδρασης μεταξύ DNA και περιβάλλοντος, το οποίο έχει ήδη ονομαστεί ως σημειωτική κλειστότητα. Παρόλα αυτά, υπάρχουν επίσης και ‘ανοικτές’ διεργασίες ανάπτυξης σημειωτικής επάρκειας, όπως αυτές που παρατηρούνται στα διάφορα ζώα, τα οποία μαθαίνουν μέσω γνωστικών εμπειριών.

Σύμφωνα με όσα έχουν προηγηθεί, ένα σύστημα, το οποίο εδραιώνει με επιτυχία τη φύση του ΔΑ ενός σημείου, δεν κατανοεί την πραγματικότητα του συγκεκριμένου αντικειμένου. Αντιθέτως, η εδραίωση της φύσης ενός δυναμικού αντικειμένου συνεπάγεται την ένταξή του σε μία γενικότερη κλάση γεγονότων, διεργασιών ή οντοτήτων και ως εκ τούτου, συνεπάγεται την ικανότητα του συστήματος να αντιδράσει σε αυτό με ένα κανονιστικό τρόπο, ο οποίος μαθαίνεται από τα ζωντανά συστήματα μέσω της εξέλιξης και της ανάπτυξής τους (π.χ. μέσω εξελικτικής και σωματικής μάθησης, όταν η τελευταία είναι διαθέσιμη στο σύστημα).

Όπως αναφέρθηκε στην §7.3.1, τα ζωντανά συστήματα εξελίχθηκαν ως σημειωτικά συστήματα λόγω της παρουσίας μιας μεμβράνης που διαχωρίζει το εσωτερικό μέσο δράσης του συστήματος από το περιβάλλον του και λόγω της σημειωτικής τους κλειστότητας, θα πρέπει να εσωτερικεύουν τα ερεθίσματα αναφορικά με το περιβάλλον, μέσω της παραγωγής σημείων (Ερμηνευμένα) εσωτερικά σε αυτό, τα οποία με τη σειρά τους αναφέρονται στην ίδια κατάσταση πραγμάτων ή στην ίδια διεργασία στην οποία αναφέρεται το εξωτερικό ερέθισμα. Στην παρούσα προσέγγιση μοντελοποίησης τα Β-κύτταρα θα αναφέρονται ως σημειωτικά συστήματα (όπως άλλωστε θεωρούνται όλα τα κύτταρα, βάσει της συγκεκριμένης προσέγγισης).

Αυτή είναι η ουσία της αναφοράς, η οποία, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, λαμβάνει χώρα στα συστήματα που παρουσιάζουν δυισμό κώδικα, δηλαδή έτερο-αναφορά και αυτό-αναφορά. Η πρώτη (η οποία ονομάζεται και αναλογικά-κωδικοποιημένος τρόπος λειτουργίας του συστήματος) αντιστοιχεί στις αυτό-οργανωτικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά το σύνορο του συστήματος και μέσα στο ίδιο το σύστημα. Οι διεργασίες αυτές είναι υπεύθυνες για την ταξινόμηση και τη συσσωμάτωση των σημειωτικά διαθέσιμων μορφών του ΔΑ στην λειτουργική οργάνωση του συστήματος. Η τελευταία αντιστοιχεί στην καταγραφή των προδιαγραφών που συνεισέφεραν θετικά (δηλαδή διατήρησαν ή/και βελτίωσαν την προσαρμοστική ικανότητα του συστήματος), κατά το παρελθόν, σε διάφορες εμφανίσεις ποικίλων ΔΑ και οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν από την αναλογική μορφή του συστήματος για

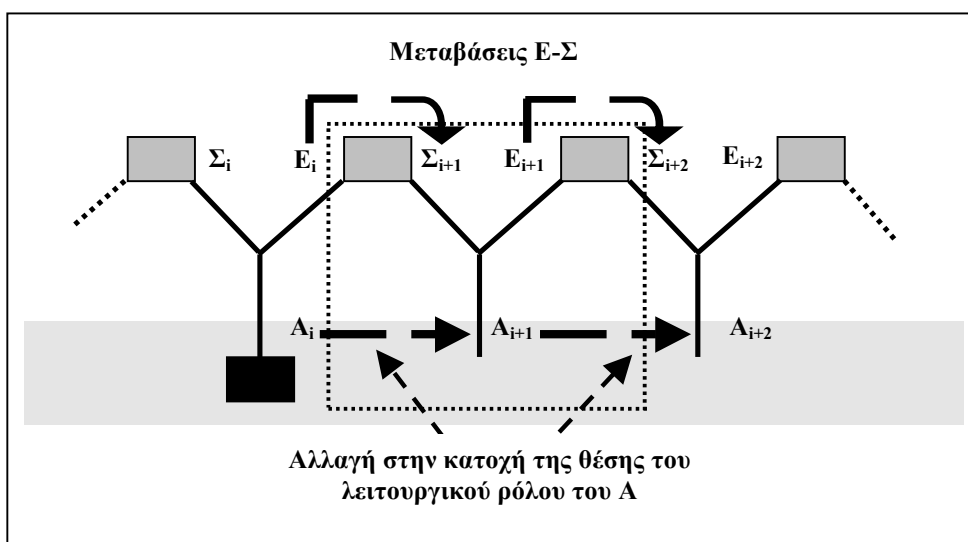
την αντιμετώπιση νέων αλληλεπιδράσεων. Αυτή το αρκετά πρωτόγονο, όπως αναφέρει ο Hoffmeyer (1998b), σχήμα λειτουργικής προσδοκίας εξασφαλίζει τη διατήρηση και την εξέλιξη της σημειωτικής κλειστότητας του συστήματος και κατ' επέκταση, της σημειωτικής του επιβίωσης.

Όπως αναφέρθηκε στην §5.3.7.2, η σημείωση συνεπάγεται την πραγματοποίηση αλυσίδων τριαδικών σχέσεων (τριάδες). Επομένως, το Ερμηνευμένο είναι ταυτόχρονα ο τρίτος όρος της προηγούμενης τριάδας και ο πρώτος όρος (σημείο) της ακόλουθης τριαδικής σχέσης (Σχ. 34). Σε αυτό το σημείο παρατηρείται η πρώτη *μετάβαση* που σηματοδοτεί την δυναμική φύση της σημείωσης, και συγκεκριμένα, την 'μετάβαση Ε-Σ'. Στο θεωρητικό πλαίσιο το Peirce, η πραγματοποίηση επεξεργασίας και ερμηνείας σημείων ισοδυναμεί με την παραγωγή περαιτέρω (ή πιο αναπτυγμένων, εξελιγμένων) σημείων.

Παράλληλα με την 'μετάβαση Ε-Σ', μια άλλη θεμελιώδης μετάβαση σε μια αλυσίδα τριάδων είναι η μετάβαση από το ένα ΑΑ σε ένα άλλο (ή διαφορετικά, 'μετάβαση Α-Α'). Όταν το Ερμηνευμένο γίνεται το σημείο μιας καινούργιας τριάδας, το συνεχές της αναφοράς στο ίδιο ΔΑ εξαρτάται από μια μετάβαση, κατά την οποία, το μέρος του ΔΑ που αναπαρίσταται στο σημείο μιας προηγούμενης τριάδας (το ΑΑ) γίνεται το ΑΑ της ακόλουθης τριάδας (ως ένα μέρος που αναπαρίσταται στο σημείο αυτής της τριάδας).

Όπως παρουσιάζεται στο Σχ. 34, σε μια δεδομένη τριάδα t_i ένα δεδομένο σημείο Σ_i υποδεικνύει ένα ΔΑ, αναπαριστώντας ένα μέρος από αυτό, δηλαδή το ΑΑ (A_i). Μέσω της τριαδικής σχέσης, ένα Ερμηνευμένο E_i παράγεται μέσα στο σημειωτικό σύστημα. Αυτό το Ερμηνευμένο γίνεται το σημείο στην ακόλουθη τριαδική σχέση, Σ_{i+1} , το οποίο θα πρέπει να υποδεικνύει το ίδιο ΔΑ, εάν η αλυσίδα της σηματοδότησης ή της σημείωσης πρόκειται να συνεχίσει. Το συγκεκριμένο αντικείμενο θα πρέπει να υποδεικνύεται μέσα από το ΑΑ, το οποίο αντιστοιχεί σε ένα μέρος του ΔΑ που αναπαρίσταται στο σημείο. Σε αυτή τη φάση, το νέο σημείο, Σ_{i+1} , αναφέρεται στο ΑΑ του προηγούμενου σημείου, Σ_i . Έτσι, υπό αυτή την έννοια, μια δεύτερη θεμελιώδης μετάβαση λαμβάνει χώρα στην αλυσίδα των τριάδων, στην οποία, το ΑΑ, A_i , της προηγούμενης τριάδας γίνεται το ΑΑ, A_{i+1} της ακόλουθης τριάδας. Η διαδικασία αυτή θα οδηγήσει, μέσω της τριαδικής σχέσης, στην παραγωγή ενός καινούργιου Ερμηνευμένου E_{i+1} , το οποίο στη συνέχεια θα γίνει το σημείο της νέας τριάδας, Σ_{i+2} και αυτό θα συνεχιστεί μέχρι το τέλος της συγκεκριμένης σημειωτικής διεργασίας. Αυτό, τυπικά ισοδυναμεί με το έναυσμα μιας δράσης, αυτή του τελικού Ερμηνευμένου (ΤΕ) σε αυτή τη σημειωτική διεργασία, και συνήθως οδηγεί στον τερματισμό της⁹⁵. Οι ιδέες/έννοιες αυτές θα ξεκαθαριστούν περισσότερο καθώς θα προχωράει η ανάλυση του BCR μονοπατιού σηματοδότησης.

⁹⁵ Ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιείται η έννοια του 'τελικού ερμηνευμένου', στη συγκεκριμένη ανάλυση, θα γίνει πιο ξεκάθαρο καθώς προχωράει η ανάλυση του μοντέλου.



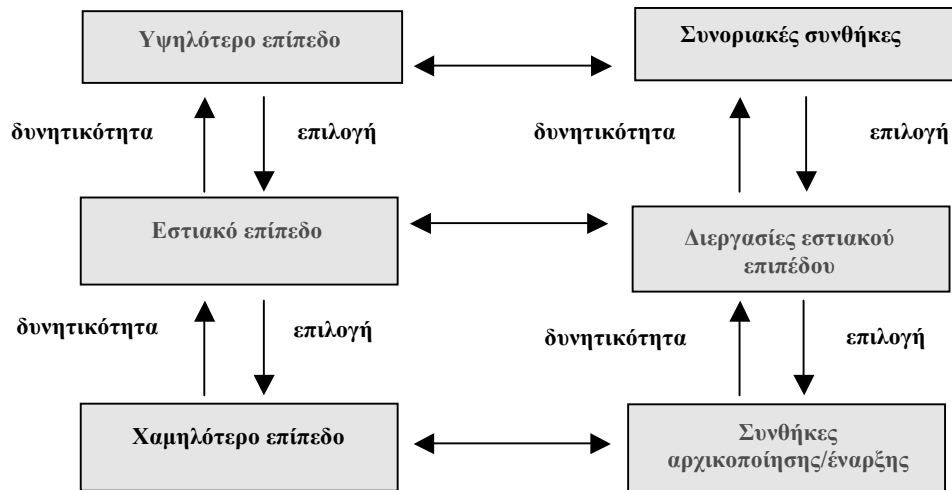
Σχήμα 34. Η τριαδική σχέση διαμορφώνει μία αλυσίδα τριάδων. Η γκριζα περιοχή στο κάτω μέρος του σχήματος δείχνει ότι όλα τα σημεία στην αλυσίδα των τριάδων αναφέρονται στο ίδιο ΔA μέσα από μια σειρά από AA . Τα βέλη δείχνουν τις βασικές μεταβάσεις στην αλυσίδα των τριάδων, μεταβάσεις (E-Σ) και (A-A).

7.3.3 Ένα μοντέλο ανάδυσης Σημειωτικών Διεργασιών στα Βιολογικά/Ζωντανά Συστήματα

Ο Salthe (1985) διαμόρφωσε την προσέγγιση που ονόμασε ‘ιεραρχικό στρουκτουραλισμό’ ως ένα τρόπο ανάπτυξης ενός λογικά συνεκτικού και ευρετικά δυναμικού τρόπου αναπαράστασης των οντοτήτων στη φύση. Ένα από τα βασικά στοιχεία αυτής της προσέγγισης αποτελεί το ‘βασικό τριαδικό σύστημα’, το οποίο είναι καθαρά επηρεασμένο από τον Peirce. Το σύστημα αυτό στοχεύει στην ανακάλυψη γενικών κανόνων και αρχών περιορισμού, μέσα στις οποίες πρέπει να λειτουργούν οι νόμοι της φύσης.

Σύμφωνα με αυτό το βασικό τριαδικό σύστημα, για την περιγραφή των θεμελιωδών αλληλεπιδράσεων μιας δεδομένης οντότητας ή διεργασίας σε μια ιεραρχία, χρειάζεται:

- i.* η θεώρηση της οντότητας ή διεργασίας στο επίπεδο στο οποίο παρατηρείται (*εστιακό επίπεδο – focal level*).
- ii.* η διερεύνηση της οντότητας ή διεργασίας αναφορικά με τις σχέσεις της με τα επιμέρους στοιχεία που περιγράφονται σε ένα χαμηλότερο επίπεδο (συνήθως, αλλά όχι πάντα αναγκαία, το αμέσως χαμηλότερο επίπεδο) και
- iii.* να ληφθούν υπόψη οι οντότητες ή διεργασίες στο υψηλότερο επίπεδο (επίσης συνήθως, αλλά όχι πάντοτε, το αμέσως υψηλότερο επίπεδο), στο οποίο ενσωματώνονται οι οντότητες και οι διεργασίες που παρατηρούνται στο εστιακό επίπεδο. Τόσο το χαμηλότερο, όσο και το υψηλότερο επίπεδο έχουν περιοριστική επιρροή στα δυναμικά των οντοτήτων και/η των διεργασιών στο εστιακό επίπεδο. Αυτοί οι περιορισμοί επιτρέπουν την εξήγηση της ανάδυσης των οντοτήτων ή διεργασιών (π.χ. σημείωση) στο εστιακό επίπεδο (δείτε Σχ. 35).



Σχήμα 35. Ένα σχήμα των καθοριστικών σχέσεων του βασικού τριαδικού συστήματος του Salthe. Το εστιακό επίπεδο δεν περιορίζεται μόνο από τις συνοριακές συνθήκες που εδραιώνονται από το υψηλότερο επίπεδο, αλλά επίσης, εδραιώνει τις δυνατότητες για τη σύσταση του τελευταίου. Εν συνεχεία, όταν το εστιακό επίπεδο συνίσταται από τις δυναμικότητες που εδραιώνονται από το χαμηλότερο επίπεδο, λαμβάνει χώρα μια διεργασία επιλογής, εφόσον, κάποιες από αυτές τις δυναμικότητες θα επιλεγούν προκειμένου να αποτελέσουν μια δεδομένη διεργασία εστιακού επιπέδου.

Κατά ένα τρόπο που είναι συνεπής με τον πραγματισμό του Peirce, η επιλογή του εστιακού, του χαμηλότερου και του υψηλότερου επιπέδου εξαρτάται από τους εκάστοτε ερευνητικούς στόχους. Επομένως, η συγκεκριμένη επιλογή είναι αποτέλεσμα μιας απόφασης που πραγματοποιείται από έναν ερευνητή στη βάση ενός θεωρητικού πλαισίου και μιας μεθοδολογικής προσέγγισης. Οι θεωρητικές και μεθοδολογικές βάσεις που επιλέγονται από έναν ερευνητή είναι, εν μέρει (και συνήθως, σε μεγάλο βαθμό) καθορισμένες από τις επιστημολογικές πρακτικές που γίνονται αποδεκτές ως επιστημονικά επαρκείς και τυπικά, σταθεροποιούνται από την επιστημονική κοινότητα.

Στο χαμηλότερο επίπεδο, οι περιοριστικές συνθήκες ισοδυναμούν με τις 'δυναμικότητες' ή 'συνθήκες αρχικοποίησης' για την αναδυόμενη διεργασία, ενώ οι περιορισμοί στο υψηλότερο επίπεδο αφορούν στο ρόλο ενός (επιλεκτικού) περιβάλλοντος, ο οποίος παίζεται από τις οντότητες αυτού του επιπέδου, εδραιώνοντας τις συνοριακές συνθήκες που συντονίζουν ή ρυθμίζουν τα δυναμικά στο εστιακό επίπεδο. Η ρύθμιση του εστιακού επιπέδου από συνοριακές συνθήκες υψηλότερου επιπέδου ερμηνεύεται ως ένα είδος επιλεκτικής διεργασίας. Αναλυτικότερα, ας υποθεθεί ότι ρυθμίζεται μια αιτιώδης σχέση μεταξύ ενός δεδομένου στοιχείου του συστήματος, *A*, και ενός άλλου στοιχείου του συστήματος, *B*. Στο προτεινόμενο πλαίσιο αυτό θα σημαίνει την επιλογή του *B* ως το πιο πιθανό αποτέλεσμα του *A*, ανάμεσα σε άλλα πιθανά αποτελέσματα, μέσω των συνοριακών συνθηκών που εδραιώνονται από ένα επίπεδο υψηλότερο από αυτό στο οποίο λαμβάνει χώρα η συγκεκριμένη σχέση⁹⁶. Αυτή η σχέση κατερχόμενου προσδιορισμού αφορά στα εξής μέρη:

- i.* ένα υψηλότερο επίπεδο
- ii.* μια γενική οργανωσιακή αρχή και
- iii.* συγκεκριμένες διεργασίες στο χαμηλότερο επίπεδο

⁹⁶ Δείτε §4.1.4.2 και §4.1.4.4 σχετικά με τις έννοιες των συνοριακών συνθηκών και της κατερχόμενης σχέσης αιτίου-αιτιατού, η οποία ερμηνεύεται από την άποψη των συνοριακών συνθηκών (δείτε §5.3.4.2). Στην παρούσα περίπτωση, η συγκεκριμένη επιρροή θα αντιμετωπιστεί ως ένα είδος κατερχόμενου προσδιορισμού (δείτε §4.1.4.4), παρά μια σχέση αιτίου αιτιατού.

Η προσδιοριστική αυτή σχέση αντιμετωπίζεται ως μια σχέση *τάσης*. Αναλυτικότερα, αν κάποιες οντότητες a, b, c, \dots, n του χαμηλότερου επιπέδου επηρεάζονται από τη γενική οργανωσιακή αρχή W , τότε θα υποδείξουν μια ροπή/τάση να συμπεριφερθούν με κάποιους συγκεκριμένους τρόπους και επομένως, να πραγματοποιήσουν ένα σύνολο συγκεκριμένων διεργασιών. Σε αυτή την περίπτωση, η προσδιοριστική επιρροή ασκείται από τη γενική οργανωσιακή αρχή του υψηλότερου επιπέδου σε συγκεκριμένες διεργασίες του χαμηλότερου επιπέδου και μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: αν οι a, b, c, \dots, n βρίσκονται κάτω από την επιρροή της W , τότε, θα εμφανίσουν μια τάση, μία προδιάθεση να πραγματοποιήσουν μια διεργασία p . Με άλλα λόγια, η εμφάνιση της διεργασίας p θα είναι πιο πιθανή ανάμεσα από ένα σύνολο διεργασιών που μπορούν να λάβουν χώρα στο χαμηλότερο επίπεδο ενός συγκεκριμένου συστήματος. Αν κανείς θεωρήσει την αιτιώδη σχέση μεταξύ των A και B , όπως αυτή ορίστηκε παραπάνω, η ρύθμιση της σχέσης αυτής συνεπάγεται την υποβολή των A και B σε μια οργανωσιακή αρχή, γεγονός που κάνει πιο πιθανή την αιτιώδη διεργασία από το A στο B στο χαμηλότερο επίπεδο, από κάθε άλλη πιθανή αιτιώδη διεργασία τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή t .

Επομένως, υπό αυτή την οπτική, η θεώρηση της διαμόρφωσης μιας μεμβράνης που διαχωρίζει το σύστημα από το περιβάλλον δείχνει αρκετά πιθανή, ειδικότερα, εάν κανείς θελήσει να απαντήσει στην ερώτηση της αφητηρίας των περιορισμών του πλαισίου δράσης από το υψηλότερο επίπεδο, οι οποίοι, κατά κάποιο τρόπο, επηρέασαν την ανάπτυξη της σημειωτικής επάρκειας του συστήματος. Ως εκ τούτου, η δημιουργία της τοπολογικής κλειστότητας από τη μεμβράνη εδραιώνει μια έσω-έξω ασυμμετρία (δείτε §5.3.2.1). Αυτό είναι ένα κρίσιμο βήμα, εφόσον, σε αυτή τη φάση υπάρχουν τουλάχιστον δύο διαφορετικά επίπεδα, όπου το ένα μπορεί να επηρεάσει, να καθορίσει και να περιορίσει το άλλο. Δεδομένου ότι, αναφορικά με την οργανωσιακή πολυπλοκότητα, το περιβάλλον θα παρουσιάζει πάντοτε μεγαλύτερη ποικιλία από το σύστημα (Ashby, 1958), ο επιλεκτικός περιορισμός θα παρέχεται από το περιβάλλον. Το γεγονός αυτό θέτει τις βάσεις για την ανάπτυξη της σημειωτικής επάρκειας, επικοινωνίας και λειτουργικότητας και τελικά, βάζει το σύστημα σε ένα πρακτορικό πλαίσιο δράσης.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, το γεγονός ότι το πλαίσιο δράσης της σημειωτικής δράσης του συστήματος προκύπτει από το περιβάλλον, και επομένως, τόσο το σύστημα όσο και το περιβάλλον είναι το καθένα αδιαχώριστα από την αφητηρία του άλλου, δικαιολογεί, σε ένα μεγάλο βαθμό, τη σχέση τάσης μεταξύ των οντοτήτων του χαμηλού επιπέδου και των οργανωσιακών αρχών του υψηλού επιπέδου, καθώς επίσης, την κατευθυντικότητα της ερμηνείας του δυναμικού αντικειμένου, αναφορικά με τη συνάφειά του με την προσαρμοστική ικανότητα της λειτουργικής οργάνωσης του συστήματος.⁹⁷

Συνολικότερα, μια αναδυόμενη διεργασία στο εστιακό επίπεδο εξηγείται ως το αποτέλεσμα μιας αλληλεπίδρασης μεταξύ των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα σε χαμηλότερα και σε υψηλότερα επίπεδα. Τα φαινόμενα που παρατηρούνται στο εστιακό επίπεδο θα πρέπει να είναι:

«...ανάμεσα στις πιθανότητες που προξενούνται από τους συνδυασμούς μετάθεσης των πιθανών συνθηκών αρχικοποίησης που εδραιώνονται στο αμέσως χαμηλότερο επίπεδο» (Salthe, 1985, σελ. 101).

Ωστόσο, οι διεργασίες στο εστιακό επίπεδο ενσωματώνονται και στο υψηλότερου επιπέδου περιβάλλον που παίζει ένα εξίσου σημαντικό ρόλο όπως αυτόν του χαμηλότερου επιπέδου και των αντίστοιχων συνθηκών αρχικοποίησης. Μέσω της χρονικής εξέλιξης των συστημάτων στο εστιακό επίπεδο, το συγκεκριμένο περιβάλλον ή πλαίσιο δράσης επιλέγει ανάμεσα από τις καταστάσεις που δύναται να προξενηθούν από τα στοιχεία, αυτές τις καταστάσεις που θα μπορέσουν δραστικά να πραγματοποιηθούν. Όπως το θέτει ο Salthe:

⁹⁷ Ειδικότερα, το επιχείρημα σχετικά με την κατευθυντικότητα και γενικότερα, η καταλληλότητα της ερμηνείας του σημείου, είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την κανονιστικότητα της λειτουργικότητας (δείτε §4.1.7). Αυτή η κατεύθυνση της έρευνας θα ακολουθηθεί σε μελλοντικές ερευνητικές εργασίες.

«αυτό που πραγματικά θα αναδυθεί θα οδηγείται από συνδυασμούς των συνοριακών συνθηκών, οι οποίες επιβάλλονται από το αμέσως ανώτερο επίπεδο».

Οι σημειωτικές διεργασίες στο εστιακό επίπεδο περιγράφονται ως αλυσίδες τριάδων. Το μικρο-σημειωτικό επίπεδο αφορά στις σχέσεις καθορισμού που δύναται να λάβουν χώρα μέσα σε κάθε τριάδα Σ - A - E . Οι σχέσεις αυτές παρέχουν τον τρόπο με τον οποίο τα στοιχεία μιας τριάδας ταξινομούνται στη σημείωση.

Στο μακρό-σημειωτικό επίπεδο, δίκτυα από αλυσίδες τριάδων ενσωματώνουν τις σημειωτικές διεργασίες στο εστιακό επίπεδο και εδραιώνουν τις συνοριακές συνθήκες, οι οποίες επίσης παίζουν έναν καταρχώμενα προσδιοριστικό ρόλο σε σχέση με την πραγματοποίησή τους. Η σημείωση του εστιακού επιπέδου αναδύεται ως μια διεργασία μέσω της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μικρο- και μακρό-σημειωτικών διεργασιών, δηλαδή μεταξύ των σχέσεων προσδιορισμού μέσα σε κάθε τριάδα και την προσδιοριστική επιρροή ενός δικτύου από διεργασίες σημείου, μέσα στο οποίο ενσωματώνεται κάθε μεμονωμένη αλυσίδα.

Το σύνολο των ενδεχόμενων προσδιοριστικών σχέσεων μεταξύ Σ , A και E στο μικρο-σημειωτικό επίπεδο παράγει ένα σύνολο από ενδεχόμενες τριάδες. Οι τριάδες αυτές δεν μπορούν να οριστούν από το μικρο-σημειωτικό επίπεδο. Το τελευταίο μπορεί μόνο να εδραιώσει τις συνθήκες αρχικοποίησης για τις αλυσίδες των τριάδων στο εστιακό επίπεδο. Η πραγματοποίηση μιας αλυσίδας τριάδων και συνεπώς, οι μεμονωμένες τριάδες που ορίζονται μέσα στο πλαίσιο δράσης της συγκεκριμένης αλυσίδας οδηγούνται από τις συνοριακές συνθήκες που εδραιώνονται από το μακρό-σημειωτικό επίπεδο, το οποίο παίζει έναν επιλεκτικό και καθοριστικό ρόλο στο σύνολο των δυνατών τριάδων που προξενούνται από το μικρο-σημειωτικό επίπεδο. Θεωρώντας τα δυναμικά των σημειωτικών διεργασιών στο εστιακό επίπεδο, θα μπορούσε κανείς να πει ότι η χρονική τους εξέλιξη καθορίζεται από γεγονότα πραγματοποίησης των ενδεχόμενων αλυσίδων από τριάδες και τις ενδεχόμενες τριάδες. Οι τριάδες εμφανίζονται πραγματοποιώντας μια συγκεκριμένη αλυσίδα στο εστιακό επίπεδο, μέσω της δράσης των δύο προαναφερθέντων περιορισμών, των συνοριακών συνθηκών και των συνθηκών αρχικοποίησης.

Αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο, σε αυτό το μοντέλο, η ανάδυση των σημειωτικών διεργασιών στο εστιακό επίπεδο, εξηγείται ως το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ δυνητικοτήτων που εδραιώνονται από το μικρο-σημειωτικό επίπεδο και την επιλεκτική και ρυθμιστική επιρροή του μακρό-σημειωτικού επιπέδου.

Το μοντέλο που μόλις παρουσιάστηκε θα χρησιμοποιηθεί για την μοντελοποίηση μιας σημειωτικής διεργασίας στο ανοσοποιητικό σύστημα, και συγκεκριμένα, αυτή της μορφοτροπής σήματος κατά τη διαδικασία ενεργοποίησης των Β-κυττάρων.

7.3.4 Μοντελοποίηση Διόδων Σηματοδότησης στα Β-κύτταρα

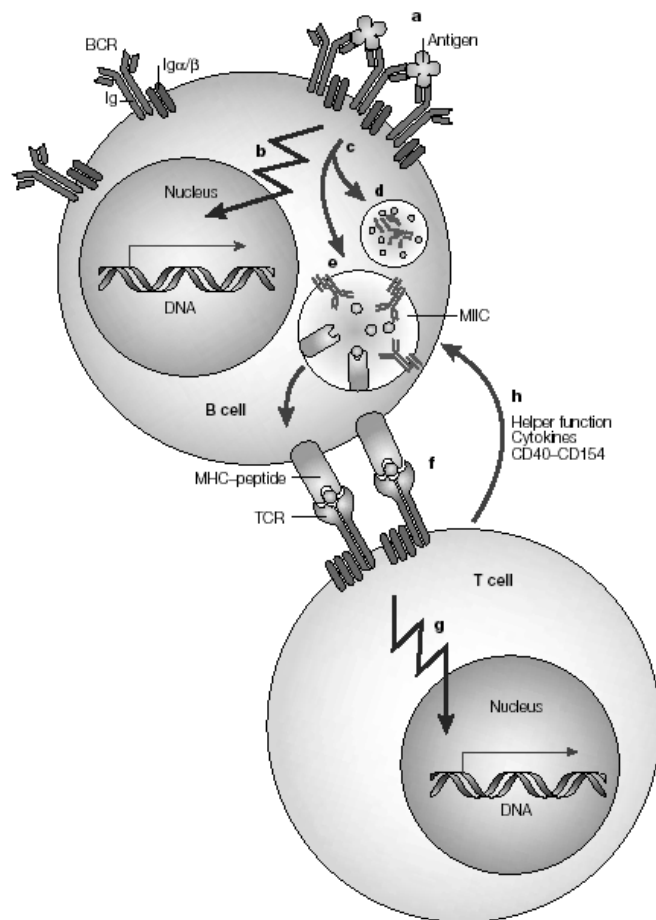
Ο υποδοχέας αντιγόνου του Β-κυττάρου (*B-cell antigen receptor*, από εδώ και στο εξής θα αναφέρεται ως *BCR*) είναι ένα σύμπλεγμα πολυπρωτεΐνης που αποτελείται από ένα μόριο ιμμουνογλοβουλίνης (*immunoglobulin*) που καλύπτεται από μεμβράνη (*mIg*), από το σημείο σύνδεσης των *ligand* και ένα *Ig- α /Ig- β ετεροδιμερές* (*heterodimer*) που σχετίζεται με το *mIg*, και το οποίο δρα ως υπομονάδα σηματοδότησης και συνδέει τον υποδοχέα με τα ενδοκυτταρικά στοιχεία μορφοτροπής σήματος (Reth & Wienands, 1997).

Το BCR έχει δύο λειτουργίες στην ενεργοποίηση του Β-κυττάρου (Pierce, 2002):

- i.* ξεκινάει το μονοπάτι σηματοδότησης, το οποίο καταλήγει σε μία σειρά από ενδοκυτταρικές δράσεις στα Β-κύτταρα, συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών στα πρότυπα έκφρασης των γονιδίων, τα οποία με τη σειρά τους καταλήγουν στον ενεργοποιημένο φαινότυπο του Β-κυττάρου
- ii.* παίζει ρόλο στην ανάληψη και επεξεργασία των αντιγόνων που πρόκειται να παρουσιαστούν στα Τ-βοηθητικά κύτταρα, τα οποία θα βοηθήσουν τα Β-κύτταρα στο να επιτύχουν πλήρη ενεργοποίηση (Σχ. 36).

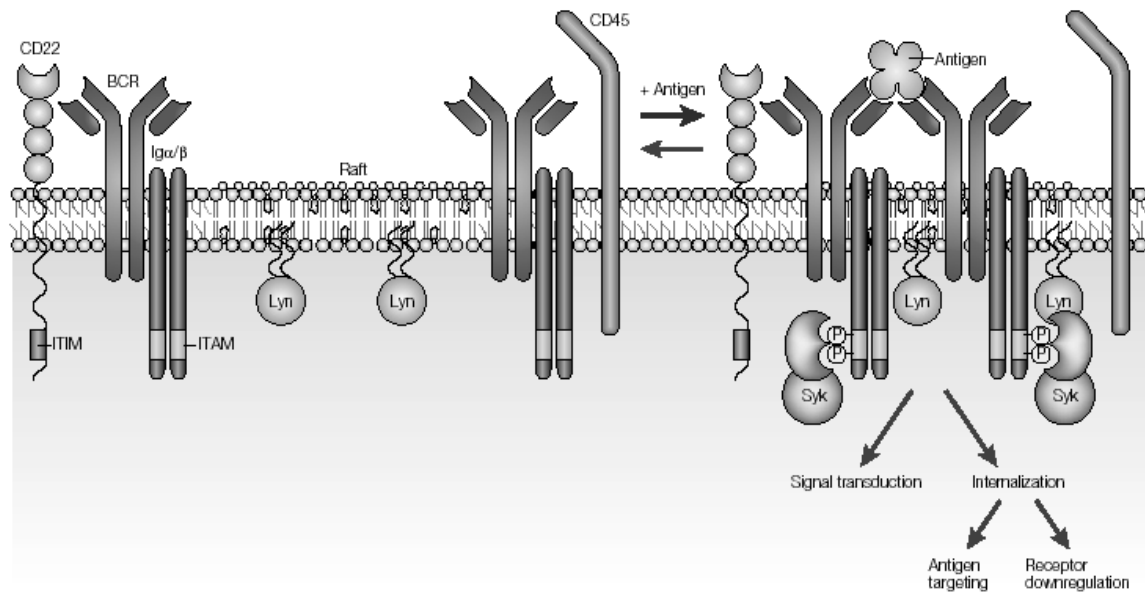
Στην περίπτωση που η σειρά των μηχανιστικών αλληλεπιδράσεων που λαμβάνουν χώρα στο μονοπάτι σηματοδότησης θεωρηθούν ως μια μορφοτροπή σήματος, κάτι παραπάνω από απλές μοριακές αλληλεπιδράσεις λαμβάνουν χώρα. Συγκεκριμένα, στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν υπάρχει μια απλή πρόσθεση στοιχείου/συστατικού, πέρα από τα ίδια τα μόρια, στη συνθετική διάσταση του μονοπατιού σηματοδότησης. Αντιθέτως, αυτό που πρέπει να προστεθεί στην όλη εικόνα είναι το είδος της σχέσης που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη ενότητα, δηλαδή μια σημειωτική σχέση μέσω της οποίας ένα μόριο, όπως ένα αντιγόνο, μπορεί να είναι ένα σημείο το οποίο αντιπροσωπεύει κάτι άλλο, όπως για παράδειγμα, ένα κύτταρο μολυσμένο από έναν ιό, και το οποίο με τη σειρά του οδηγεί στην παραγωγή, μέσα στο ζωντανό σύστημα, άλλων μορίων σηματοδότησης που αντικαθιστούν το αντιγόνο στην πρότερη σχέση του με το αντικείμενο.

Προς το παρόν, αυτός φαίνεται να είναι ο μόνος τρόπος προκειμένου, εκτός των μοριακών αλληλεπιδράσεων σε ένα μονοπάτι, να εξηγηθεί και η αναφορικότητά του, η οποία αποτελεί μια θεμελιώδη ιδιότητα στην περίπτωση που κανείς προσπαθεί να αποδείξει ότι η συγκεκριμένη διεργασία είναι μια διεργασία μορφοτροπής σήματος.



Σχήμα 36. Οι λειτουργίες του BCR στην ενεργοποίηση του B-κυττάρου. Έπειτα από τη σύνδεση του αντιγόνου (a), ο υποδοχέας του B-κυττάρου (BCR) αποτελεί ένασμα των μονοπατιών σηματοδότησης, τα οποία, (b) ρυθμίζουν, για παράδειγμα, την αντιγραφή των γονιδίων που σχετίζονται με την ενεργοποίηση του B-κυττάρου. Το BCR εσωτερικεύεται (c) και είτε εμπλέκεται σε άλλες χημικές αντιδράσεις (d) είτε δρομολογείται σε ένα ενδοκυτταρικό τμήμα (MHC) (e), όπου διαμορφώνονται τα διάφορα συμπλέγματα στα οποία περιέχονται τα αντιγόνα που έχουν δεσμευτεί από το BCR. Τα συμπλέγματα αυτά μεταφέρονται στην επιφάνεια του κυττάρου, όπου και αναγνωρίζονται από τον υποδοχέα του T-κυττάρου (TCR) των βοηθητικών T-κυττάρων (f), καταλήγοντας στην πρόκληση άλλων μονοπατιών σηματοδότησης. Το ενεργοποιημένο Tα-κύτταρο παρέχει 'βοήθεια' στο B-κύτταρο, καταλήγοντας στην πλήρη ενεργοποίηση του B-κυττάρου (h). Ig, immunoglobulin. (Από τον Pierce, 2002).

Στο Σχ. 37 παρουσιάζεται μια απεικόνιση των βασικών γεγονότων που λαμβάνουν χώρα κατά την ενεργοποίηση του συστήματος σηματοδότησης BCR. Στα αδρανή B-κύτταρα, το BCR παραλείπεται από τις περιοχές της μεμβράνης (lipid rafts) που συγκεντρώνει τον μορφοτροπέα *Lyn*. Στην απουσία αντιγόνου, το μονομερές BCR παρουσιάζει μια ασθενή έλξη με lipid rafts, αλλά η δέσμευση του αντιγόνου κάνει τα μόρια BCR να σχετίζονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα την αύξηση της χημικής έλξης για τις συγκεκριμένες περιοχές. Η σταθερή παραμονή σε αυτές τις περιοχές καταλήγει στη συσχέτιση με το *Lyn*, το οποίο τροφοδοτεί με φώσφορο το BCR, εκκινώντας αρκετά μονοπάτια σηματοδότησης. Στη συνέχεια του Σχ. 37 παρουσιάζεται μια άλλη κινάσα, που ονομάζεται *Syk*, και η οποία ξεκινάει μια από τις αλληλουχίες σηματοδότησης ως αποτέλεσμα την ενεργοποίησης του BCR.



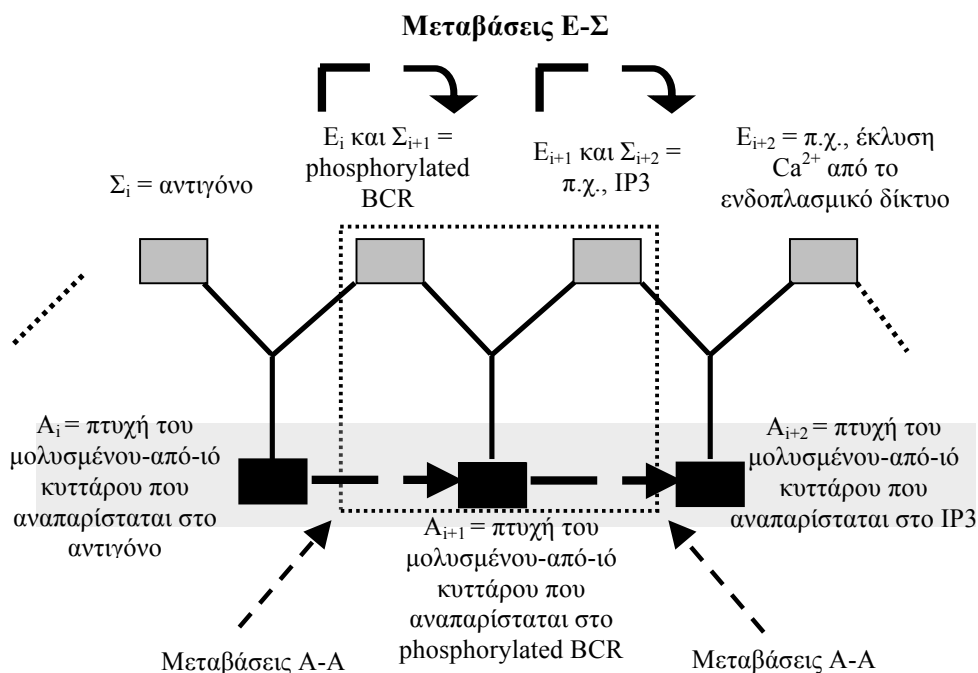
Σχήμα 37. Απεικόνιση των γεγονότων εκκίνησης στις αλληλουχίες μορφοτροπής σήματος που καταλήγουν στην ενεργοποίηση του B-κυττάρου (από τον Pierce, 2002).

Η παραγωγή ενός ερμηνευμένου μέσα στο B-κύτταρο, ως απάντηση στην δέσμευση του αντιγόνου στο mIg, ξεκινάει από το σχετιζόμενο-με-το-mIg Ig-α/Ig-β ετεροδιμερές, δηλαδή την υπομονάδα σηματοδότησης του BCR, η οποία συνδέει τον υποδοχέα με το *Lyn*, μέσω φωσφορολυτικών αντιδράσεων (*phosphorylation*). Η επεξεργασία σήματος εξαρτάται από την ενεργοποίηση διαφόρων πρωτεϊνών τύπου *tyrosine kinases* (PTKs) και πρωτεϊνών τύπου *tyrosine phosphatases* (PTPs). Στο κυτοπλασματικό τελείωμα τόσο των Ig-α όσο και των Ig-β πρωτεϊνών, υπάρχει ένας απρόσβλητος υποδοχέας που ενεργοποιείται μέσω *τυροζίνης* (*tyrosine*) (ITAM), ο οποίος αλληλεπιδρά με διαφορετικά στοιχεία σηματοδότησης και απαιτείται για τη σηματοδότηση. Ο ITAM έχει δύο τυροζίνες, οι οποίες μπορούν να τροφοδοτηθούν με φώσφορο και έτσι να ελέγξουν τον τρόπο συσχέτισής τους με άλλα στοιχεία σηματοδότησης (Reth & Wienands, 1997). Εν συνεχεία, η απομάκρυνση του φωσφόρου από του ITAM μέσω των PTPs μπορεί να αποκαταστήσει την αδρανή κατάσταση του BCR. Συνολικά, το ITAM παίζει ένα κρίσιμο ρόλο στα μονοπάτια σηματοδότησης που ξεκινούν μέσω της δέσμευσης του αντιγόνου στα αδρανή B-κύτταρα, λόγω του ότι αποτελούν το έναυσμα της απάντησης σηματοδότησης μέσω της σύζευξης του BCR με τα στοιχεία του μορφοτροπέα.

Ένα αντιγόνο θεωρείται ένα σημείο το οποίο αντιπροσωπεύει κάτι άλλο, όπως για παράδειγμα, ένα κύτταρο μολυσμένο από έναν ιό, και το BCR δρα ως ένα ερμηνευτικό σύστημα στη μεμβράνη του κυττάρου, το οποίο αποτελεί έναυσμα για διάφορες διεργασίες, μέσω των οποίων κάποια νέα σήματα (δηλαδή κάποια ερμηνευμένα) παράγονται μέσα στο B-κύτταρο. Σε αυτή την περίπτωση, το πρώτο ερμηνευμένο είναι η φωσφορούχος κατάσταση του BCR, η οποία θεωρείται ένα σημείο που αντιπροσωπεύει το μολυσμένο-από-ιό κύτταρο, όπως άλλωστε το τελευταίο αντιπροσωπεύεται από το ίδιο το αντιγόνο. Αυτό δημιουργεί μια καινούργια τριάδα, η

οποία συνδέεται με την προηγούμενη μέσω του διπλού ρόλου της φωσφορούχου κατάστασης του BCR, η οποία θεωρείται τόσο ως το ερμηνευμένο της πρώτης τριάδας όσο και το σημείο της δεύτερης.

Επομένως, εδώ παρατηρείται η μετάβαση E-Σ, μια από τις βασικές διεργασίες στην παραγωγή αλυσίδων από τριάδες. Όταν η μετάβαση E-Σ λάβει χώρα, οι πτυχές του μολυσμένου-από-ιό κυττάρου που αναπαρίστανται στο αντιγόνο (A_i), πλέον, αναπαρίστανται στην φωσφορούχο κατάσταση του BCR (A_{i+1}). Με άλλα λόγια, έπειτα από την μετάβαση E-Σ, λαμβάνει χώρα η μετάβαση A-A (Σχ. 38). Η μετάβαση αυτή καθιστά πιθανό το γεγονός βάσει του οποίου, η ίδια οντότητα ή διεργασία διατηρείται ως μια σταθερή αναφορά κατά τη διάρκεια όλων των διεργασιών σηματοδότησης, παρόλο τις διάφορες αλλαγές στην υλική βάση της σηματοδότησης, δηλαδή στα διάφορα σημεία που εμπλέκονται σε αυτή.



Σχήμα 38. Ένα μοντέλο ενός από τα μονοπάτια σηματοδότησης που ξεκινούν από το ενεργοποιημένο BCR ως μια αλυσίδα τριάδων. Θα πρέπει να σημειωθούν οι μεταβάσεις E-Σ και A-A. Η αναφορικότητα στο μονοπάτι σηματοδότησης μοντελοποιείται σε σχέση με τις μεταβάσεις A-A, οι οποίες εκφράζουν τον τρόπο με τον οποίο η αναφορά στην ίδια εξωτερική οντότητα ή διεργασία διατηρείται καθόλη την διεργασία σηματοδότησης. Οι μεταβάσεις A-A εξαρτώνται, με τη σειρά τους, στις μεταβάσεις E-Σ.

Βιοχημικά και γενετικά αποτελέσματα μελέτης έχουν δείξει ότι το *Syk* έχει ένα ρόλο κλειδί σε ένα καλά-ορισμένο μονοπάτι της ενεργοποίησης του B-κυττάρου, το οποίο σχετίζεται με την έκλυση Ca^{2+} από το ενδοπλασμικό δίκτυο (Reth & Wienands, 1997). Σε αυτή την περίπτωση, η δέσμευση του *Syk* στο φωσφορούχο BCR θέτει δυνατή τη συνέχιση μιας συγκεκριμένης ερμηνευτικής διεργασίας. Συγκεκριμένα, η ενεργοποίηση του *Syk* οδηγεί στην ενεργοποίηση ενός άλλου ενζύμου, της φωσφολιπάσης *Cy* (*PLC-γ*), η οποία δρα αποτελεσματικά, μετατρέποντας το phosphatidylinositol 4,5-biphosphate, ένα στοιχείο της μεμβράνης, σε δύο δευτερογενείς αγγελιοφόρους, τη διακυγλυκερόλη (diacylglycerol - DAG) και την τριφωσφορούχα ινοσιτόλη (inositol 1,4,5-triphosphate - IP3). Τα DAG και IP3 θεωρούνται ως τα τελευταία ερμηνευμένα στο μονοπάτι σηματοδότησης που διαχειρίζεται από το *Syk*, το οποίο αφορά σε μια περίπτωση εκτροπής των ενδοκυτταρικών σημάτων, η οποία και μοντελοποιείται στο συγκεκριμένο πλαίσιο μέσω της παραγωγής περισσότερων του ενός ερμηνευμένων από ένα μοναδικό σημείο, δηλαδή αυτό της φωσφορούχου κατάστασης του BCR.

Η DAG παραμένει επισυναπτόμενη στην εσωτερική μεριά της μεμβράνης του πλάσματος και κατά κάποιο τρόπο στρατολογεί και ενεργοποιεί την κυττασολική πρωτεϊνική κινάσα (cytosolic protein kinase) C (PKC). Το IP₃ συνδέεται στους υποδοχείς στο ενδοπλασματικό δίκτυο και προκαλεί την έκλυση των Ca²⁺ ιόντων. Η συγκεκριμένη έκλυση είναι ένα από τα τελικά ερμηνευμένα του μονοπατιού σηματοδότησης που διαχειρίζονται από το *Syk*. Ο αριθμός των διαφορετικών υποστρωμάτων PKC (για παράδειγμα, CD20, *c-Raf*, *IκB*) και ο πολύ-λειτουργικός ρόλος των Ca²⁺ ιόντων στον μεταβολισμό των κυττάρων δείχνουν ξεκάθαρα τον τρόπο με τον οποίο μια πρωτογενής απάντηση σε ένα σημείο μπορεί ευρύτατα να διαφοροποιηθεί από τα συστήματα σηματοδότησης του κυττάρου.

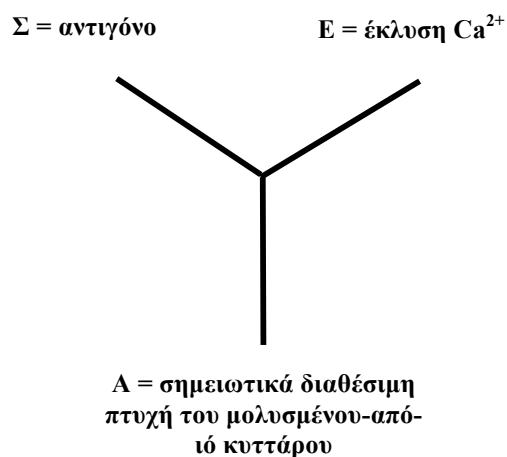
Σε αυτή τη φάση, τα DAG και IP₃ αντιπροσωπεύουν το μολυσμένο-από-ιό κύτταρο με τον ίδιο τρόπο που το αντιπροσώπευαν το αντιγόνο και η φωσφορούχος κατάσταση του BCR, διατηρώντας την αναφορά της διεργασίας σηματοδότησης μέσω των μεταβάσεων A-A. Για παράδειγμα, το IP₃ ενεργεί ως ένα σημείο σε μια επακόλουθη τριάδα και αποτελεί έναυσμα για την παραγωγή του τελικού ερμηνευμένου, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Υπό αυτή την οπτική, οι διαδοχικές μορφοτροπές σήματος μπορούν να μοντελοποιηθούν ως συγκεκριμένες σημειωτικές διεργασίες, οι οποίες, σύμφωνα με τον προτεινόμενο μοντέλο, ερμηνεύονται ως αλυσίδες τριάδων στο εστιακό επίπεδο, οι οποίες και υποδεικνύουν το ίδιο δυναμικό αντικείμενο καθόλη τη διάρκεια της διεργασίας σηματοδότησης.

Από μια συνολικότερη οπτική, το γενικό αποτέλεσμα της σημειωτικής διεργασίας που μοντελοποιήθηκε μπορεί να κατανοηθεί σε σχέση με μια τριάδα που περιέχει:

- i.* το αντιγόνο ως σημείο,
- ii.* το μολυσμένο-από-ιό κύτταρο στην σημειωτικά διαθέσιμη μορφή του (όπως αναπαρίσταται στην τρισδιάστατη μορφή του αντιγόνου) ως ένα άμεσο αντικείμενο και στην περίπτωση του μονοπατιού σηματοδότησης που μοντελοποιήθηκε παραπάνω,
- iii.* την έκλυση Ca²⁺ ως ερμηνευμένο (Σχ. 39).

Αυτή είναι μια δεικτική διεργασία σημείου (δείτε §5.3.7.2), εφόσον το αντιγόνο (ως σημείο) και το μολυσμένο-από-ιό κύτταρο (ως το αντικείμενο αυτού του σημείου) συνδέονται μέσω μια φυσικής (και μάλιστα αιτιώδους) συσχέτισης. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μοριακές αλληλεπιδράσεις καθόλη τη διάρκεια των μονοπατιών σηματοδότησης μέσα στο κύτταρο δεν θεωρούνται ως απλές χημικές αντιδράσεις, αλλά αποτελούν ένα σύνδεσμο σε μια τοπολογικά διοχετευμένη αλυσίδα, μέσω του οποίου συνδέονται οι μεμονωμένες ενζυματικές αντιδράσεις με την υπόλοιπη άλλο-αναφορική δραστηριότητα της μεμβράνης του B-κυττάρου (δείτε επίσης §5.3.4.4).

Αυτή η σημειωτική/αναφορική διάσταση δικαιολογείται όταν κανείς αποφασίσει να τη θεωρήσει στη χρονική οπτική της διεργασίας, η οποία εμφανίζεται μέσω της ψηφιακής μορφής της αναφορικής δραστηριότητας του συστήματος. Η τελευταία είναι λογικά συνδεδεμένη με την εξελικτική και μαθησιακή ιστορία της ενεργοποίησης του BCR συστήματος.



Σχήμα 39. Μια συνολική σημειωτική ανάλυση μιας σημειωτικής διεργασίας που ξεκινάει μέσω της δέσμευσης του αντιγόνου στο BCR.

7.3.5 Προς Καταλληλότερες Μοντελοποιήσεις των Αναφορικών Διεργασιών και Διεργασιών Σηματοδότησης στα Βιολογικά Συστήματα

Όπως τονίζουν οι Reth & Wienands (1997, σελ. 472), όταν αναφέρονται στα προβλήματα σχετικά με το πλήθος των δρόμων σηματοδότησης που ξεκινούν από το BCR και με τον τρόπο με τον οποίο τα σήματα επεξεργάζονται μέσα στο Β-κύτταρο, η απάντηση των ερωτήσεων αναφορικά με τα συστήματα σηματοδότησης απαιτεί την ανάπτυξη νέων εργαλείων. Συγκεκριμένα, αναφέρουν την απαίτηση για καλύτερους ορισμούς των στοιχείων σηματοδότησης και την ανάπτυξη υπολογιστικών μοντέλων των συστημάτων σηματοδότησης. Θα πρέπει να προστεθεί ότι εξίσου σημαντικό είναι να προσπαθήσει κανείς να απαντήσει σχετικά με τον τρόπο που μια αναφορά στο ίδιο εξωτερικό αντικείμενο, για π.χ. ένα μολυσμένο-από-ιό κύτταρο, διατηρείται στη διάρκεια των διαφόρων αλλαγών στις υλικές βάσεις της σηματοδότησης (δηλαδή στα διάφορα σημεία) στα κυτταρικά συστήματα. Η ερώτηση αυτή απαιτεί την ανάπτυξη μιας θεωρίας σημείων και σε αυτή τη φάση, η παρούσα εργασία σκοπεύει στο να δείξει ότι ένα σημαντικό μέρος του προτεινόμενου πλαισίου ανάδυσης του νοήματος στα αυτόνομα συστήματα μπορεί να προσφέρει ισχυρά θεμέλια για την ανάπτυξη μιας ξεκάθαρης και ουσιώδους αντιμετώπισης της αναφορικότητας στα μονοπάτια σηματοδότησης. Επιπροσθέτως, ένας σημαντικός στόχος της παρούσας διατριβής είναι η επίτευξη ενός επιπέδου κατανόησης των συστημάτων σηματοδότησης, που να επιτρέπει την σχεδίαση και ανάπτυξη μοντέλων με υπολογιστικά συστήματα για την αναπαράσταση λειτουργικών και σημειωτικών συνδέσεων των στοιχείων της σηματοδότησης, με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η προσομοίωση και πειραματισμός με τη συμπεριφορά του κυττάρου στην εμφάνιση έξω-κυτταρικών ερεθισμάτων.

Στην παρούσα εργασία υποστηρίζεται ότι η συστημικο-σημειωτική μοντελοποίηση είναι ένα απαραίτητο εργαλείο ισοδύναμο με τα λειτουργικά και μηχανιστικά μοντέλα των συστημάτων σηματοδότησης, δεδομένου ότι η διατήρηση της αναφορικότητας θεωρείται μια θεμελιώδης ιδιότητα της μορφοτροπής σήματος. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η εξήγηση του τρόπου με τον οποίο τα μόρια σηματοδότησης παίζουν τον ρόλο των σημείων που αντιπροσωπεύουν κάτι άλλο (και πάνω από όλα, για το ίδιο δυναμικό αντικείμενο) καθόλη τη διάρκεια του μονοπατιού σηματοδότησης. Προκειμένου να εξηγηθεί ο τρόπος με τον οποίο κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί, παρουσιάστηκε μια προσπάθεια μοντελοποίησης των μονοπατιών σηματοδότησης που διαχειρίζονται από το *Syk* στο σύστημα σηματοδότησης BCR ως αλυσίδες τριάδων στο εστιακό επίπεδο, οι οποίες εδραιώνονται μέσω μεταβάσεων *E-Σ* και *A-A*. Ειδικότερα, η μετάβαση *A-A*, η οποία έπεται της μετάβαση *E-Σ* στις αλυσίδες τριάδων εξηγεί την διατήρηση της αναφοράς καθόλη τη διάρκεια της επεξεργασίας σήματος.

Προκειμένου να τονιστεί η ανάγκη της συστημικο-σημειωτικής μοντελοποίησης των διεργασιών σηματοδότησης, θα μπορούσε κανείς να ρωτήσει το λόγο για τον οποίο μόρια όπως η DAG και το IP3 μπορούν να ονομαστούν ως ‘δευτερογενείς αγγελιοφόροι’. Δηλαδή, θα πρέπει κανείς να αναρωτηθεί σχετικά με την (οντολογική αλλά και την επιστημική) φύση του μηνύματος και τον τρόπο με τον οποίο διατηρείται μέσα σε αυτά τα μόρια. Το μήνυμα αναφέρεται στην παρουσία μιας ‘ξένης’ οντότητας μέσα στον οργανισμό. Το πρόβλημα είναι ο εντοπισμός του τρόπου με τον οποίο η αναφορά σε μια τέτοιου είδους οντότητα διατηρείται στα διάφορα μηνύματα. Προκειμένου να μοντελοποιηθεί η εν λόγω διατήρηση με επιτυχία, θα πρέπει κανείς να δοκιμάσει μοντέλα που πάνε πέρα από τις δυαδικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων και των υποστρωμάτων τους και να αναπτύξει ένα τριαδικό συστημικο-σημειωτικό μοντέλο, το οποίο να είναι σε θέση να παρουσιάσει τον τρόπο με τον οποίο, η αναφορά σε μια ξένη για τον οργανισμό οντότητα που βρίσκεται εξωτερικά του κυττάρου διατηρείται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των σήματων μέσα στο κύτταρο. Η συστημικο-σημειωτική ανάλυση επιτρέπει στον μελετητή να κινηθεί πέρα από τη μεταφορική χρήση της έκφρασης ‘δευτερογενής αγγελιοφόρος’. Στη

συγκεκριμένη περίπτωση τα DAG και IP3 αποκαλούνται ως δευτερογενείς αγγελιοφόροι επειδή θεωρούνται τα ερμηνευμένα που παράγονται ως το αποτέλεσμα της επεξεργασίας ενός έξω-κυτταρικού σημείου (ένας πρωτογενής αγγελιοφόρος), δηλαδή ένα αντιγόνο. Εν συνεχεία, οι μεταβάσεις $A-A$ στις αλυσίδες των τριάδων που αντιστοιχούν στα μονοπάτια σηματοδότησης που διαχειρίζονται από το Syk δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο η αναφορά στο μολυσμένο-από-ιό κύτταρο διατηρείται, ενώ οι υλικές βάσεις του μηνύματος, δηλαδή τα σημεία, μεταβάλλονται καθόλη τη διάρκεια της διεργασίας.

Η αποδοχή, επεξεργασία και ερμηνεία των σημείων στα ζωντανά συστήματα χαρακτηρίζεται από την κανονιστική και έννομη φύση των αντίστοιχων διεργασιών. Ειδικότερα, οι διεργασίες αυτές ακολουθούν συνήθειες που έχουν αποκτηθεί από τα ζωντανά συστήματα μέσω της εξέλιξης και της ανάπτυξής τους. Μία από τις κύριες ιδιότητες των διεργασιών που βασίζονται στις συνήθειες είναι ότι διέπονται από μια τελεολογική φύση, δηλαδή το βασικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι τείνουν να κατευθύνονται προς μια επιθυμητή 'τελική' κατάσταση, προς ένα σκοπό (δείτε §5.1.6, §5.3.6 και §6.3.1). Το τελικό ερμηνευμένο σε μια σημειωτική διεργασία αντιστοιχεί στην επιθυμητή τελική κατάσταση της διεργασίας, η οποία ισοδυναμεί με την προδιάθεση να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη κατάσταση όταν σκανδαλίζεται μια συγκεκριμένη αλυσίδα τριάδων, αλλά από την άλλη, η εν λόγω κατάσταση δεν προσδιορίζεται ή περιορίζεται προκειμένου να συμβεί, εφόσον άλλες τελικές καταστάσεις μπορούν να ακολουθήσουν από την ίδια σημειωτική διεργασία, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση παρερμηνείας. Σε ένα μονοπάτι σηματοδότησης, τυπικά, η ερμηνεία οδηγεί σε μια δράση που εκτελείται από μια συγκεκριμένη οντότητα, όπως αυτή της φωσφολιπάσης Cy , σε απάντηση της επεξεργασίας ενός σημείου σε ένα μονοπάτι σηματοδότησης. Αυτή η ενέργεια ευρύνεται από την κυττοσκελετική (cytoskeletal) αναδιοργάνωση στην αλλαγή των προτύπων της έκφρασης των γονιδίων, μέχρι την έκλυση κάποιας ουσίας, όπως παρουσιάστηκε στην ανάλυση του ρόλου του PLC- γ στο σύστημα σηματοδότησης BCR.

Συνολικότερα, υποστηρίζεται ότι, η συστημικο-σημειωτική μοντελοποίηση του συστήματος σηματοδότησης BCR που παρουσιάστηκε σε αυτό το κεφάλαιο, δείχνει τον τρόπο με τον οποίο η συστημικο-σημειωτική προσέγγιση της βιοσημειωτικής επιτρέπει την προώθηση της κατασκευής μοντέλων αναφορικά με πληροφοριακές και επικοινωνιακές διεργασίες στα ζωντανά συστήματα, όπως αυτή της σηματοδότησης. Αυτός είναι ένας πλέον σχετικός στόχος στη σύγχρονη βιολογία, η οποία έχει περιγραφεί ως ακόμη μία 'πληροφοριακή επιστήμη' (δείτε εισαγωγή της §7.3), αλλά δεν έχει ένα θεωρητικό πλαίσιο για τη μεταφορά των όρων όπως 'πληροφορία', 'κώδικας', 'σηματοδότηση', κτλ. πέρα από την απλή μεταφορική τους χρήση (δείτε για π.χ. Emmeche & Hoffmeyer, 1991; Griffiths, 2001; Jablonka, 2002; Jablonka & Lamb, 2005; El-Hani, Queiroz & Emmeche, 2006).

7.4 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο επιχειρήθηκε η ανάλυση και η μοντελοποίηση των λειτουργικών πτυχών της σηματοδότησης (signaling) και των αντίστοιχων δίδων (pathways) ενεργοποίησης του υποσυστήματος BCR του ανοσοποιητικού συστήματος, βάσει ενός μέρους του συστημικο-σημειωτικού μοντέλου ανάπτυξης του νοήματος και της αυτονομίας.

Στο πρώτο μέρος παρουσιάστηκε η μέχρι τώρα σχέση μεταξύ των γονιδίων και της έννοιας της πληροφορίας, η οποία περιορίζεται στη συντακτική διάσταση της τελευταίας. Η προσέγγιση αυτή δεν επαρκεί για την κατανόηση της έννοιας της πληροφορίας στη βιολογία, ενώ παράλληλα εισάγει ένα σημαντικό αριθμό προβλημάτων, τα οποία αγνοούν κυρίως την πραγματική (σημειωτική/ερμηνευτική – αναφορική) διάσταση των αυτόνομων βιολογικών (υπο) συστημάτων.

Στο δεύτερο μέρος συζητείται η αναγκαιότητα της περαιτέρω διαλεύκανσης της έννοιας της πληροφορίας στη βιολογία, καθώς και ανάγκη εισαγωγής και ανάπτυξης καινούργιων εννοιολογικών και μεθοδολογικών πλαισίων για την μοντελοποίηση και υποστήριξη της

ανάδυσης σημειωτικών διεργασιών αλληλεπίδρασης μεταξύ των βιολογικών συστημάτων και των περιβαλλόντων τους.

Στο τρίτο μέρος επιχειρείται, βάσει του προτεινόμενου πλαισίου ανάδυσης του νοήματος στα αυτόνομα συστήματα, η εδραίωση ενός θεωρητικού-λειτουργικού πλαισίου που θα υποδεικνύει την προέλευση, και θα εξηγεί την απόδοση, του νοήματος στις πολύπλοκες δράσεις των μορίων και των κυττάρων. Επιπροσθέτως, προτείνεται ένα λειτουργικό μοντέλο των διόδων σηματοδότησης, με σκοπό τη βαθύτερη κατανόηση και την καλύτερη εξήγηση των αναφορικών (σημασιολογικών/πραγματικών) λειτουργιών των μορίων σηματοδότησης. Σε αυτή την περίπτωση δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη σημειωτική διάσταση των ζωντανών οργανισμών, η οποία έχει αρχίσει να αναδεικνύεται την τελευταία δεκαετία μέσα από τη γενικότερη επιστημονική περιοχή της βιοσημειωτικής (biosemiotics).

8 - Σχεδιάζοντας Αναπαραστασιακά Αυτόνομους Τεχνητούς Πράκτορες

8.1 Σχεδίαση Ολοκληρωμένων Τεχνητών Πρακτόρων και όχι Επιμέρους Στοιχείων Ευφυΐας

Η ανάλυση και μοντελοποίηση της δημιουργίας και εξέλιξης ενός αυτόνομου πράκτορα και των γνωστικών του ικανοτήτων, όπως παρουσιάστηκε στο Κεφ. 5, αλλά και οι αναλυτικές περιγραφές των υπόλοιπων πλαισίων (δείτε Κεφ. 2 και Κεφ. 3), ανέδειξαν την πολυπλοκότητα που διέπει το φαινόμενο της νόησης και κατ' επέκταση, της ανάδυσης του νοήματος. Ειδικότερα, η νατουραλιστική και αναδύομενη φύση της γνωστικής διεργασίας δεν επιδέχεται καταμερισμό σε απλούστερα προβλήματα ή/και μελέτη μεμονωμένων περιπτώσεων της γνωστικής δραστηριότητας. Παρόλα αυτά, στη σχεδίαση τεχνητών γνωστικών πρακτόρων, το φαινόμενο της διάσπασης του προβλήματος σε μικρότερα, απλούστερα προβλήματα, είναι ιδιαίτερα σύνηθες. Ωστόσο, η έννοια του 'απλούστερου προβλήματος' ερμηνεύεται σε συνάρτηση με το γνωστικό πλαίσιο στο οποίο βασίζεται η σχεδίαση.

Πιο συγκεκριμένα, η έννοια του 'απλούστερου προβλήματος' είναι εντελώς διαφορετική μεταξύ του δυναμικού αυτό-οργανωτικού πλαισίου και του κλασσικού κογνιτιβιστικού πλαισίου. Το τελευταίο καταφεύγει πολύ συχνά στη μελέτη και σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων που προορίζονται να χρησιμοποιηθούν σε μικρόκοσμοι, σε περιορισμένες περιοχές γνώσης και σε πολύ συγκεκριμένες δράσεις (π.χ. σύστημα που παίζει σκάκι). Τα προαναφερθέντα κατατάσσονται ως 'απλούστερα προβλήματα' υπό την έννοια ότι εξ ορισμού, δεν αναφέρονται σε όλο το εύρος των υποτιθέμενων κανόνων αποθήκευσης και επεξεργασίας των συμβόλων, στο οποίο υποτίθεται ότι επιδίδεται μια πλήρως ευφυή οντότητα. Αντιθέτως, οι εν λόγω απλουστεύσεις αντιπροσωπεύουν επί μέρους περιπτώσεις ευφυΐας, συμβολικής επεξεργασίας, υπό την έννοια ότι ενέχουν ένα μέρος του συνόλου της συμβολικής περιοχής και ένα μέρος των κανόνων διαχείρισης των συμβόλων της περιοχής αυτής.

Οι συγκεκριμένες περιπτώσεις συστημάτων δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως πράκτορες, σχεδόν υπό καμία έννοια του όρου (Kampis, 2002). Αυτές οι προσεγγίσεις, κατά κάποιο τρόπο, κόβουν τη φύση στους διάφορους συνδέσμους της (συγκεκριμένα, συνδέσμους περιοχών κωδικοποίησης συμβόλων), αλλά, βάσει της ανάλυσης που προηγήθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, η ευφυΐα ενός πράκτορα δεν μπορεί να κατανοηθεί αποσυνδεδεμένη από την αυτονομία του και την ικανότητα προσαρμογής του στο περιβάλλον. Επομένως, οι κογνιτιβιστικές, συμβολικές και υπολογιστικές προσεγγίσεις, αγνοούν και παραλείπουν τους φυσικούς συνδέσμους της ευφυΐας και γενικότερα, της γνωστικής διεργασίας. Όπως πολύ χαρακτηριστικά αναφέρουν οι Bickhard & Terveen (1995), αυτές οι προσεγγίσεις παίρνουν ένα πριόνι και διαχωρίζουν το σπίτι της νόησης επιλέγοντας ένα υπνοδωμάτιο μαζί με την κουζίνα και μερικές καρέκλες από το καθιστικό και στη συνέχεια τα συνδυάζουν μεταξύ τους με σκοπό να καταλάβουν την έννοια του σπιτιού. Θα πρέπει να είναι πλέον προφανές ότι αυτός δεν είναι ο καταλληλότερος τρόπος για να κατανοήσει κανείς τη φύση της γνωστικής διεργασίας.

Αντιθέτως, μέσα από το πρίσμα της αυτό-οργάνωσης, 'απλούστερα προβλήματα' σημαίνει απλούστερες εκδοχές αυτόνομων και προσαρμοστικών πρακτόρων. Σε αυτή την περίπτωση δεν προτείνεται το κόψιμο στη μέση των δυναμικών της αλληλεπίδρασης, αλλά ο διαχωρισμός σε απλούστερες εκδοχές και εκφάνσεις αυτών των δυναμικών. Μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις σχεδίασης και μελέτης της αυτόνομης και προσαρμοστικής συμπεριφοράς των τεχνητών πρακτόρων είναι οι ερευνητικές εργασίες των Brooks (1991b; 1991c; 1991d; 1997), Beer (1995b), Beer & Chiel (1997), Maes (1993; 1994), Cangelosi, Greco & Harnad (2000; 2002), Cangelosi & Harnad (2001). Ο τελικός σκοπός των συγκεκριμένων προσπαθειών δεν είναι η σχεδίαση και κατασκευή ενός τεχνητού πράκτορα που να μιμείται σε μεγάλο βαθμό τις

δραστηριότητες ενός ανθρώπου. Κάτι τέτοιο θα απαιτούσε την εκ του μηδενός σχεδίαση και υλοποίηση των εξαιρετικά πολύπλοκων διεργασιών της ζωής και της νόησης σε συνδυασμό με την εξέλιξη και την προσαρμογή του τεχνητού γνωστικού πράκτορα.

Αντιθέτως, ο σκοπός των προαναφερθέντων ερευνητικών εργασιών είναι η σχεδίαση και ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου τεχνητού πράκτορα, υπό την έννοια ότι θα υποστηρίζει, σε ικανοποιητικό βαθμό το σύνολο των θεμελιωδών και χαρακτηριστικών ιδιοτήτων της γνωστικής διεργασίας, διατηρώντας τη συστημικότητα της φύσης τους και αναδεικνύοντας την εξελικτική και προσαρμοστική τους διάσταση, σε διάφορους τύπους δυναμικά μεταβαλλόμενων περιβαλλόντων. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί, η σχεδίαση και υλοποίηση ενός τεχνητού πράκτορα που θα πλησιάζει σε μεγάλο βαθμό τις γνωστικές ικανότητες των φυσικών/βιολογικών πρακτόρων, να αργήσει, αλλά το συγκεκριμένο 'ταξίδι' θα δώσει ιδιαίτερες σημαντικές απαντήσεις σε ποικίλα και δύσκολα ερωτήματα αναφορικά με τη φύση της γνωστικής διεργασίας ή/και των χαρακτηριστικών της ιδιοτήτων, ανατροφοδοτώντας και ενισχύοντας τα αντίστοιχα θεωρητικά πλαίσια και μοντέλα.

Εξάλλου, κανείς δεν μπορεί να ισχυριστεί ότι υπάρχει το απόλυτο πλαίσιο ανάλυσης και πλήρους εξήγησης της ανάδυσης του νοήματος κατά τη γνωστική διεργασία, βάσει του οποίου θα σχεδιαστεί και θα κατασκευαστεί ο απόλυτος τεχνητός πράκτορας. Τέλος, όπως αναλυτικά εξηγήθηκε στα Κεφ. 4 και Κεφ. 5, η νόηση είναι ένα εξελικτικό φαινόμενο το οποίο δεν επιδέχεται μια 'εκ των έσω' και από-κάτω-προς-επάνω προσέγγιση στη μελέτη και ανάλυσή της.

8.2 ΠΠ και ΠΑΣ Καλούνε για Αναπαραστασιακή Αυτονομία

Ανεξαρτήτως της κλίμακας που θα επιλεγεί για τη σχεδίαση και ανάπτυξη τεχνητών πρακτόρων, το θεμελιώδες πρόβλημα που συναντούν οι διάφορες προσεγγίσεις είναι το ΠΠ (δείτε §2.5.2). Το ΠΠ προκύπτει όταν αναγνωρίζεται η αδυναμία του εκ των προτέρων προσδιορισμού της ύπαρξης ή απουσίας συνάφειας/σχετικότητας μεταξύ μιας δράσης και των πολυάριθμων αντικειμένων και καταστάσεων πραγμάτων του περιβάλλοντος. Αναλυτικότερα, η συνάφεια της μετακίνησης μιας καρέκλας από ένα δωμάτιο σε ένα άλλο, με άλλες καταστάσεις πραγμάτων, μπορεί πρακτικά να γεννήσει άπειρα ερωτήματα που άπτονται του ΠΠ. Για παράδειγμα, μπορεί κανείς να αναρωτηθεί αν θα αλλάξει το χρώμα της καρέκλας κατά την μετακίνηση και να αποφανθεί ότι το χρώμα δεν θα αλλάξει εκτός εάν υπάρχει ένα σύστημα αυτόματης βαφής στη διαδρομή που θα επιλέξει για να μετακινήσει την καρέκλα. Μπορεί κανείς επίσης να αναρωτηθεί εάν μαζί με τη συγκεκριμένη καρέκλα μετακινηθούν και οι υπόλοιπες καρέκλες, και να αποφανθεί ότι αυτό δεν θα γίνει εκτός εάν οι καρέκλες είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους.

Επίσης, θα μπορούσε κάποιος να αναρωτηθεί εάν θα ανατιναχτεί ολόκληρο το σπίτι κατά την μετακίνηση της καρέκλας και να αποφανθεί ότι αυτό δεν είναι δυνατόν, εκτός εάν υπάρχει ένας διακόπτης πίεσης κάτω από τη συγκεκριμένη καρέκλα και ο οποίος διακόπτης είναι συνδεδεμένος με τον εκपुरσοκροτητή μιας βόμβας, η οποία είναι εγκατεστημένη σε απόσταση από το σπίτι που να είναι μέσα στην εμβέλεια δράσης της. Είναι φανερό ότι τα παραδείγματα δεν έχουν τέλος. Είναι επίσης φανερό ότι η οποιαδήποτε προσπάθεια εν των προτέρων αναπαράστασης όλων των σχετικών συναφειών ή ανεξαρτησιών είναι πρακτικά, αδύνατη. Κάθε προσπάθεια πραγματοποίησης του συγκεκριμένου προσδιορισμού για ένα συγκεκριμένο σύστημα, σκοντάφτει στα πλαίσια δράσης της κατασκευαστικής και εξελικτικής ιστορίας του συστήματος. Παρόλα αυτά, οι διάφοροι γνωστικοί πράκτορες εμπλέκονται σε τέτοιες διεργασίες καθημερινά.

Όπως εξηγήθηκε στην §2.5.1.1 το ΠΠ είναι πλέον ένα σύνολο προβλημάτων που εμφανίζονται όταν κανείς προσπαθήσει να προσδιορίσει τον τρόπο και τον χρόνο διεξαγωγής των παραπάνω ερωτήσεων σε σχέση με τις λειτουργίες και τη δράση του τεχνητού πράκτορα. Το ΠΠ αποτελεί τη βασική ένσταση της ΕΓΔ και της ΘΔΣ (δείτε §3.3.5 και §4.2.2 αντιστοίχως, αλλά και §4.3.1.3 και §4.3.2) στο κογνιτιβιστικό πλαίσιο. Αρχικά, η απάντηση των υποστηρικτών του τελευταίου είναι ότι:

«κανένα πραγματικό και εφαρμοσμένο πρόγραμμα της ΤΝ δεν το έχει απασχολήσει το πρόβλημα πλαισίου.» (McDermott, 1987, σελ. 116).

Αυτό αληθεύει εφόσον τα κογνιτιβιστικά μοντέλα επιλέγουν ένα στατικό πλαίσιο δράσης του συστήματος που σχεδιάζουν, μέσα στο οποίο περιορίζουν τη δράση του τεχνητού πράκτορα. Το αποτέλεσμα είναι ότι αποδέχονται τους γενικότερους περιορισμούς που θέτει η αποκλειστική εξάρτηση από το πλαίσιο δράσης στην απόδοση του πράκτορα. Ωστόσο, ο McDermott δεν αγνοεί το ΠΠ, αλλά προσπαθεί να το παρακάμψει. Συγκεκριμένα λέει ότι:

«Η μόνη πρακτική λύση στο πρόβλημα της πρόβλεψης (εννοώντας των συνεπειών του πράκτορα) είναι η επιλογή ενός μοντέλου της όλης κατάστασης και η χρήση του για την διεξαγωγή συμπερασμάτων. ... Κάθε μοντέλο πρέπει να παραλείπει αρκετά από αυτά που πρόκειται πραγματικά να συμβούν, όπως για παράδειγμα, τη μοίρα του νερού της αποχέτευσης, η την κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος. Έτσι, ο οποιοσδήποτε πραγματικός κατασκευαστής συμπερασμάτων, πάντα θα τείνει να παραβλέπει εν δυνάμει χρήσιμα συμπεράσματα. Σπάνια, θα επιλέγεται ένα πολύ λεπτομερές μοντέλο, από το οποίο θα γίνονται πολλές εξαγωγές συμπεράσματος. Προφανώς, υπάρχουν πολλές ενδιαφέρουσες τεχνικές ερωτήσεις σχετικά με τον τρόπο επιλογής του σωστού μοντέλου και του τρόπου με τον οποίο έχει αποφασιστεί η διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων. Αλλά δεν υπάρχει καμία ενδιαφέρουσα ερώτηση σχετικά με τον τρόπο αποφυγής της παραγωγής ενός άπειρου αριθμού, άσχετων με το εκάστοτε πρόβλημα, συμπερασμάτων.» (McDermott, 1987, σελ. 119).

Με άλλα λόγια, από τη στιγμή που κανείς θα αποφασίσει ποιο είναι το κατάλληλο μοντέλο, το ΠΠ πρακτικά εξαφανίζεται. Αυτό φαίνεται να ισχύει, αλλά η όλη κατάσταση έχει μείνει τώρα στο δύσκολο μέρος του προβλήματος, δηλαδή στην εύρεση του κατάλληλου μοντέλου. Η απάντηση της προσέγγισης των δυναμικών συστημάτων και της ΕΓΔ είναι ότι τα εν λόγω πλαίσια εξ ορισμού προσφέρουν μια λύση στον τρόπο με τον οποίο ταυτόχρονα και από-κάτω-προς-επάνω περιορίζουν τα ίδια τα μοντέλα και την επιλογή του πράκτορα αναφορικά με αυτά. Όπως αναφέρθηκε στην §4.3.1.3, τα μοντέλα της ΕΓΔ δεν χρησιμοποιούν αναπαραστάσεις (ή τουλάχιστον έτσι διατείνονται οι σχεδιαστές τους), αλλά στην §4.3.2 παρουσιάστηκε η αναπαραστασιακή τελικά φύση των οποιονδήποτε εσωτερικών κατασκευασμάτων που οδηγούν τη συμπεριφορά του συστήματος. Έτσι, θα μπορούσε κανείς να πει ότι, αν ποτέ ένας δυναμικά ενσωματωμένος τεχνητός πράκτορας χρησιμοποιήσει αναπαραστάσεις, αυτές θα είναι εξ ορισμού θεμελιωμένες στη λειτουργικότητά του και αναδυόμενες μέσω της ενσωματωμένης αλληλεπίδρασής του.

Σε αυτή την περίπτωση, η αντίστοιχη προσέγγιση της ΕΓΔ θα ικανοποιούσε όλους τους περιορισμούς που θέτει μια λύση του ΠΠ. Βέβαια, αυτό από μόνο του δεν λύνει το πρόβλημα, παρά μόνο σημαίνει ότι μια αντίστοιχη προσέγγιση δεν μπορεί να θεωρηθεί εκ των προτέρων αποτυχημένη. Όπως υποστηρίζουν οι Anderson (2003a; 2003b) και Chrisley (2003), σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν αρκετές και δύσκολες ερωτήσεις προς απάντηση, όπως, ο τρόπος με τον οποίο οι αναπαραστάσεις παράγονται από τις αντιληπτικές δράσεις, ο τρόπος με τον οποίο οι αναπαραστάσεις σχετίζονται με την εκάστοτε πράξη, και ο τρόπος με τον οποίο ο πράκτορας είναι σε θέση να συμπερασματολογήσει βασισμένος σε αυτού του είδους τις ενσωματωμένες αναπαραστάσεις. Με άλλο λόγια, το ΠΠ, προς το παρόν, ανάγεται στο ΠΑΣ (δείτε §2.5.1) και γενικότερα, στο πρόβλημα της αναζήτησης τρόπων δημιουργίας, μετατροπής και εξέλιξης των αναπαραστάσεων ενδογενώς ενός δυναμικά ενσωματωμένου και αλληλεπιδραστικού συστήματος.

Βάσει των όσων υποστηρίχτηκαν στο Κεφ. 4, η απάντηση στο παραπάνω πρόβλημα δεν μπορεί να δοθεί ούτε από τα κογνιτιβιστικά ή τα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια, αλλά ούτε από τα πλαίσια της ΕΓΔ, εφόσον, τα τελευταία δεν κάνουν χρήση των αναπαραστάσεων. Η απάντηση θα πρέπει να αναζητηθεί στις ποικίλες πτυχές του πλαισίου που προτάθηκε στο Κεφ. 5, στο οποίο υποστηρίχτηκε η θεωρητική εδραίωση της ανάδυσης ενσωματωμένων αναπαραστάσεων κατά την αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον. Επιπροσθέτως, λαμβάνοντας κανείς

υπόψη τα αποτελέσματα της ανάλυσης και του μοντέλου που προτάθηκε στο Κεφ. 6 σχετικά με τη μοντελοποίηση της σχεδιαστικής διεργασίας, αλλά και τις προϋποθέσεις για τη νατουραλιστική ανάδυση της δημιουργικότητας στους ένσκοπους πράκτορες, μπορεί να φτάσει σε αρκετά χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με τη σχεδίαση ολοκληρωμένων τεχνητών πρακτόρων.

Συγκεκριμένα, η ικανότητα εμπλοκής ενός πράκτορα σε δημιουργικές διεργασίες σχεδίασης φαίνεται να είναι ο απώτατος σκοπός ενός γνωστικού συστήματος, ο οποίος φυσικά απαιτεί ιδιαίτερα εξελιγμένες γνωστικές ικανότητες (δείτε §5.3.6 και ειδικότερα §5.3.6.3). Βάσει των όσων σημειώθηκαν στην §8.1, η σχεδίαση και ανάπτυξη ενός τεχνητού πράκτορα που θα έχει την ικανότητα να σχεδιάζει και να εμφανίζει δημιουργικότητα κατά την εμπλοκή του στη σχεδιαστική διεργασία με άλλα γνωστικά συστήματα, δεν είναι δυνατή, και μάλιστα, προς το παρόν, θα έλεγε κανείς ότι είναι πρακτικά ουτοπική.

Ωστόσο, οι θεωρητικές προϋποθέσεις για την ανάδυση της δημιουργικότητας παρέχουν σημαντικά στοιχεία των ικανοτήτων και των ιδιοτήτων που οφείλει να έχει ένας τεχνητός σχεδιαστικός πράκτορας προκειμένου να θεωρηθεί ως δημιουργικός. Μια προσεκτική αντιπαράθεση των προϋποθέσεων για δημιουργικότητα και του συνολικότερου πλαισίου που προτάθηκε στο Κεφ. 5 δείχνει ότι *η βασική απαίτηση για τη σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων που θα μπορούν να προσαρμοστούν στα διαρκώς μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα με τα οποία αλληλεπιδρούν, μέσα από δημιουργικές σχεδιαστικές πράξεις (οποιασδήποτε κλίμακας) απαιτεί την εμφάνιση ενός είδους λειτουργικότητας το οποίο, πρωτίστως, θα υποστηρίξει την αναπαραστασιακή αυτονομία του πράκτορα.*

Η αναπαραστασιακή αυτονομία θα προσδώσει στον πράκτορα το ανάλογο περιεχόμενο, βάσει του οποίου θα μπορέσει να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον, με τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρήσει την λειτουργική του αυτονομία. Με άλλα λόγια, και πάντοτε σε απόλυτη συμφωνία με το πλαίσιο του Κεφ. 5, ο βαθμός της αυτονομίας του τεχνητού πράκτορα εξαρτάται από το είδος των αναπαραστάσεων και το περιεχόμενό τους, το οποίο οδηγεί τη λειτουργικότητα του πράκτορα σε επιτυχημένες αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον του. Ειδικότερα, αυτό που προτείνεται είναι ότι η κεντρική απαίτηση για γνήσια αναδυόμενες αναπαραστάσεις από τον τεχνητό πράκτορα, απαιτεί την αναπαραστασιακή αυτονομία του τελευταίου, η οποία θα πρέπει τόσο να μοντελοποιείται όσο και να αναδύεται από τη λειτουργική αυτονομία του συστήματος, όπως και στην περίπτωση των ζωντανών συστημάτων (δείτε Κεφ. 5).

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι αν και το επίπεδο βασικής αυτονομίας του πλαισίου που προτάθηκε στο Κεφ. 5 αξιώνει το χημικό (δείτε §5.3.1.2) υπόστρωμα, και στη συνέχεια, για την εξέλιξη της αυτονομίας του συστήματος, το βιολογικό υπόστρωμα του πράκτορα (δείτε §5.3.3 και §5.3.4), αυτό δεν αποκλείει την πιθανότητα ανάδυσης αυτονομίας και ειδικότερα, αναπαραστασιακής αυτονομίας στα τεχνητά/υπολογιστικά περιβάλλοντα, αλλά συνεπάγεται την ανάδυση αυτονομίας *σε βαθμό ανάλογο του υποστρώματος της ενσωμάτωσης* του εκάστοτε συστήματος (§4.2.3), καθώς επίσης, συνεπάγεται την επίτευξη του αναλογικά μεγαλύτερου δυνατού βαθμού αυτονομίας, στην περίπτωση που το εκάστοτε σύστημα αντίστοιχα υποστηρίζει/υλοποιήσει όλα τα κομβικά σημεία του κάθε επιπέδου του προτεινόμενου πλαισίου.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, γίνεται μια προσπάθεια αξιολόγησης των βασικότερων προσεγγίσεων της ΕΓΔ να κατασκευάσουν ολοκληρωμένους, ως προς την αναπαραστασιακή τους αυτονομία, τεχνητούς πράκτορες. Οι περισσότερες των προσπαθειών στοχεύουν, όπως άλλωστε είναι αναμενόμενο, στην επίλυση του γενικότερου ΠΑΣ, δηλαδή στο *πρόβλημα θεμελίωσης (grounding problem)* (Ziemke, 1999; Coradeschi & Saffioti, 2003; Taddeo & Floridi, 2005) (από εδώ και στο εξής ΠΘ) το οποίο αναφέρεται στην εύρεση τρόπων για την αιτιώδη σύνδεση ενός τεχνητού πράκτορα με το περιβάλλον του, έτσι ώστε η συμπεριφορά του, καθώς επίσης οι μηχανισμοί που υποστηρίζουν τη λειτουργικότητά του, τις αναπαραστάσεις του, κτλ. να μπορούν να έχουν ενδογενή σημαντικότητα για τον πράκτορα και να μην εξαρτώνται από τον σχεδιαστή του.

8.3 Αναπαραστασιακή Αυτονομία στους Ενσωματωμένους Τεχνητούς Πράκτορες

8.3.1 Αναπαραστασιακή Αυτονομία Μέσω Φυσικής Θεμελίωσης και Θεμελίωσης της Συμπεριφοράς

Οι ρομποτικοί πράκτορες, όντας δεσμευμένοι στις αντίστοιχες μηχανές και όχι στα διάφορα υπολογιστικά προγράμματα, έδωσαν έμφαση στον υψηλό βαθμό ενσωμάτωσης και στη φυσική σύνδεση και θεμελίωση των λειτουργιών τους, λόγω του ότι ήταν φυσικά συνδεδεμένοι με τα περιβάλλοντά τους μέσω αισθητήρων και ενεργοποιητών κίνησης (Brooks, 1993). Ωστόσο, η *φυσική θεμελίωση* (*physical grounding*) προσφέρει μόνο έναν τρόπο σύνδεσης ενός πράκτορα με το περιβάλλον του. Από μόνη της δεν μπορεί να θεμελιώσει τη συμπεριφορά του πράκτορα στους εσωτερικούς μηχανισμούς του (Sharkey & Ziemke, 1998; Rylatt & Czarnecki, 1998).

Σε αντίθεση με την ύπαρξη κεντρικού ελεγκτή και την κεντρική μοντελοποίηση των κογνιτιστικών συστημάτων, τα ενσωματωμένα ρομποτικά συστήματα αποτελούνται συνήθως από ένα σημαντικό αριθμό υποσυστημάτων συμπεριφοράς ή διαφόρων συστατικών που λειτουργούν παράλληλα και από την αλληλεπίδραση των οποίων αναδύεται η συνολική συμπεριφορά του συστήματος. Έτσι, κάθε ένα από τα υποσυστήματα (καθώς επίσης και το συνολικό σύστημα) μπορεί να θεωρηθεί ως μορφοτροπέας αισθητηριακής εισόδου σε κινητική έξοδο, με σχετικά άμεσο τρόπο, δηλαδή χωρίς την διαμεσολάβηση εσωτερικών μοντέλων του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με αυτό, δεν υπάρχουν παραδοσιακές αναπαραστάσεις αλλά η συμπεριφορά του ρομποτικού πράκτορα που πρέπει να θεμελιωθεί στο περιβάλλον του (π.χ. Law & Miikkulainen, 1994; Beer, 1996).

Η απώλεια των παραδοσιακών αναπαραστάσεων στα ρομποτικά συστήματα που βασίζονται στην ΕΓΔ, φαίνεται αρχικά να απλοποιεί το πρόβλημα της θεμελίωσης, εφόσον είναι οι αναπαραστάσεις που χρειάζονται να θεμελιωθούν. Από την άλλη μεριά, αυτό μπορεί να θέτει ένα σημαντικό πρόβλημα εφόσον η γνώση στην ΕΓΔ θεωρείται ενσωματωμένη και κατανοημένη στο σώμα, στους ενεργοποιητές κίνησης, στο νευρικό σύστημα ελέγχου, ή ακόμη και στο περιβάλλον (Brooks, 1991a; Varela & colleagues, 1991). Έτσι, σε περίπτωση που η συμπεριφορά ενός πράκτορα αιτεί θεμελίωση, τότε, είναι προφανές ότι η θεμελίωση πρέπει να γίνει στα διάφορα 'πρότυπα παραγωγής συμπεριφοράς' από τα οποία παράγεται.

Ωστόσο, η λίστα των στοιχείων που συμμετέχουν στην παραγωγή συμπεριφοράς εμπεριέχει όλους τους μηχανισμούς, οι οποίοι, με τον έναν ή τον άλλο τρόπο, συμμετέχουν στη ροή της ενεργοποίησης των αισθητήρων και των ενεργοποιητών κίνησης. Σε αυτή την περίπτωση το ερώτημα που προκύπτει είναι από πού πρέπει να αρχίσει η θεμελίωση και πού να τελειώσει.

Συνήθως, η θεμελίωση της συμπεριφοράς προσεγγίζεται ως το πρόβλημα εύρεσης της σωστής λειτουργίας του πράκτορα, δηλαδή της αντιστοίχισης μεταξύ της ιστορίας των αισθητικών εισόδων με την έξοδο των ενεργοποιητών κίνησης, έτσι ώστε να επιτρέπεται η αποτελεσματική αυτό-συντήρηση των δυνατοτήτων του. Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι για την κατάλληλη επίτευξη αυτής της αντιστοίχισης:

- i. ο σχεδιασμός (κυρίως μηχανικής φύσης) της λειτουργίας του πράκτορα, και
- ii. η υποτιθέμενη αυτό-οργάνωση της λειτουργίας τους πράκτορα, η οποία θεμελιώνει τη λειτουργία στην εκπαίδευση/μάθηση και γενικότερα, στην εμπειρία του πράκτορα.

8.3.2 Αναπαραστασιακή Αυτονομία Μέσω Μηχανικής Σχεδίασης των Λειτουργιών του Πράκτορα

Η σημαντικότερη πρόταση μηχανικής σχεδίασης των λειτουργιών ενός πράκτορα έρχεται από τον Brooks (1989; 1991a; 1991b; 1991c; 1991d) μέσα από το γενικότερο πρόγραμμα των

αυτόνομων ρομποτικών πρακτόρων (ΑΡΠ). Εάν κανείς θελήσει να εφαρμόσει το κογνιτιβιστικό μοντέλο αναπαράσταση-σημασιολογική εξαγωγή συμπεράσματος-δράση σε μια αρχιτεκτονική σχεδίασης και υλοποίησης ρομποτικών πρακτόρων, θα αναγκαστεί να υιοθετήσει την αρχιτεκτονική που ο Brooks έχει περιγράψει ως *αίσθηση-σκέψη-δράση*. Για τον Brooks η αρχιτεκτονική αυτή δεν είναι εφαρμόσιμη στην ανάπτυξη ρομποτικών συστημάτων που να μπορούν να αλληλεπιδρούν αποτελεσματικά με τον πραγματικό κόσμο.

Το πρόβλημα είναι ότι η αρχιτεκτονική *αίσθηση-σκέψη-δράση* απαιτεί ένα αναπαραστασιακό μοντέλο του κόσμου ως την κεντρική μονάδα επεξεργασίας του συστήματος, το οποίο δεν προσφέρεται για γρήγορη και άμεση αλληλεπίδραση με ένα πολύπλοκο περιβάλλον. Βασικό πρόβλημα αποτελεί η ανάγκη ενημέρωσης του μοντέλου σε κάθε κύκλο της αλληλεπίδρασης και η υπερβολικά μεγάλη λεπτομέρεια πληροφοριών με την οποία θα πρέπει να έχει εκ των προτέρων ενημερωθεί το σύστημα (Christensen & Hooker, 2004).

Ο Brooks πρότεινε ως εναλλακτική την *αρχιτεκτονική ένταξης και υπαγωγής (subsumption architecture)*, στην οποία ο συνολικός έλεγχος αναδύεται από την αλληλεπίδραση ενός αριθμού ιεραρχικά οργανωμένων μονάδων παραγωγής συμπεριφοράς. Για παράδειγμα, ο έλεγχος ενός απλού ρομπότ που περιπλανιέται σε ένα χώρο αποφεύγοντας τα διάφορα εμπόδια, μπορεί να αναδυθεί από μια μονάδα που κάνει το ρομπότ να κινείται προς τα εμπρός, και από μια δεύτερη μονάδα, η οποία, κάθε φορά που το ρομπότ συναντήσει ένα εμπόδιο, υπερισχύει του πρώτου μοντέλου και κάνει το ρομπότ να γυρίζει προς άλλη κατεύθυνση.

Η subsumption αρχιτεκτονική ξεκινάει με απλές μονάδες που υποστηρίζουν βασικές δραστηριότητες και η ικανότητα αλληλεπίδρασης του συστήματος αυξάνεται με την πρόσθεση περαιτέρω επιπέδων δράσης. Το τελικό αποτέλεσμα της σχεδίασης ενός συστήματος βάσει της subsumption αρχιτεκτονικής έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- a). πολλαπλά παράλληλα ενεργά υποσυστήματα (σε αντίθεση με τα παθητικά υποσυστήματα των κογνιτιβιστικών αρχιτεκτονικών που περιμένουν εξωτερική καθοδήγηση),
- b). συνοχή των λειτουργιών σε κάθε επίπεδο δραστηριότητας του συστήματος,
- c). σχέσεις διαμόρφωσης μεταξύ των υποσυστημάτων παραγωγής δράσης (σε αντίθεση με τις σχέσεις διαταγών),
- d). αντίδραση των υποσυστημάτων σε λειτουργικές πτυχές των εκάστοτε καταστάσεων (σε αντίθεση με τις αναπαραστάσεις πραγμάτων του περιβάλλοντος που είναι ανεξάρτητα της λειτουργίας του συστήματος),
- e). επικέντρωση στην παραγωγή συμπεριφοράς σε συνδυασμό με τη συνολική συνοχή της κατάστασης του ρομπότ, συμπεριλαμβανομένων των στόχων του, οι οποίοι υπονοούνται σχεδόν συνολικά από τη λειτουργία του.

Η ΑΡΠ έχει πολλά κοινά με την ΕΓΔ και τη γενικότερη θεώρηση της ΔΘΣ και η ανάπτυξή τους δεν ήταν εντελώς ανεξάρτητη. Δύο παραδείγματα που συνδυάζουν και τις δύο σχολές είναι αυτά των (Beer 1995; Smithers, 1995). Ωστόσο, οι δύο προσεγγίσεις έχουν σημαντικές διαφορές. Η προσέγγιση των ΑΡΠ ασχολείται με την ολότητα της αλληλεπίδρασης συστήματος-περιβάλλοντος, εφόσον ένα ρομπότ θα πρέπει να λειτουργεί ως μια ολοκληρωμένη μονάδα σε ένα πραγματικό περιβάλλον. Αυτό, κατά κάποιο τρόπο θυμίζει την ολιστικότητα της ΘΔΣ και της ΕΓΔ (δείτε §3.3.5 και §4.2), αλλά η ΑΡΠ ασχολείται επίσης με τις λεπτομέρειες της οργάνωσης του συστήματος που εμπλέκονται στη παραγωγή μακρο-συμπεριφοράς, από τη στιγμή που πρέπει να τις κατασκευάσουν. Επομένως, η ΑΡΠ έχει επικεντρωθεί στην ικανότητα παραγωγής ανεξάρτητης γνωστικής συμπεριφοράς, τόσο από μια δυναμική, όσο από μια οργανωσιακή οπτική.

Επίσης, ενώ η ΔΘΣ είναι συμβατή με την γενικότερη θέση της 'χωροχρονικά κείμενης στο πλαίσιο δράσης' φύση της γνωστικής διεργασίας, όπως αναφέρθηκε στην §3.3.5.3, δεν προσφέρει κανένα αναλυτικό μηχανισμό για την επίτευξη των αντίστοιχων ικανοτήτων, καθώς

επίσης, δεν προσφέρει κανένα δεδομένο αναφορικά με το βιολογικό πλαίσιο στο οποίο αναδύεται η νόηση. Αντιθέτως, η ερευνητική περιοχή των ΑΡΙΠ ασχολείται με το εξελικτικό πλαίσιο απόκτησης των γνωστικών ικανοτήτων, την οργάνωση του συστήματος που απαιτείται για την παραγωγή τους και τη συστηματική αξιοποίηση του περιβάλλοντος για την παραγωγή της προσαρμοστικής συμπεριφοράς. Όλα αυτά κάνουν τις αντίστοιχες κριτικές του Brooks προς τον κογνιτισμό, πολύ πιο συγκεκριμένες από αυτές του van Gelder.

Η προσέγγιση των ΑΡΙΠ δεν έρχεται χωρίς προβλήματα, ειδικότερα όσον αφορά στην επίτευξη της αναπαραστασιακής αυτονομίας του τεχνητού πράκτορα. Η ανάγκη προσδιορισμού των μηχανικών χαρακτηριστικών του συστήματος περιορίζει τις δυνατότητες εφαρμογής της, καθώς και τα χαρακτηριστικά της γνωστικής συμπεριφοράς τα οποία μπορεί να υποστηρίξει. Για παράδειγμα, αν και η ΑΡΙΠ έχει επιδείξει μεγάλο ενδιαφέρον στη σειρά με την οποία αποκτώνται οι γνωστικές ιδιότητες (π.χ. επικεντρώνοντας στην κινητικότητα των εντόμων και όχι στην ανθρώπινη γλώσσα), δεν έχει ενδιαφερθεί με τις λεπτομέρειες που αφορούν στην μοντελοποίηση των ηθολογικών χαρακτηριστικών των οργανισμών ή των φυλογενετικών ιδιοτήτων που προσδίδουν την ικανότητα προσαρμογής στον πράκτορα, παρά μόνο μέσα από *ad hoc* τρόπους ενίσχυσης αυτών των χαρακτηριστικών. Ως αποτέλεσμα, η ΑΡΙΠ δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια πλήρης προσέγγιση στη σχεδίαση και κατασκευή τεχνητών γνωστικών πρακτόρων.

Τα προβλήματα όμως δεν σταματούν εκεί. Στην *subsumption* αρχιτεκτονική κάθε μονάδα παραγωγής συμπεριφοράς υλοποιείται σαν ένα *αυτόματο πεπερασμένων καταστάσεων (finite-state-automaton)* και οι συμπεριφοριστικές δυνατότητες του συστήματος είναι ιεραρχικά διατεταγμένες, από-κάτω-προς-επάνω, σε μια διεργασία που υποτίθεται ότι μιμείται, σε κάποιο βαθμό, την εξέλιξη των βιολογικών οργανισμών. Ο Ziemke (1999) χαρακτηρίζει αυτή την προσέγγιση στην κατασκευή ενός πράκτορα ως μια 'αυξανόμενη μηχανική σχεδίαση τύπου δοκιμής-λάθους (*trial and error*), η οποία, ανεξάρτητα του πόσο προσεκτικά πραγματοποιείται, είναι σχεδόν καταδικασμένη να περιοριστεί από τη μηχανική σχεδίαση του κάθε μορφοτροπέα. Συγκεκριμένα, το αποτέλεσμα κάθε μορφοτροπής (δηλαδή οι δράσεις του συστήματος) μπορούν να θεωρηθούν θεμελιωμένες, αλλά ο ίδιος ο μορφοτροπέας (δηλαδή οι λειτουργίες του πράκτορα, όπως αυτές συντίθενται από τις συμπεριφοριστικές μονάδες και τις διασυνδέσεις τους), δεν μπορεί με κανένα τρόπο να θεωρηθεί ως ενδογενής του συστήματος.

Ειδικότερα, σε αυτή την περίπτωση ο μη-θεμελιωμένος μορφοτροπέας είναι η συνολική λειτουργία του πράκτορα, γεγονός που κάνει την επίτευξη αναπαραστασιακής αυτονομίας πολύ πιο δύσκολη από ότι στην περίπτωση χρήσης κογνιτιστικών μορφοτροπέων, όπου το μη-θεμελιωμένο μέρος του συστήματος είναι το σύστημα εισόδου, το οποίο έχει δευτερεύοντα ρόλο (δείτε §2.5.1.1 και §2.6.3). Επομένως, το πρόβλημα στην *subsumption* αρχιτεκτονική είναι ανάλογο με αυτό του ΕΚΔ (§2.2.4.1). Το σύστημα επιδεικνύει την 'κατάλληλη' συμπεριφορά, αλλά οι εσωτερικοί του μηχανισμοί (δηλαδή το σύνολο της λειτουργικότητάς του) δεν είναι ενδογενείς του συστήματος, αλλά θεμελιώνονται στην προσεκτική μηχανική σχεδίαση του πράκτορα.

Συνεπώς, η προσέγγιση των ΑΡΙΠ δεν μπορούν να επιδείξουν καμία αναπαραστασιακή αυτονομία, πέρα από αυτή που τους προσδίδεται από τον σχεδιαστή τους, και επιπλέον, η σχεδίασή τους δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ολοκληρωμένη.

8.3.3 Αναπαραστασιακή Αυτονομία Μέσω Θεμελίωσης των Λειτουργιών και των Δομών του Πράκτορα

Η φυσική θεμελίωση και η θεμελίωση μέσω μηχανικής σχεδίασης του τεχνητού πράκτορα προσφέρει ένα τρόπο για την αποφυγή του προβλήματος των εσωτεριστών (δείτε §1.3), αλλά πέφτει στην παγίδα των εξωτεριστών (δείτε §1.4). Αν το μόνο που μπορεί να κάνει ο πράκτορας είναι να αντιδρά στο περιβάλλον, το οποίο προσδιορίζει σχεδόν αποκλειστικά τη συμπεριφορά του πράκτορα, τότε δεν μπορεί να υπάρξει αναπαραστασιακή αυτονομία. Όπως αναλύθηκε στα Κεφ. 4 και Κεφ. 5, ο 'χωροχρονικά κείμενος σε ένα πλαίσιο δράσης' πράκτορας έχει την

ικανότητα να χρησιμοποιήσει την εμπειρία του σε μια συγκεκριμένη κατάσταση που απαιτεί την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον.

Ο πρώτος τρόπος για να μπορέσει ο πράκτορας να ξεφύγει από την τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος είναι να χρησιμοποιήσει τη μνήμη του σε συνδυασμό με την τρέχουσα κατάσταση, έτσι ώστε να μην είναι αναγκασμένος απλά να αντιδρά στο περιβάλλον του. Εξάλλου, όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στις §5.3.5, §5.3.6, και §5.3.7, η χωρική αλληλεπίδραση δεν αρκεί για την δημιουργία ενδογενούς αναπαραστασιακού περιεχομένου σε ένα αυτόνομο σύστημα, αλλά απαιτείται η χρονική του σύνδεση μέσω της μνήμης του. Ο δεύτερο τρόπος για να απελευθερωθεί ο πράκτορας από το περιβάλλον του είναι μέσω της μάθησης. Η μάθηση αξιώνει την χρονική σύνδεση του συστήματος με το περιβάλλον του μέσω μνήμης, εφόσον ο πράκτορας χρησιμοποιεί την εμπειρία του για να προσαρμόσει τους μηχανισμούς που υποστηρίζουν τη συμπεριφορά του και οδηγούν την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον (δείτε §5.3.6.3, §5.3.8.4 αλλά και §6.6.3).

Οι συγκεκριμένες προσεγγίσεις στη θεμελίωση της συμπεριφοράς του τεχνητού πράκτορα στοχεύουν στην μεγαλύτερη δυνατή μείωση του ρόλου του σχεδιαστή/μηχανικού/προγραμματιστή στον καθορισμό της λειτουργίας του πράκτορα. Η τυπική υλοποίηση της μάθησης των λειτουργιών ενός πράκτορα είναι η σύνδεση των αισθητήρων και των ενεργοποιητών δράσης με ένα συνεκτικό δίκτυο (π.χ. Beer, 1996; Tani, 1996; Rylatt & Czarnecki, 1998). Η συγκεκριμένη προσέγγιση έχει αρκετά πλεονεκτήματα έναντι της προσέγγισης των ΑΡΠ, εφόσον ο πράκτορας μπορεί να μάθει τη λειτουργία του μέσω ρυθμίσεων των συνεκτικών βαρών του (δείτε §2.3.1), χωρίς να χρειάζεται η λειτουργία του να είναι αποτέλεσμα πλήρους προγραμματισμού. Με άλλα λόγια, τα βάρη του εκπαιδευμένου δικτύου και τα τελικά πρότυπα παραγωγής συμπεριφοράς μπορούν να θεωρηθούν θεμελιωμένα.

Ωστόσο, ακόμη και σε αυτή την περίπτωση, είναι προφανές ότι το πρόβλημα της εκ των προτέρων σχεδίασης υπεισέρχεται σε αρκετά μεγάλο βαθμό, από τη στιγμή που η επιλογή της αρχιτεκτονικής (συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων όπως η αριθμός των κρυμμένων επιπέδων κτλ.) επιβάλλει σημαντικά εξωτερικά χαρακτηριστικά στο σύστημα (Ziemke, 1999; Coradeschi & Saffioti, 2003).

Μια προσέγγιση που προσπαθεί να αντιμετωπίσει ένα μέρος του παραπάνω προβλήματος, είναι η χρήση 'αυτό-προσαρμοζόμενων' και περιοδικά επαναλαμβανόμενων συνεκτικών ελεγκτών (π.χ. Ziemke, 1996a, 1996b), όπου η κιναισθητική αντιστοίχιση (για την ακρίβεια, τα συνεκτικά βάρη που την εδραιώνουν) ανακατασκευάζεται σε κάθε χρονική στιγμή της αλληλεπίδρασης μέσω ενός δευτερεύοντος συνεκτικού δικτύου που παίζει τον ρόλο του πλαισίου δράσης. Αυτό επιτρέπει, σε ένα βαθμό, την επίδειξη διαφορετικών συμπεριφορών από τον τεχνητό πράκτορα, χωρίς οι εν λόγω συμπεριφορές ή οι αντίστοιχες οργανώσεις να είναι χτισμένες στο σύστημα.

Ωστόσο, και σε αυτή την περίπτωση, το πρόβλημα της εξωγενούς σχεδίασης δεν είναι μικρό, διότι υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ της δυνατότητας αυτογενούς μεταβολής των βαρών ενός συνεκτικού δικτύου, από τη δυνατότητα μεταβολής της δομής και επομένως, της λειτουργικής οργάνωσης του συνεκτικού δικτύου.

Μια προσέγγιση που προσπαθεί να μειώσει ακόμη περισσότερο την επιρροή της ανθρώπινης σχεδίασης είναι αυτή, κατά την οποία, εκτός των εσωτερικών παραμέτρων των μηχανισμών ελέγχου, επιχειρείται η θεμελίωση και της δομής του πράκτορα στην αλληλεπίδραση συστήματος-περιβάλλοντος, μέσω της εξέλιξης συνεκτικών αρχιτεκτονικών ελέγχου (π.χ. Law & Miikkulainen, 1994; Floreano, 1997). Στις συγκεκριμένες προσεγγίσεις επιχειρείται η εξέλιξη της συνδεσιμότητας μιας συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής, και επομένως, σε κάποιο βαθμό, η θεμελίωση του ενεργού συνεκτικού δικτύου (δηλαδή η δομή του μορφοτροπέα). Συγκεκριμένα, οι (Law & Miikkulainen, 1994) υποστηρίζουν ότι σε αυτή την περίπτωση οι τεχνητοί πράκτορες θεωρούνται θεμελιωμένοι στο χωροχρονικό πλαίσιο δράσης, εφόσον έχουν πρακτικά ξεκινήσει να αναπτύσσονται γνωρίζοντας σχεδόν απολύτως τίποτα.

Ακόμη και αυτές οι προσεγγίσεις παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα. Το πρώτο πρόβλημα είναι ότι αν και τα διάφορα βάρη, ή η συνδεσιμότητα ενός συνεκτικού δικτύου, μπορούν να

θεωρηθούν θεμελιωμένα στην αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον, το κυρίως δίκτυο, δηλαδή το σώμα του τεχνητού πράκτορα και επομένως, η ενσωμάτωσή του, αναγκαστικά παρέχεται από τον σχεδιαστή του. Αυτό ονομάζεται ως το *πρόβλημα θεμελίωσης του σώματος (body grounding problem)* (Sharkey, & Ziemke, 1998) και διέπει όλες τις προαναφερθείσες προσεγγίσεις. Αλλά αυτό από μόνο του δεν θα ήταν πρόβλημα, εάν οι αντίστοιχες αρχιτεκτονικές παρέιχαν τα βασικά κομβικά στοιχεία μιας ολοκληρωμένης σχεδίασης ενός τεχνητού πράκτορα, όπως περιγράφηκε στην §8.1.

Συγκεκριμένα, οι προσεγγίσεις των ΑΠΠ καθώς και όλες οι προσπάθειες θεμελίωσης των παραμέτρων και των δομών λειτουργίας του τεχνητού πράκτορα, αποτυγχάνουν να αντικαταστήσουν (στον ανάλογο δυνατό βαθμό) τον τρόπο με τον οποίο τα ζωντανά/γνωστικά συστήματα ενσωματώνονται και αλληλεπιδρούν στο περιβάλλον τους. Ειδικότερα, η έλλειψη των αναπαραστάσεων από τη προσέγγιση των ΑΠΠ (ακόμη και από τις πιο προηγμένες αρχιτεκτονικές, όπως αυτή του Cog (Brooks, 1997), περιορίζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την κλιμάκωση των γνωστικών ιδιοτήτων του πράκτορα.

Το ίδιο πρόβλημα, μερικές φορές σε μικρότερο βαθμό, εμφανίζεται στην περίπτωση των τεχνητών πρακτόρων με δυνατότητα εκπαίδευσης και μάθησης. Αυτές οι προσεγγίσεις στηρίζουν την επιτυχία τους στην εγγενή ικανότητα των νευρωνικών/συνεκτικών δικτύων να γενικεύουν αναφορικά με ένα σύνολο ερεθισμάτων της εισόδου τους. Οι γενικεύσεις αυτές στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για την βελτιστοποίηση των κιναισθητικών ρυθμίσεων με σκοπό την επίτευξη προσαρμοστικής αλληλεπίδρασης. Όπως όμως παρουσιάστηκε στις §2.3.4 και §2.3.5 η ικανότητα των συνεκτικών δικτύων να γενικεύουν δημιουργώντας καινοτόμες εκφάνσεις, δεν συνεπάγεται απολύτως τίποτα σχετικά με την σημαντικότητα των αντίστοιχων αναπαραστάσεων. Ως εκ τούτου, ο πράκτορας θα πράξει αναλόγως, ανεξαρτήτως εάν η είσοδός του φέρει σημασιολογικό περιεχόμενο. Σε αυτό το σημείο παρέχεται μια μικρή βοήθεια από την οδήγηση του συνεκτικού δικτύου από το περιβάλλον και τη σύνδεσή του με το σώμα του τεχνητού πράκτορα, αλλά αυτό δεν είναι αρκετό για την αναλογική κλιμάκωση των ιδιοτήτων του. Το βασικότερο των προβλημάτων που εμφανίζονται είναι η αδυναμία του συνεκτικού συστήματος να παρέχει γνήσιες αναπαραστάσεις και κατ' επέκταση, της δυνατότητα του πράκτορα να εντοπίσει από μόνος του τις αναπαραστάσεις που είναι λανθασμένες αναφορικά με το περιβάλλον (δείτε §2.6.4 και §2.6.5).

Οι αντίστοιχες αρχιτεκτονικές δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της υποστήριξης του συνόλου των θεμελιωδών και χαρακτηριστικών ιδιοτήτων της γνωστικής διεργασίας, όπως αυτές σημειώνονται στο πλαίσιο που παρουσιάστηκε στο Κεφ. 5, ούτε για την ανάδειξη της εξελικτικής και προσαρμοστικής διάστασης της αλληλεπίδρασης του πράκτορα. Επομένως, οι προσεγγίσεις θεμελίωσης των λειτουργιών του τεχνητού πράκτορα μέσω της χρήσης νευρωνικών δικτύων παρέχουν ένα επίπεδο αναπαραστασιακής αυτονομίας, αλλά δεν παρέχουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων.

8.3.4 Αναπαραστασιακή Αυτονομία Μέσω Υβριδικών Προσεγγίσεων

Φαίνεται ότι όσο οι διάφοροι τεχνητοί πράκτορες αλληλεπιδρούν με ολοένα και πιο πολύπλοκα περιβάλλοντα, η ανάγκη εμφάνισης αναπαραστάσεων υψηλού επιπέδου και της δυνατότητας εξαγωγής των αντίστοιχων συμπερασμάτων, είναι επιτακτική (Coradeschi & Saffioti, 2003). Με άλλα λόγια, κάθε τεχνητός πράκτορας που βασίζεται στις αρχές της ΕΓΔ, πρέπει να συμπληρώνεται από τη συμβολική διάσταση προκειμένου να μπορεί να αναπτύξει σημαντικές γνωστικές ικανότητες και επιπλέον, η συμβολική του διάσταση πρέπει να είναι θεμελιωμένη στις κατασκευαστικές και αλληλεπιδραστικές του διεργασίες, μέσα από τις οποίες επιτυγχάνεται η ενσωμάτωση της λειτουργικότητάς του. Ο συνδυασμός των δυναμικών και ενσωματωμένων ιδιοτήτων της γνωστικής διεργασίας με αυτές που προσφέρονται από το συμβολικό πλαίσιο, οδήγησαν μερικούς ερευνητές στην προσπάθεια ανάπτυξης υβριδικών τεχνητών πρακτόρων (π.χ. Sun, 1997; Funge & Terzopoulos, 1999; Sun, 2000; Sun & Peterson, 1998; Sun, Merrill, & Peterson, 2001; Blumberg & colleagues, 2002).

Οι υβριδικές αρχιτεκτονικές έρχονται να δώσουν στις δυναμικά ενσωματωμένες προσεγγίσεις την ικανότητα ανάπτυξης γνωστικών ικανοτήτων υψηλού επιπέδου. Σε αυτή την περίπτωση τα προβλήματα είναι εμφανή από την πρώτη στιγμή. Βάσει των όσων παρουσιάστηκαν στην §5.3.6, οι γνωστικές ικανότητες υψηλού επιπέδου δεν αποτελούν ξεχωριστές μονάδες που προστίθενται στη δυναμική λειτουργικότητα του πράκτορα. Αντιθέτως, έχοντας ως βάση την δυνατότητα δυναμικής προσδοκίας των αλληλεπιδράσεων του συστήματος, ο αυτόνομος πράκτορας αναπτύσσει δυνατότητες κανονιστικής αξιολόγησης, αυτό-κατεύθυνσης και αυτό-κατευθυνόμενης μάθησης, οι οποίες θεμελιώνονται στις λειτουργικές του ικανότητες μέσω της ανάδυσης ενσωματωμένων αναπαραστάσεων, το περιεχόμενο των οποίων οδηγεί την ένσκηπη αλληλεπίδραση του πράκτορα.

Είναι προφανές ότι οι προσεγγίσεις που παρουσιάστηκαν στις §8.3.1, §8.3.2 και §8.3.3 δεν καλύπτουν αυτό το εύρος της δράσης ενός πράκτορα. Το ίδιο ισχύει και για τις υβριδικές προσεγγίσεις. Συγκεκριμένα, η σύνδεση κογνιτιβιστικών μονάδων δράσης σε δυναμικές και ενσωματωμένες αρχιτεκτονικές, με σκοπό την οδήγηση των τελευταίων, μπορεί προς στιγμή να αποφεύγει, αλλά δεν απομακρύνει, ούτε φυσικά λύνει, τα κλασσικά προβλήματα του κογνιτιβισμού (δείτε §2.6). Τα εν λόγω μοντέλα δεν επιτυγχάνουν την προσδοκούμενη κλιμάκωση και πολλές φορές υπάρχει ανάγκη εισαγωγής ενός εξωτερικού σχεδιαστή οδήγησης της σύνδεσης των γνωστικών ικανοτήτων χαμηλού επιπέδου με αυτές του υψηλού.

Η ανάγκη για επίτευξη αναπαραστασιακής αυτονομίας απορρίπτει τις υβριδικές αρχιτεκτονικές και γενικότερα, οποιαδήποτε προσέγγιση αξιώνει την εκ των προτέρων ύπαρξη σχεδιαστικών επιλογών προσδιορισμού των υψηλών γνωστικών ικανοτήτων του πράκτορα. Βάσει του πλαισίου δημιουργίας και εξέλιξης ενός αυτόνομου συστήματος του Κεφ. 5, οι γνωστικές διεργασίες υψηλού επιπέδου οφείλουν να αναδυθούν από τα δυναμικά των χαμηλότερων επιπέδων αλληλεπίδρασης και αυτονομίας του πράκτορα. Η αναπαραστασιακή αυτονομία θεωρείται ως η ιδιότητα κλειδί που εμφανίζεται σε όλα τα επίπεδα εξέλιξης του πράκτορα, σε διαφορετικό βαθμό πολυπλοκότητας.

Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστεί μια αρχιτεκτονική υλοποίησης τεχνητών πρακτόρων βασισμένη στο συστημικό-θεωρητικό πλαίσιο του Κεφ. 5, η οποία κινείται προς την κατεύθυνση υποστήριξης της αναπαραστασιακής αυτονομίας του πράκτορα, πάντοτε αναλογικά με τον τύπο και τον βαθμό ενσωμάτωσής του. Θα υποστηριχτεί ότι αυτή η αρχιτεκτονική μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων.

8.4 Ανάδυση Αναπαραστάσεων Μέσω Αυτο-οργανωμένων Σημειωτικών Διεργασιών

Όπως αναφέρθηκε σε αυτό το κεφάλαιο, οι περισσότερες προσπάθειες μοντελοποίησης ενός αυτόνομου πράκτορα μέσα από τη δυναμική και ενσωματωμένη προσέγγιση έχουν επικεντρωθεί στο φάσμα των χαμηλών γνωστικών ιδιοτήτων. Αντίθετα με το υπόλοιπα πλαίσια, το συστημικό-θεωρητικό πλαίσιο του Κεφ. 5 δείχνει τον δρόμο για την ανάπτυξη ιδιαίτερων γνωστικών ικανοτήτων μέσα από μια δυναμικά ενσωματωμένη προσέγγιση. Επιπροσθέτως, παρέχει έναν τρόπο μοντελοποίησης ολόκληρου του αλληλεπιδραστικού κύκλου του τεχνητού πράκτορα, εφόσον παρέχει ένα λειτουργικό μοντέλο δημιουργίας και εξέλιξης των αναπαραστάσεων του κατά την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον, συνδυάζοντας, τόσο την αυτό-οργανωσιακή, όσο και την συμβολική διάστασή του.

Συγκεκριμένα, η χρήση του συστημικό-θεωρητικού πλαισίου στοχεύει στην ενοποίηση του τρόπου αλληλεπίδρασης, αντίληψης και δράσης του τεχνητού πράκτορα, χρησιμοποιώντας τον μικρότερο δυνατό αριθμό αναπαραστασιακών στοιχείων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη προσπάθεια παρουσιάζει μικρές αντιστοιχίες με άλλες σύγχρονες προσπάθειες της TN, όπως αυτή του Roy (2005), όπου η δομή των σημειωτικών διεργασιών σε συνδυασμό με τη θεωρία διαγραμμάτων χρησιμοποιείται για τη θεμελίωση της γλώσσας στη δράση και την

αντίληψη ενός ρομποτικού συστήματος, του Vogt (2005), όπου η ιδέα του σημειωτικού συμβόλου χρησιμοποιείται για τη θεμελίωση λεξικών σε αλληλεπιδρώντα ρομποτικά συστήματα και των Loula, Gudwin & Queiroz (in press), όπου επιχειρείται η προσομοίωση συγκεκριμένης επικοινωνίας με σκοπό την ειδοποίηση για την εμφάνιση αρπακτικού σε ένα εικονικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης αρπακτικού και θηράματος. Το αρχιτεκτονικό μοντέλο που θα παρουσιαστεί παρακάτω αποτελεί μέρος γενικότερων προσπαθειών που αναλύονται στα (Arnellos & colleagues, 2006a, Arnellos & colleagues, 2006b) και στοχεύουν στην παρουσίαση αρχιτεκτονικών λύσεων που θα υποστηρίζουν την ανάπτυξη αυτόνομων αναπαραστάσεων στην αλληλεπίδραση ενός τεχνητού πράκτορα με το περιβάλλον του.

Ειδικότερα, γίνεται μια προσπάθεια σχεδίασης μιας πιο γενικευμένης αρχιτεκτονικής ανάπτυξης και υλοποίησης τεχνητών πρακτόρων, η οποία θα ενσωματώνει τα στοιχεία της ενσωματωμένης αυτό-οργάνωσης σε συνδυασμός με τη σημειωτική/ερμηνευτική διάσταση της αλληλεπίδρασης του πράκτορα. Το προτεινόμενο μοντέλο σε καμία περίπτωση δεν επαρκεί για την ανάπτυξη ενός πλήρως αυτόνομου πράκτορα, αλλά προσπερνά το ΠΑΣ, και εισάγει ένα τύπο αναπαραστασιακών δομών που ενσωματώνονται στη λειτουργική δομή του τεχνητού πράκτορα. Αυτές οι αναπαραστάσεις φαίνονται πιο συνεπείς με την απαίτηση για αναπαραστασιακή αυτονομία και η όλη προσέγγιση είναι σε πλήρη συμφωνία με ιδέες και απόψεις που προσπαθούν να συνδέσουν την έρευνα στις γνωστικές επιστήμες και την TZ με την TN (Thomson, 1997).

8.4.1 Η Δομή της Σημειωτικής Συνιστώσας

Το βασικό δομικό στοιχείο του προτεινόμενου μοντέλου είναι η σημειωτική του συνιστώσα. Ένας τρόπος υπολογιστικής αναπαράστασής της είναι η χρήση μιας δομής πλαισίου, οι θέσεις του οποίου εκφράζουν τις αντίστοιχες ποιοτικές ιδιότητες του αντικειμένου που υποτίθεται ότι αντιπροσωπεύει. Στην περίπτωση εικονικών περιβαλλόντων, τα πιθανά αντικείμενα που μπορούν να αποτελέσουν την αρχική βάση γνώσης του πράκτορα είναι τα παρακάτω:

- *οντότητες*: τα ξεχωριστά οπτικά στοιχεία που υφίστανται ως τρισδιάστατα γεωμετρικά αντικείμενα στο περιβάλλον. Το αντίστοιχο σημειωτικό στοιχείο θα πρέπει να περιέχει τις χωρικές τους ιδιότητες και άλλα πιθανά ποιοτικά χαρακτηριστικά τους προκειμένου να περιγράφεται η φύση τους σε κατάλληλο βαθμό.
- *σχέσεις*: χωρικές (π.χ. γειτνίαση), δομικές (π.χ. υποσύνολο) ή άλλες σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων. Οι χωρικές σχέσεις θεωρούνται συνήθως ως εικονικές αναπαραστάσεις.
- *καταστάσεις*: μια συλλογή από αντικείμενα και τις μεταξύ τους σχέσεις που περιγράφει ένα μέρος του περιβάλλοντος.
- *δράσεις*: προϋποθέσεις (οι οποίες περιγράφονται ως αρχικές συνθήκες), εκτέλεση της δράσης (μια σειρά εντολών ενεργοποίησης των κινητικών στοιχείων του πράκτορα – έξοδος του πράκτορα) και αποτελέσματα (μεταβολές μεταξύ αρχικής και τελικής κατάστασης).

Οι τιμές που μπορούν να πάρουν οι θέσεις της δομής του παραπάνω πλαισίου είναι τέτοιες που το σημειωτικό στοιχείο μπορεί να περιγράψει ένα συγκεκριμένο αντικείμενο ή μια κατηγορία αντικειμένων. Μια πιθανή σημειωτική περιγραφή ενός αντικειμένου μπορεί να έχει τη μορφή που παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5).

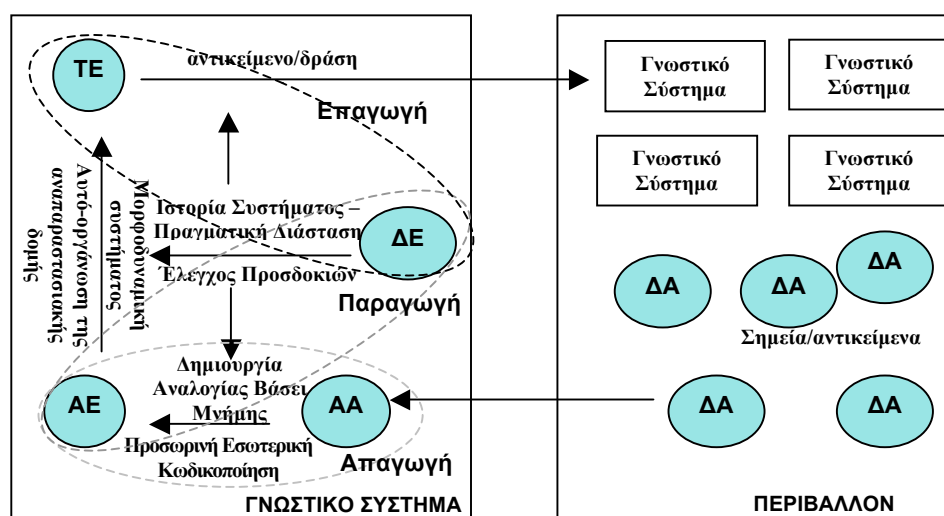
s-id	114	Ταυτότητα του σημειωτικού στοιχείου
s-type	'entity'	Τύπος του σημειωτικού στοιχείου
id	1	ταυτότητα
pos	(1.0, 0.5, 3.4)	Άνυσμα θέσης
rot	(0.747, 0.0, 1.0,	προσανατολισμός

	0.0)	
size	(2.5, 1.0, 2.0)	Μέγεθος και όρια κουτιού
type	'chair'	Τύπος οντότητας
legs	4	Πλήθος ποδιών

Πίνακας 5. Ένα παράδειγμα ενός σημειωτικού στοιχείου

8.4.2 Αυτό-Οργανωμένες Σημειωτικές Διεργασίες

Η αρχιτεκτονική στην οποία βασίζεται η αλληλεπίδραση μεταξύ ενός αυτό-οργανωμένου συστήματος με το περιβάλλον του μέσω δυναμικών σημειωτικών διεργασιών έχει παρουσιαστεί αναλυτικά στην §5.3.8. Η προσαρμογή της στις ανάγκες της υλοποίησης του τεχνητού πράκτορα απεικονίζεται στο Σχ. 40. Σαν ένα πρώτο βήμα προς την εδραίωση μιας υπολογιστικής μεθοδολογίας για την υλοποίηση του προτεινόμενου πλαισίου, έχει επιλεγεί ένα παράδειγμα, στο οποίο διάφοροι πράκτορες περιπλανώνται μέσα σε ένα δυναμικό περιβάλλον και προσπαθούν να μάθουν καινούργιες απλές δράσεις. Το περιβάλλον περιέχει έναν αριθμό πρακτόρων και παθητικών αντικειμένων και επιπλέον, υπάρχει ένας ενσωματωμένος αλγόριθμος εντοπισμού σύγκρουσης και σχετικής αντίδρασης. Κάθε πράκτορας έχει τις δικές του δυνατότητες αναφορικά με την αντίληψη και τη δράση και αρχικά, δεν έχει καμία αναπαραστασιακή δομή σχετικά με τις πιθανές ενέργειες στις οποίες μπορεί να προβεί. Το άμεσο ζητούμενο είναι η παρουσίαση της δυνατότητας ανάδυσης θεμελιωμένων αναπαραστάσεων μέσω τυχαίων αλληλεπιδράσεων των πρακτόρων με το περιβάλλον.



Σχήμα 40. Ένας πράκτορας εμπλέκεται σε αυτό-οργανωμένες σημειωτικές διεργασίες με το περιβάλλον του.

Κάθε πράκτορας αλληλεπιδρά με ένα διαφορετικό τρόπο με το περιβάλλον, επομένως, παρόμοιες ενέργειες θα αντιστοιχούν σε διαφορετικές αναπαραστασιακές δομές. Κάθε πράκτορα είναι εφοδιασμένος με έναν μηχανισμό αντίληψης, ο οποίος έρχεται διαρκώς σε σύνδεση με το περιβάλλον και διεγείρεται από τις διάφορες οντότητες που βρίσκονται στο οπτικό του πεδίο. Βασική λειτουργία του μηχανισμού αντίληψης είναι η μετατροπή δεδομένων του περιβάλλοντος με αποτέλεσμα την δημιουργία άμεσων αντικειμένων (AA – δείτε §5.3.7.2 και §5.3.8) ως τα στοιχεία που θα οδηγήσουν τη σημειωτική διεργασία. Τα AA αποθηκεύονται στη μνήμη μικρής διάρκειας, η οποία ελέγχεται διαρκώς από τους πράκτορες και συγκρίνεται με την αναπαραστασιακή τους δομή με σκοπό τον εντοπισμό τυχόντων φαινομένων έκπληξης

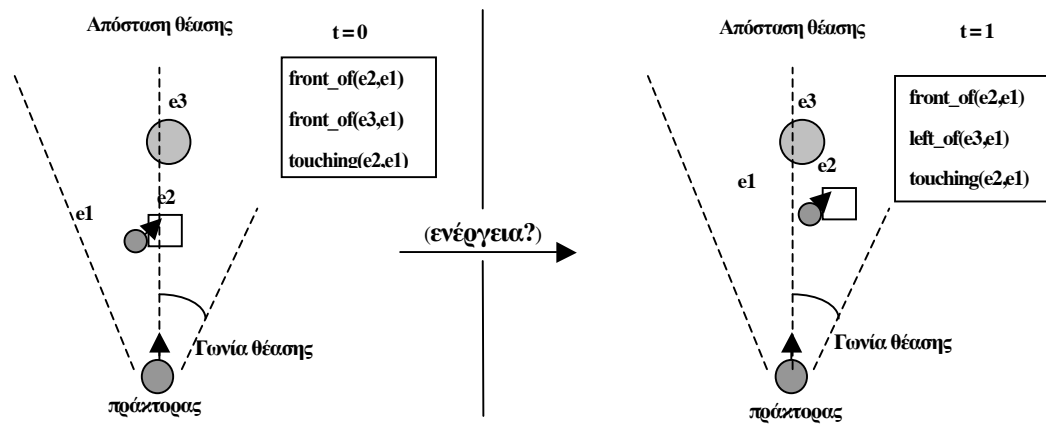
(*surprising phenomena*), δηλαδή αντικείμενα τα οποία δεν μπορούν αυτόματα να κατηγοριοποιηθούν από τον πράκτορα.

Τέτοια φαινόμενα μπορεί να είναι ο εντοπισμός μιας καινούργιας οντότητας, ή μια μη-προσδοκούμενη αλλαγή μεταξύ διαδοχικών καταστάσεων του περιβάλλοντος. Στην πρώτη περίπτωση το καινούργιο ΑΑ αποθηκεύεται στην αναπαραστασιακή δομή, ενώ στη δεύτερη περίπτωση, ξεκινάει η σημειωτική διεργασία προκειμένου να μπορέσει ο πράκτορας ενδογενώς να κατανοήσει/εξηγήσει την δράση η οποία κατέληξε στην αναπάντεχη αλλαγή, προκαλώντας τη δημιουργία μιας καινούργιας κατηγορίας δράσεων ή την αναδιοργάνωση μιας υπάρχουσας, όπως απεικονίζεται στο Σχ. 41.

Ας υποθεθεί ότι εμφανίζεται η περίπτωση όπου δύο διαδοχικές καταστάσεις παρατηρούνται από τον πράκτορα και δημιουργείται το αντίστοιχο στοιχείο δράσης (*action component*). Το στοιχείο δράσης περιγράφει την πρώτη κατάσταση ως τις πιθανές προϋποθέσεις της δράσης και τις μεταξύ τους διαφορές ως τις προσμένουσες διακρίσεις (Σχ. 42). Το συγκεκριμένο στοιχείο πρέπει να συγκριθεί με όλες τις γνωστές δράσεις στην αναπαραστασιακή δομή του πράκτορα προκειμένου να ελεγχθεί εάν πρόκειται για μια έκφανση μιας γνωστής/υπάρχουσας κατηγορίας. Η εν λόγω διεργασία μοντελοποιείται ως εξής: Εάν το πλήθος των οντοτήτων που υπάρχουν στο αποτέλεσμα της συγκεκριμένης δράσης διαφέρει⁹⁸, ο πράκτορας συμπεραίνει ότι δεν υπάρχουν ομοιότητες. Διαφορετικά, όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί των οντοτήτων της τρέχουσας δράσης αντικαθιστούν τις αντίστοιχες οντότητες του *Δυναμικού Ερμηνευμένου* (*ΔΕ* – δείτε §5.3.7.2 και §5.3.8). Η οποιαδήποτε αποτυχία κατηγοριοποίησης μιας παρατηρούμενης κατάστασης οδηγεί την διεργασία της σημείωσης του πράκτορα, η οποία αποτελείται από τρεις διαδικασίες εξαγωγής συμπεράσματος: την *απαγωγή*, την *παραγωγή* και την *επαγωγή*.

8.4.2.1 Η Φάση της Απαγωγής

Το πρώτο μέρος της απαγωγικής διαδικασίας αποτελείται από την παρατήρηση και περιγραφή της φύσης του φαινομένου έκπληξης, βάσει των προσδοκιών του πράκτορα.



Σχήμα 41. Ένδειξη πιθανής ενέργειας. Ο πράκτορας έχει παρατηρήσει διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά και στις σχέσεις μεταξύ δύο διαδοχικών καταστάσεων.

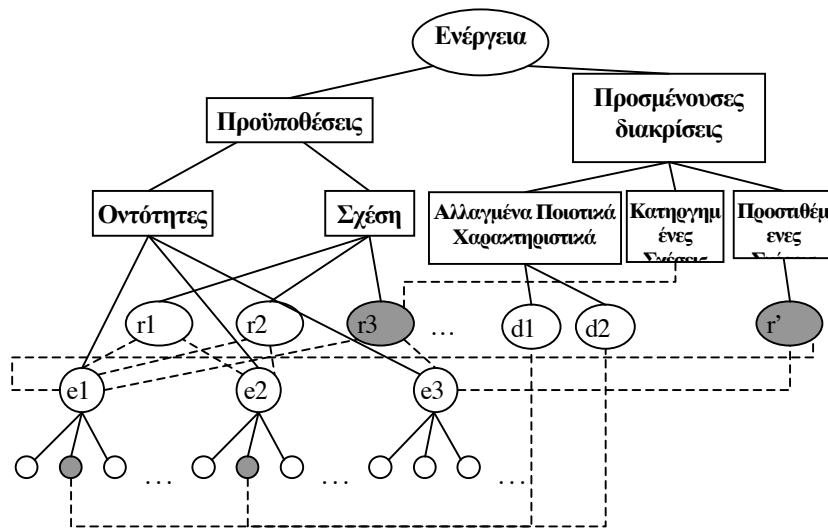
Επομένως, η αλληλεπίδραση ξεκινάει από το *Δυναμικό Αντικείμενο* (*ΔΟ*), που αντιστοιχείται στο περιβαλλοντικό στοιχείο της αλληλεπίδρασης. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, η απαγωγική φάση ξεκινάει όποτε αποτύχει η κατηγοριοποίηση ενός αντικειμένου. Η σχετική απόφαση λαμβάνεται βάσει του μεγαλύτερου αποτελέσματος ομοιότητας. Εάν το αποτέλεσμα περάσει ένα συγκεκριμένο κατώφλι, τότε το ΑΑ θεωρείται ότι ανήκει σε μια νέα κατηγορία και αποθηκεύεται στην αναπαραστασιακή δομή. Στην αντίθετη περίπτωση, ο πράκτορας προσπαθεί να αναδομήσει την υπάρχουσα κατηγορία, προκειμένου να εξηγήσει/κατανοήσει το παρατηρούμενο

⁹⁸ Για τον τρόπο εντοπισμού των διαφορών δείτε Arnellos & colleagues (2006b).

αντικείμενο. Έτσι, δημιουργείται ένα καινούργιο σημειωτικό στοιχείο που περιέχει όλες τις διαφορές μεταξύ του AA και της κατηγορίας με τη μεγαλύτερη ομοιότητα.

Στο δεύτερο μέρος της απαγωγής, επιχειρείται μια αναλογία μεταξύ του φαινομένου έκπληξης και των προσδοκιών του πράκτορα, προκειμένου να υποδειχθεί η πιθανή κατεύθυνση της υπόθεσης που εξηγεί το φαινόμενο. Τελικά, η αναδόμηση οδηγείται από μια πιθανή υπόθεση που γενικεύει ή εξειδικεύει την περιγραφή του αντικειμένου (AE). Για παράδειγμα, εάν υπάρχουν διαφορές μεταξύ μιας παρατηρούμενης δράσης a και μιας γνωστής κατηγορίας A , υπάρχουν δύο πιθανές υποθέσεις που μπορούν να εξηγήσουν το συγκεκριμένο φαινόμενο έκπληξης: είτε το a είναι μια καινούργια περίπτωση του A , και επομένως, η κατηγορία πρέπει να γενικευθεί για να συμπεριλάβει τις διαφορές, είτε το a είναι μιας εξαίρεση του A και επομένως, η κατηγορία θα πρέπει να εξειδικευτεί για να εξαιρέσει ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά του a . Οι διαφορές μεταξύ του a και του A μπορούν να είναι: διαφορές στις προϋποθέσεις και διαφορές στις προσδοκώμενες διακρίσεις.

Στο τελευταίο μέρος της απαγωγής, γίνεται η διατύπωση μιας πιθανής εξήγησης του φαινομένου έκπληξης. Σε αυτό το σημείο το Άμεσο Ερμηνευμένο (AE) έχει διαμορφωθεί.



Σχήμα 42. Μια ενέργεια ως ένα σημειωτικό στοιχείο.

Στο τέλος της απαγωγικής φάσης δημιουργείται το σημειωτικό στοιχείο A' προκειμένου να περιγραφεί η αναθεωρημένη κατηγορία, στην περίπτωση που η υπόθεση ήταν σωστή.

8.4.2.2 Η Φάση της Παραγωγής

Στην παραγωγική φάση εξετάζονται οι συνέπειες της υπόθεσης που διατυπώθηκε στην απαγωγική φάση. Στο πρώτο μέρος της παραγωγής, υποδεικνύεται μια πιθανή κατεύθυνση των συνεπειών της υπόθεσης βάσει των προσδοκιών του πράκτορα. Στο δεύτερο μέρος, γίνεται η διατύπωση των συνεπειών της υπόθεσης. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της παραγωγικής φάσης τα αποτελέσματα της υπόθεσης εφαρμόζονται στο A' . Οι μηχανισμοί γενίκευσης είναι οι εξής:

- ✓ επέκταση του συνόλου των τιμών των χαρακτηριστικών των αντικειμένων έτσι ώστε να εμπεριέχουν τις διαφορετικές τιμές του a ,
- ✓ η αφαίρεση μιας σχέσης που δεν υπάρχει στο a , ή
- ✓ η απομάκρυνση μιας οντότητας που δεν ανήκει στο a .

Διαφορά	Υπόθεση	Κατεύθυνση	Δράσεις
Διαφορετικές Προϋποθέσεις	$a \in A$	Γενίκευση των προϋποθέσεων	Ποιοτική διαφορά \rightarrow επέκταση συνόλου
			Διαφορά σχέσης \rightarrow απομάκρυνση σχέσης
			Διαφορά οντότητας \rightarrow απομάκρυνση οντότητας
	$a \notin A$	Ειδίκευση των αποτελεσμάτων	Εξαίρεση της τιμής της ποιότητας από το σύνολο
Διαφορετικά Αποτελέσματα	$a \in A$	Γενίκευση των αποτελεσμάτων	Ποιοτική διαφορά \rightarrow επέκταση συνόλου
			Διαφορά σχέσης \rightarrow απομάκρυνση σχέσης
			$a \notin A$

Πίνακας 6. Νόμοι της λογικής επιχειρηματολογίας του πράκτορα βάσει των διαφορών μεταξύ μιας παρατηρούμενης ενέργειας και μιας κατηγορίας ενεργειών.

Από την άλλη μεριά, η εξειδίκευση αφορά στην επιλογή ενός τυχαίου χαρακτηριστικού του a , η τιμή του οποίου ανήκει στο σύνολο τιμών της αντίστοιχης ιδιότητας του A και η ανακατασκευή του συνόλου έτσι ώστε να εξαιρείται η συγκεκριμένη τιμή. Οι πιθανές ενέργειες που μπορούν να λάβουν χώρα στην ανακατασκευή μιας κατηγορίας δράσης στην αναπαραστασιακή δομή του πράκτορα, βάσει του τύπου της διαφοράς και της υπόθεσης που έχει γίνει, συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6). Τόσο το A , όσο και το A' κρατούνται στη μνήμη και συνδέονται μεταξύ τους, εφόσον το A' θεωρείται ως μια απόγονος δράση του A . Επομένως, βάσει των αποτελεσμάτων της επαγωγικής φάσης, ένα φαινόμενο έκπληξης θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός καινούργιου δένδρου, ως ένας μοναδικός κόμβος, ή την επέκταση ενός υπάρχοντος δένδρου της αναπαραστασιακής δομής, προσθέτοντας έναν απόγονο κόμβο στους πιο παρόμοιους (με την καινούργια δράση) κόμβους.

8.4.2.3 Η Φάση της Επαγωγής

Το καινούργιο αναπαραστασιακό περιεχόμενο θα πρέπει να είναι ανοικτό για επανεξέταση και βελτίωση, μια διεργασία που λαμβάνει χώρα στην επαγωγική φάση. Συγκεκριμένα, οι συνέπειες της υπόθεσης που διατυπώθηκε στην παραγωγική φάση παρατηρούνται στο πλαίσιο δράσης του φαινομένου έκπληξης. Σε περίπτωση αποδοχής, η συγκεκριμένη υπόθεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για λογαριασμό παρόμοιων μελλοντικών φαινομένων έκπληξης. Με αυτό τον τρόπο καθορίζεται μια νέα πεποίθηση, και εάν η υπόθεση συνεχίζει να υπάρχει (δηλαδή να ισχύει) κατά ένα μεγάλο χρονικό διάστημα της αλληλεπίδρασης του πράκτορα, θα μετατραπεί σε συνήθεια. Το τελικό ερμηνευμένο (TE) αντιπροσωπεύει μια ιδανική περίπτωση όπου η αναπαραστασιακή δομή ταυτίζεται/συμπίπτει με την πρόθεση των αντίστοιχων καταστάσεων πραγμάτων (δείτε Σχ. 40).

Ο επαγωγικός μηχανισμός του πράκτορα στο συγκεκριμένο παράδειγμα λειτουργεί ως εξής: Εάν το αντιλαμβανόμενο πλαίσιο δράσης ικανοποιεί τις προϋποθέσεις μιας δράσης και η αυτή η δράση ενέχει τουλάχιστον ένα πράκτορα, η συμπεριφορά του πράκτορα προσπαθεί να μιμηθεί τη δράση. Αυτή η μίμηση γίνεται μέσω προσπαθειών του πράκτορα να αναπαράγει τα αποτελέσματα της δράσης. Για παράδειγμα, εάν υπάρχει προσδοκούμενη αλλαγή στην θέση του πράκτορα, ο τελευταίος θα αλλάξει τη θέση του προκειμένου να ικανοποιήσει τις αλλαγές που συντελούν τα αποτελέσματα της δράσης. Ο πράκτορας χρησιμοποιεί έναν πολύ απλό μηχανισμό για να τροφοδοτηθεί από τις δράσεις που παρατηρεί. Συγκεκριμένα, σε κάθε δράση στη μνήμη αποδίδεται μιας τιμή, και όποτε μια συγκεκριμένη δράση της μνήμης, παρατηρείται στο περιβάλλον, ή είναι η πιο παραπλήσια με μια δράση που παρατηρείται στο περιβάλλον, η τιμή της αυξάνεται ενώ ταυτόχρονα μειώνονται οι τιμές των υπόλοιπων κόμβων που ανήκουν στο ίδιο

δένδρο. Οι κόμβοι των οποίων η τιμή είναι κάτω από ένα συγκεκριμένο κατώφλι τιμών, σβήνονται από τη μνήμη. Με αυτό τον τρόπο, ο τεχνητός πράκτορας καταφέρνει να ελέγχει τις υποθέσεις του, δοκιμάζοντάς τις και ενισχύοντας τις κατάλληλες για την αλληλεπίδρασή του, με αποτέλεσμα την αναδόμηση/ανακατασκευή της αναπαραστασιακής δομής του.

8.4.3 Προς μια Ολοκληρωμένη Προσέγγιση για τη Σχεδίαση Πρακτόρων με Αναπαραστασιακή Αυτονομία

Στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάστηκε ένα παράδειγμα εφαρμογής ενός μικρού μέρους του προτεινόμενου πλαισίου με σκοπό την σχεδίαση και ανάπτυξη τεχνητών πρακτόρων που επιδεικνύουν αναπαραστασιακή αυτονομία. Οι πράκτορες εξελίσσουν αναπαραστασιακές δομές αναφορικά με καινούργιες δράσεις παρατηρώντας το περιβάλλον και προσπαθώντας να αλληλεπιδράσουν με αυτό. Κάθε πράκτορας δημιουργεί τις δικές του κατηγορίες δράσης βάσει των εμπειριών του. Οι αναδυόμενες αναπαραστασιακές δομές μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν και να προσαρμοστούν σε άλλα περιβάλλοντα με παρόμοιες φυσικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά. Η δομή των σημειωτικών διεργασιών του Peirce ξεπερνάει το ΠΑΣ, εφόσον οι αντίστοιχες δομές είναι εξ' ορισμού θεμελιωμένες στον πράκτορα που τις ερμηνεύει (Fetzer, 1997; 2001). Επιπλέον, το γεγονός ότι το σημείο μιας κατάστασης πραγμάτων διαμεσολαβεί μεταξύ ενός *δυναμικού αντικειμένου* και του *ερμηνευμένου* του, παρέχει στη σημειωτική διεργασία μια δομή ενσωμάτωσης, εφόσον οι προσδοκίες του πράκτορα θεμελιώνονται στην αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον.

Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική έχει μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα, ακόμη και έναντι των προσεγγίσεων που προσπαθούν να θεμελιώσουν τις λειτουργίες και τη δομή του πράκτορα, που όπως αναφέρθηκε, αποτελούν τις προσπάθειες με τη μικρότερη δυνατή εμπλοκή του σχεδιαστή. Ειδικότερα, στη προτεινόμενη προσέγγιση, το δίκτυο των αναπαραστάσεων (που έρχεται να αντικαταστήσει εξ' ολοκλήρου το νευρωνικό δίκτυο των άλλων προσεγγίσεων) κατασκευάζεται σχεδόν από την αρχή και η δόμησή του εξαρτάται κατά πολύ μεγάλο βαθμό από τις εμπειρίες του πράκτορα και φυσικά, από την ποικιλία του περιβάλλοντος. Επίσης, οι αναπαραστασιακή δομή του πράκτορα μπορεί να αποκτήσει αυθαίρετα μεγέθη και δεν περιορίζεται από τις προδιαγραφές του αρχικού συστήματος μορφοτροπής εισόδου-εξόδου.

Ωστόσο, όπως έχει ήδη σημειωθεί, η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική δεν μπορεί να παρέχει έναν πράκτορα με αναπαραστασιακή αυτονομία. Το αρχικό πρόβλημα είναι ότι και σε αυτή την περίπτωση, το σώμα του πράκτορα είναι προσδιορισμένο από τον σχεδιαστή και επομένως, παρατηρείται και εδώ το πρόβλημα θεμελίωσης του σώματος (δείτε §8.3.3). Επίσης, δεν λαμβάνονται υπόψη στον κατάλληλο βαθμό τα δυναμικά της αυτό-οργάνωσης του πράκτορα. Αυτό είναι φυσικό επόμενο του προβλήματος θεμελίωσης του σώματος. Θα ήταν πρακτικά αδύνατο να έχουμε έναν τεχνητό πράκτορα του οποίου το σώμα να διέπεται από πραγματικά αυτό-οργανωμένα δυναμικά. Υπάρχουν αρκετές προσπάθειες στην περιοχή της TZ για τη σχεδίαση αυτό-οργανωμένων οντοτήτων, αλλά βρίσκονται ακόμη σε υπερβολικά πρώιμο στάδιο και μάλιστα, δεν στοχεύουν στην κατασκευή ολοκληρωμένων (ανθρώπινων) πρακτόρων, αλλά πολύ μικρότερων βιολογικών συστημάτων (π.χ Rocha & Hordijk, 2004). Παρόλα αυτά, η χρήση του συστημικο-θεωρητικού πλαισίου παρέχει έναν τρόπο για τη θεώρηση των δυναμικών της αυτό-οργάνωσης, καθώς και για την κλιμάκωση των γνωστικών ικανοτήτων του πράκτορα και την αντιμετώπιση του ΠΠ.

Συγκεκριμένα, στην αρχιτεκτονική που παρουσιάστηκε δεν έχουν ληφθεί καθόλου υπόψη τα χαρακτηριστικά, τόσο της κατασκευαστικής, όσο και της αλληλεπιδραστικής κλειστότητας του πράκτορα. Το σώμα του πράκτορα θα μπορούσε να αποτελείται από διάφορα δυναμικά αυτό-οργάνωσης (πέρα από το επίπεδο βασικής αυτονομίας – δείτε §5.3.1 και §5.3.2), τα οποία θα διαμόρφωναν έναν πίνακα λειτουργικών και ολοκληρωτικών νορμών (δείτε §5.3.6.1), οι οποίες με τη σειρά τους θα οδηγούσαν την κλειστότητα της σημειωτικής αλληλεπίδρασης του πράκτορα. Η αλληλεπίδραση μπορεί να αφορά σε περισσότερα από δύο χρονικά πλαίσια δράσης, έχοντας ως αποτέλεσμα την επέκταση του παραθύρου προσδοκιών του πράκτορα και επομένως,

της απόδοσής του (δείτε §5.3.6.2). Η ικανοποίηση της κατασκευαστικής και αλληλεπιδραστικής κλειστότητας (σε οποιοδήποτε επίπεδο και αν πραγματοποιείται) θα προσφέρει τη δυνατότητα κανονιστικής αξιολόγησης, η οποία με τη σειρά της θα παρέχει (στον ανάλογο βαθμό) αύξηση της ενσωμάτωσης και της αναπαραστασιακής αυτονομίας του τεχνητού πράκτορα. Επίσης, η αρχιτεκτονική αυτή δίνει τη δυνατότητα προσομοίωσης και εντοπισμού των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος και του πράκτορα που επιτρέπουν και διευκολύνουν την ανάδυση γνωστικών ικανοτήτων υψηλού επιπέδου. Η εξέλιξη των ικανοτήτων εξαγωγής συμπερασμάτων ή ακόμη περισσότερο, της ικανότητας εμπλοκής ενός τεχνητού πράκτορα σε δημιουργικές σχεδιαστικές διεργασίες, δεν θα επιτευχθεί στο άμεσο μέλλον. Ωστόσο, βάσει του πλαισίου δημιουργίας και ανάπτυξης της αυτονομίας του Κεφ. 5, της ανάλυσης της φύσης και των κομβικών σημείων της σχεδιαστικής διεργασίας και της δημιουργικότητας που πραγματοποιήθηκε στο Κεφ. 6 και των λύσεων και μεθόδων σχεδίασης και υλοποίησης που παρουσιάστηκαν στο τρέχον κεφάλαιο, φαίνεται ότι η υψηλές γνωστικές ικανότητες θα αναδυθούν μέσα από τη δυναμική και ενσωματωμένη αλληλεπίδραση ενός πράκτορα, και όχι αντιστρόφως.

8.5 Σύνοψη και Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι κυριότερες προσεγγίσεις στη σχεδίαση και υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου τεχνητού πράκτορα. Από την αρχή σημειώθηκε ότι ο όρος ‘ολοκληρωμένος’ δεν υπονοεί έναν τεχνητό πράκτορα που θα μιμείται σε μεγάλο βαθμό τις δραστηριότητες ενός ανθρώπου. Αντιθέτως, ο όρος ‘ολοκληρωμένος’ συνεπάγεται την υποστήριξη, σε ικανοποιητικό βαθμό, του συνόλου των θεμελιωδών και χαρακτηριστικών ιδιοτήτων της γνωστικής διεργασίας, αναδεικνύοντας την εξελικτική και προσαρμοστική τους διάσταση, σε διάφορους τύπους δυναμικά μεταβαλλόμενων περιβαλλόντων.

Στη συνέχεια, παρουσιάστηκε το ΠΠ ως το θεμελιώδες πρόβλημα που πρέπει να ξεπεράσουν/αντιμετωπίσουν οι διάφορες προσεγγίσεις. Υποστηρίχθηκε ότι, προς το παρόν, αναγκαστικά, το ΠΠ ανάγεται στο ΠΑΣ και γενικότερα, στο πρόβλημα της αναζήτησης τρόπων δημιουργίας, μετατροπής και εξέλιξης των αναπαραστάσεων, ενδογενώς ενός δυναμικά ενσωματωμένου και αλληλεπιδραστικού συστήματος.

Τα αποτελέσματα της θεωρητικής ανάλυσης και μοντελοποίησης της σχεδιαστικής διεργασίας και της ανάδυσης της δημιουργικότητας του Κεφ. 6, τροφοδοτούν με τις ανάλογες προϋποθέσεις τη σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων. Συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι η σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων που θα μπορούν να προσαρμοστούν στα διαρκώς μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα με τα οποία αλληλεπιδρούν, απαιτεί την εμφάνιση ενός είδους λειτουργικότητας το οποίο, πρωτίστως, θα υποστηρίξει την αναπαραστασιακή αυτονομία του πράκτορα. Το τελευταίο, σε συνδυασμό με την ανάγκη αντιμετώπισης του ΠΑΣ, δηλαδή την απαίτηση υποστήριξης γνήσια αναδόμενων αναπαραστάσεων από τον τεχνητό πράκτορα, οδήγησε στο συμπέρασμα ότι αναπαραστασιακή αυτονομία του τελευταίου θα πρέπει, τόσο να μοντελοποιείται, όσο και να αναδύεται, από τη λειτουργική αυτονομία του συστήματος, όπως και στην περίπτωση των ζωντανών συστημάτων.

Βάσει των παραπάνω, έγινε μια προσπάθεια αξιολόγησης των βασικότερων προσεγγίσεων της ΕΓΔ να κατασκευάσουν ολοκληρωμένους, ως προς την αναπαραστασιακή τους αυτονομία, τεχνητούς πράκτορες. Όλες οι προσπάθειες στοχεύουν στην επίλυση του γενικότερου προβλήματος θεμελίωσης, αναφορικά με το οποίο γίνεται κριτική παρουσίαση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τους. Ειδικότερα, διακρίνονται οι προσπάθειες φυσικής θεμελίωσης του πράκτορα και θεμελίωσης της συμπεριφοράς του, της θεμελίωσης μέσω μηχανικής σχεδίασης των λειτουργιών του, της θεμελίωσης των λειτουργιών και των δομών ελέγχου του, και των υβριδικών προσεγγίσεων. Αν και μερικές από αυτές τις προσεγγίσεις επιτυγχάνουν έναν βαθμό θεμελίωσης των λειτουργικών δομών του πράκτορα, καμία δεν προσφέρεται για την ανάδυση αναπαραστασιακής αυτονομίας, αλλά ούτε ως μια γενικότερη πλατφόρμα σχεδίασης και υλοποίησης ολοκληρωμένων τεχνητών πρακτόρων.

Το κεφάλαιο κλείνει με την παρουσίαση μιας προσπάθειας χρήσης ενός μικρού μέρους του προτεινόμενου πλαισίου, για την εδραίωση μιας αρχιτεκτονικής υλοποίησης ολοκληρωμένων τεχνητών πρακτόρων, η οποία έχει ως σκοπό την όσο το δυνατόν περισσότερο αυτόνομη (δηλαδή όσο τον δυνατόν λιγότερο εξαρτημένη από τον σχεδιαστή) υποστήριξη του πράκτορα, σε όλο τον προσδόκιμο κύκλο των αλληλεπιδράσεών του. Σημειώθηκαν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, καθώς και οι ελλείψεις της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής προκειμένου να μπορέσει να αποτελέσει βασική πλατφόρμα για μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων που διέπονται από αναπαραστασιακή αυτονομία. Υποστηρίχτηκε ότι σε αντίθεση με τις υπόλοιπες προσεγγίσεις σχεδίασης και υλοποίησης τεχνητών πρακτόρων, οι συστημικο-θεωρητικές καταβολές της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής (εφόσον βασίζεται πλήρως στο πλαίσιο του Κεφ. 5) μπορούν να την εξελίσσουν σε μια πλατφόρμα σχεδίασης υλοποίησης και ελέγχου ολοκληρωμένων τεχνητών πρακτόρων.

9 Επίλογος

Στο Κεφ. 1 παρουσιάστηκαν αναλυτικά οι συνθήκες που κάνουν το νόημα μία από τις πιο θεμελιώδεις και ταυτόχρονα δύσκολες έννοιες για ένα μεγάλο εύρος επιστημονικών περιοχών, όπως οι ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες, η φιλοσοφία, η γνωστική επιστήμη και η ψυχολογία, οι θεωρητικές και τεχνικές πτυχές της τεχνητής νοημοσύνης (TN) και της τεχνητής ζωής (TZ). Τελευταία, σε αρκετά μικρότερο βαθμό, αλλά με μεγάλη ένταση, η έννοια του νοήματος φαίνεται να εισέρχεται αρκετά δυναμικά στις επιστήμες της ζωής και ειδικότερα στη θεωρητική βιολογία. Αρχικά, όπως θα ήταν αναμενόμενο και ιδιαίτερα, λόγω του μεγάλου επηρεασμού των ανθρώπων από τη γλώσσα, την οποία χρησιμοποιούν προκειμένου να εκφράσουν διάφορα νοήματα, η ερευνητική κοινότητα θεωρούσε ότι το νόημα είναι μια έννοια που αφορά σχεδόν αποκλειστικά τα ανθρώπινα συστήματα. Μια βαθύτερη παρατήρηση αποκάλυπτει, ότι η ανάγκη εισαγωγής της έννοιας του νοήματος προκύπτει από την δυνατότητα ύπαρξης διαφορετικών αντιδράσεων/συμπεριφορών δύο ή περισσότερων ανθρώπων στα ίδια εξωτερικά ερεθίσματα. Δεδομένου ότι η ίδια παρατήρηση ισχύει και για άλλα ζωντανά συστήματα, μπορεί κανείς να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι:

- γενικότερα, η έννοια του νοήματος διέπει τις συμπεριφορές των ζωντανών συστημάτων.

Συγκεκριμένα, το νόημα φαίνεται να αποτελεί τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς ενός ζωντανού συστήματος, το οποίο προσπαθεί να γνωρίσει τον κόσμο μέσα στον οποίο πράττει, έτσι ώστε να επιτύχει τους σκοπούς του. Επομένως:

- το νόημα είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τη συμπεριφορά των γνωστικών συστημάτων (ή αλλιώς, πρακτόρων), όταν αυτά/αυτοί ενεργούν ένσκόπα και εκ προθέσεως με το περιβάλλον τους.
- συνολικότερα, το νόημα οδηγεί την εκ προθέσεως συμπεριφορά των ένσκόπων γνωστικών συστημάτων.

Όπως φάνηκε από την ανάλυση στο Κεφ. 1, η τελευταία πρόταση, αν και πλήρης όσον αφορά στο χαρακτηριστικό γνώρισμα του νοήματος, δεν παρέχει τίποτα παραπάνω από μια συμπεριφερσιακή εξαγωγή συμπεράσματος σχετικά με τη δράση των γνωστικών συστημάτων. Σε αυτό το επίπεδο της ανάλυσης, η έννοια του νοήματος είναι το πέπλο που ντύνει το μαύρο κουτί των ενεργειών ενός πράκτορα, με τέτοιο τρόπο, ώστε κάθε διαφορά των ενεργειών δύο ή περισσότερων πρακτόρων να οφείλεται στα διαφορετικά νοήματα που φέρουν οι τελευταίοι. Σε αυτό το επίπεδο, το μόνο προφανές είναι η σύνδεση του νοήματος με τη γνωστική διεργασία ενός πράκτορα. Επομένως:

- ο τρόπος με τον οποίο οι πράκτορες απέκτησαν τα οποιαδήποτε νοήματα, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο τα νοήματα αυτά επηρεάζουν τη δράση των αντίστοιχων πρακτόρων, δεν μπορούν να εξηγηθούν στο επίπεδο της συμπεριφοράς.

Όπως παρουσιάστηκε στο Κεφ.1 για να ξεπεραστεί το συγκεκριμένο πρόβλημα, οι διάφοροι μελετητές του νοήματος είχαν να επιλέξουν μεταξύ δύο δρόμων. Ο πρώτος ήταν να προσπαθήσουν να περιγράψουν και να εξηγήσουν τι συμβαίνει στο εσωτερικό του πράκτορα όταν αυτός εμπλέκεται σε γνωστικές διεργασίες με το περιβάλλον του. Πρωταρχικό βήμα προς αυτή την κατεύθυνση ήταν:

- η υπόθεση ύπαρξης διαφόρων δομικών οντοτήτων, οι οποίες εντοπίζονταν κυρίως στον εγκέφαλο του πράκτορα, και οι οποίες με κάποιο τρόπο οδηγούσαν την συμπεριφορά του. Οι οντότητες αυτές είχαν λειτουργικό χαρακτήρα και το σημαντικότερο, θεωρούταν ότι βρίσκονταν σε πλήρη αντιστοιχία με τις διάφορες καταστάσεις πραγμάτων (αντικείμενα), προς τις οποίες έπραττε ο πράκτορας.
- Η αντιστοίχιση αυτή θεωρούταν ως πληροφορία του πράκτορα για τη συγκεκριμένη κατάσταση πραγμάτων και η αντίστοιχη λειτουργική δομή ως εσωτερική αναπαράσταση

του συστήματος αναφορικά με την αντίστοιχη κατάσταση πραγμάτων του περιβάλλοντός του.

- Οι διαφορετικές συσχετίσεις των εσωτερικών αναπαραστάσεων ενός πράκτορα συνιστούν τη γνωστική διεργασία του, δηλαδή τη σκέψη του, που έχει ως αποτέλεσμα την εσωτερική παραγωγή ενός *αναπαραστασιακού περιεχομένου*, το οποίο με τη σειρά του οδηγεί πλήρως τη συμπεριφορά του πράκτορα σε σχέση με τις αντίστοιχες καταστάσεις πραγμάτων.

Στην ακραία έκδοση αυτής της θεώρησης, οι εξωτερικές καταστάσεις πραγμάτων αποτελούν μια σταθερή και παγιωμένη λίστα αντικειμένων, για την φύση και την ουσία των οποίων, τελικά, θα αποφανθεί η επιστήμη. Σε αυτή την περίπτωση, αν το περιεχόμενο των σκέψεων των πρακτόρων δεν ταυτίζεται με αυτή τη λίστα, οι τελευταίοι κάνουν λάθος σκέψεις ή δεν σκέφτονται αναφορικά με πραγματικά αντικείμενα.

Ο δεύτερος δρόμος έρχεται να απορρίψει την προαναφερθείσα απολυτότητα του πρώτου, αποδίδοντας σημαντικές ιδιότητες στα αντικείμενα στα οποία αναφέρεται ο πράκτορας. Συγκεκριμένα:

- το εξωτερικό περιβάλλον παίζει σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό του νοήματος του πράκτορα, σε τέτοιο βαθμό που το μεγαλύτερο μέρος του περιεχομένου των αναπαραστάσεών του καθορίζεται από την εξωτερική κατάσταση πραγμάτων (*ευρύ περιεχόμενο*), ενώ,
- η εσωτερική του λειτουργική κατάσταση συμπληρώνει το μικρότερο τμήμα (*στενό περιεχόμενο*) του συνολικού του νοήματος.

Σε αυτή την περίπτωση, η πληροφορία προσκομίζεται στο σύστημα από το περιβάλλον του και το νόημα του συστήματος ανάγεται στην επεξεργασία και συσχέτιση των διαφόρων πληροφοριών. Επιπλέον, αν κανείς θεωρήσει ότι οι εξωτερικές καταστάσεις πραγμάτων δεν συνιστούν μια στατική λίστα, αλλά ολοένα μεταβάλλονται και εξελίσσονται, γίνεται προφανές το επίπεδο της πολυπλοκότητας που αντιμετωπίζει οποιαδήποτε θεώρηση της έννοιας του νοήματος στη δράση των γνωστικών πρακτόρων.

Ο συνδυασμός των δύο δρόμων καταλήγει στο ότι:

- *μια εκ προθέσεως συμπεριφορά ενός ένσκοπου πράκτορα εξαρτάται από την αντιστοίχιση μεταξύ των αναπαραστασιακών δομών στο εσωτερικό του πράκτορα και των εξωτερικών αντικειμένων του περιβάλλοντος.*

Η καταλληλότητα της αντιστοίχισης εξαρτάται από το αναπαραστασιακό περιεχόμενο του πράκτορα, το οποίο διαμορφώνεται τόσο από το εσωτερικό του (την οργάνωση την οποία έχει ο πράκτορας επιλέξει) όσο και από το εξωτερικό του (το είδος, οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου αναφορικά με το οποίο πράττει). Το αναπαραστασιακό περιεχόμενο αποτελεί το νόημα του πράκτορα. Από τη στιγμή που το περιβάλλον του πράκτορα παίζει τουλάχιστον εξίσου σημαντικό ρόλο με το εσωτερικό του στη διαμόρφωση του νοήματος, ο πράκτορας δεν δρα μονόδρομα προς το περιβάλλον, αλλά *αλληλεπιδρά* με αυτό. Ως εκ τούτου:

- *το νόημα οδηγεί την εκ προθέσεως αλληλεπίδραση του ένσκοπου πράκτορα με το περιβάλλον του, με τέτοιο τρόπο που προφανώς συνδέεται άμεσα, τόσο με την δημιουργία και παραγωγή όσο και με την εξέλιξη και μετατροπή του νοήματος, αλλά και του ίδιου του πράκτορα, αντιστοίχως και ταυτοχρόνως.*

Είναι φανερό ότι τα παραπάνω διαμόρφωσαν την αρχική εικόνα του προβλήματος, αλλά δεν μπόρεσαν να απαντήσουν σε πιο πρακτικές ερωτήσεις αναφορικά με τη δημιουργία, εξέλιξη και μετατροπή του νοήματος και ταυτόχρονα του πράκτορα. Ειδικότερα, σε αυτό το σημείο της ανάλυσης, είχε προσδιοριστεί η σπουδαιότητα του εσωτερικού του πράκτορα και της συμπεριφοράς του αναφορικά με διάφορες καταστάσεις πραγμάτων του περιβάλλοντος, αλλά δεν είχαν υποδειχτεί οι μηχανισμοί που υποστηρίζουν την εκάστοτε συμπεριφορά του και οι οποίοι οδηγούν στην ξεχωριστή αλληλεπίδρασή του με διάφορα αντικείμενα του περιβάλλοντος.

Παρόλα αυτά, η αμεσότητα και η σπουδαιότητα της σχέσης της έννοιας του νοήματος με τις προαναφερθείσες επιστημονικές/ερευνητικές περιοχές θα πρέπει να είναι πλέον εμφανής. Γενικότερα,

- το νόημα οδηγεί την αλληλεπίδραση των ζωντανών και έλλογων συστημάτων και επομένως, αποτελεί το βασικό κλειδί για την ανάλυση, εξήγηση και μοντελοποίηση κοινωνικών, επικοινωνιακών, γνωστικών, ψυχολογικών, ακόμη και βιολογικών καταστάσεων, και γενικότερα, καταστάσεων οι οποίες αφορούν την αλληλεπίδραση ενός πράκτορα με το περιβάλλον του ή με άλλους πράκτορες.
- Οποιοδήποτε πλαίσιο εξήγησης της δημιουργίας και της εξέλιξης του νοήματος ενός πράκτορα, το οποίο ορίζεται στο γενικότερο επίπεδο της περιγραφής της παρατήρησης της αποτελεσματικότητας της δράσης του νοήματος και όχι της κατασκευής του, δεν μπορεί να ανταπεξέλθει στις ανάγκες που θέτουν οι επιστημονικές περιοχές που προαναφέρθηκαν.

Οι τελευταίες χρειάζονται ένα θεωρητικό πλαίσιο που εκτός από το να εξηγεί και να περιγράφει τις ενέργειες ενός πράκτορα, οφείλει να επεξηγεί τους μηχανισμούς μέσα από τους οποίους παράγεται η όποια αλληλεπίδραση. Αυτό κρίνεται αναγκαίο από τη στιγμή που στις ποικίλες περιπτώσεις αλληλεπίδρασης ενός πράκτορα με το περιβάλλον του ή με άλλους πράκτορες, η γνώση των λειτουργιών των εμπλεκόμενων πρακτόρων θα οδηγήσει στην λεπτομερέστερη εξέταση της δημιουργίας, ανάπτυξης και μετατροπής του νοήματος που φέρουν. Κατ' επέκταση, θα συνεισφέρει άμεσα στην καλύτερη εξήγηση και πρόβλεψη της ένσκοπης συμπεριφοράς των πρακτόρων, θα αποτελέσει σημείο αναφοράς του προσδιορισμού των προθέσεων τους (καθώς και των παραγόμενων πεποιθήσεων και αξιών), αλλά επίσης, θα αποτελέσει ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο για τη σχεδίαση αντίστοιχων ένσκοπων τεχνητών πρακτόρων.

Έτσι, όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε στο Κεφ. 2, κυρίως οι φιλόσοφοι και οι γνωστικοί επιστήμονες, προσπάθησαν να εδραιώσουν θεωρητικά πλαίσια, τα οποία είχαν ως βασικό στόχο την εξήγηση της γνωστικής διεργασίας, σε τέτοιο βαθμό που να ικανοποιούνται αρκετές από τις παραπάνω προϋποθέσεις. Ορμώμενοι και βαθειά επηρεασμένοι από τις θεμελιώδεις φιλοσοφικές προσεγγίσεις σχετικά με την εξήγηση της γνωστικής διεργασίας, κινήθηκαν προς τη δημιουργία γνωστικών πλαισίων που δίνουν έμφαση στο εσωτερικό ή στο εξωτερικό του πράκτορα. Ο πυρήνας των πλαισίων αυτών είναι οι εσωτερικές αναπαραστάσεις του συστήματος, οι οποίες φέρουν πληροφορίες αναφορικά με μια εξωτερική κατάσταση πραγμάτων. Το περιεχόμενο της κάθε αναπαράστασης διαμορφώνεται είτε από το εσωτερικό, είτε από το εξωτερικό του πράκτορα.

Στην ακραία, αλλά ιδιαίτερα δημοφιλή και διαδεδομένη έκδοση των 'εσωτεριστικών' γνωστικών πλαισίων, το λεγόμενο, *συμβολικό ή υπολογιστικό πλαίσιο*, (το οποίο ανήκει στην γενικότερη κατηγορία των *κογνιτιβιστικών πλαισίων*) και τα αντίστοιχα μοντέλα, θεωρούν τον πράκτορα ως ένα σύστημα που επεξεργάζεται σύμβολα βάσει υπολογιστικών κανόνων. Τα σύμβολα αυτά αντιπροσωπεύουν τα αντικείμενα του περιβάλλοντος και οι διάφοροι υπολογισμοί αντιστοιχούν στις σκέψεις του συστήματος βάσει των οποίων ενεργεί στα αντίστοιχα αντικείμενα. Η συγκεκριμένη ιδέα έχει οδηγήσει:

- στη θεώρηση του νοήματος ενός πράκτορα ως ένα σύνολο συμβόλων και του ίδιου του πράκτορα ως ένα πρόγραμμα που τα επεξεργάζεται.
- στη θεώρηση ότι το νόημα, αλλά και ο ίδιος ο πράκτορας, δεν εξαρτώνται από το συγκεκριμένο υπόστρωμα (πλατφόρμα) στο οποίο υλοποιούνται οι διάφοροι υπολογισμοί, αλλά το μόνο που χρειάζεται είναι να πραγματοποιούνται οι επιθυμητοί υπολογισμοί.

Η κατά κάποιο τρόπο εντελώς απενσωματωμένη έκφανση του υπολογιστικού/συμβολικού μοντέλου ενός πράκτορα παρέχει μια σαφής εξήγηση του μηχανισμού συμπεριφοράς του, αλλά θέτει σκληρούς περιορισμούς στο εύρος του αναπαραστασιακού περιεχομένου και αποδίδει την προέλευσή του σε έναν άλλο πράκτορα εκτός του συστήματος, που παίζει τον ρόλο του

σχεδιαστή του. Το εν λόγω περιεχόμενο θεωρείται συγκεκριμένο και άμεσα συνδεδεμένο με το περιβάλλον, τα αντικείμενα του οποίου είναι συγκεκριμένα και καθολικά, ως προς τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά τους. Όπως αναλυτικά αναφέρθηκε στο Κεφ. 2:

- Η *θεμελίωση/αγκίστρωση του νοήματος* αποτελεί το πρωταρχικό πρόβλημα των κογνιτιβιστικών πλαισίων με άμεσες και έμμεσες συνέπειες που εκδηλώνονται μέσω του *προβλήματος πλαισίου*.

Ακολουθώς:

- τα παραπάνω χαρακτηριστικά του υπολογιστικού και γενικότερα, του κογνιτιβιστικού πλαισίου, δημιουργούν αρκετά προβλήματα στην θεωρητική εδραίωση ενός γνωστικού πλαισίου, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να υποστηριχθούν οι κατάλληλες προϋποθέσεις για τη δημιουργία, εξέλιξη και μετατροπή του νοήματος αλλά και των αντίστοιχων πρακτόρων.

Τα προβλήματα αυτά έρχονται να αντιμετωπίσουν οι εναλλακτικές προτάσεις των 'εξωτεριστικών' πλαισίων. Τα πλαίσια αυτά:

- θεμελιώνουν την εξωτερική διαμόρφωση του αναπαραστασιακού περιεχομένου στην *εξελικτική ιστορία* ή στην *αιτιολογική ιστορία εκμάθησης* των πρακτόρων.

Με αυτό τον τρόπο προσπερνούν το πρόβλημα της αγκίστρωσης των αναπαραστάσεων τους, αλλά και το πρόβλημα πλαισίου, εφόσον ο εξελικτικός πράκτορας είναι εξ' ορισμού παρών σε όλες τις αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον του και η διαμόρφωσή του αντανακλά την εξέλιξή του. Ωστόσο,

- η επίκληση της ιστορίας των αλληλεπιδράσεων ενός πράκτορα μπορεί να παρέχει εξηγήσεις σχετικά με τη φύση και το είδος του νοήματος βάσει του οποίου ενεργεί, αλλά δεν παρέχει καμία εξήγηση του μηχανισμού με τον οποίο δημιουργήθηκε το νόημα αυτό και
- η απόδοση της συνολικής ευθύνης για την εξέλιξη του πράκτορα, στον μηχανισμό της φυσικής επιλογής, έχει ως αποτέλεσμα τη θεώρηση ενός είδους λειτουργικότητας που δεν αφήνει σχεδόν κανένα περιθώριο αυτόνομης και δημιουργικής δράσης από τον ίδιο τον πράκτορα.

Ως εκ τούτου:

- τα *εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια* δεν καταφέρνουν να εδραιώσουν ένα γνωστικό πλαίσιο που να παρέχει ικανοποιητικές εξηγήσεις σχετικά με τους μηχανισμούς παραγωγής της αλληλεπίδρασης του πράκτορα με το περιβάλλον.

Ωστόσο, οδηγούν τη θεώρηση της γνωστικής διεργασίας σε μια άλλη βάση προϋποθέσεων, η οποία φαίνεται να αντιμετωπίζει αρκετά από τα προβλήματα των κογνιτιβιστικών πλαισίων. Συγκεκριμένα, τα τελευταία είχαν ως βασική αρχή τον *αναγωγισμό*, κατά τον οποίο ο κόσμος αποτελείται από στατικά αντικείμενα με συγκεκριμένες ιδιότητες. Τα αντικείμενα αυτά συνδέονται και φτιάχνουν μεγαλύτερα αντικείμενα, οι ιδιότητες των οποίων εξαρτώνται από τις συγκεκριμένες ιδιότητες των επιμέρους στοιχείων τους (των αρχικών αντικειμένων). Τα προβλήματα της αρχής του αναγωγισμού είναι πολλά και σημαντικά, ιδιαίτερα όταν κανείς προσπαθεί να την εφαρμόσει στην ανάλυση και εξήγηση πολύπλοκων φαινομένων, όπως αυτό της νόησης. Τα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια έχουν ως βασικό στόχο:

- την κάλυψη του κενού μεταξύ της φιλοσοφίας της νόησης και των φυσικών επιστημών, χωρίς να αναγκαστούν να προσφύγουν στον αναγωγισμό.

Η απάντησή τους στην προκατάληψη της απόλυτης προβλεπτικότητας/προφητικότητας είναι η αρχή του *νατουραλισμού*, βάσει της οποίας,

- δεν μπορεί να βασιστεί κανείς στα δεδομένα της παρατήρησης προκειμένου να περιγράψει και να εξηγήσει τη συμπεριφορά ενός συστήματος, αλλά θα πρέπει επίσης να

κοιτάζει μέσα στο σύστημα και να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο αυτό λειτουργεί και επιλέγει να ενεργεί.

Επομένως, τα αντίστοιχα μοντέλα των πρακτόρων θα πρέπει να υποστηρίζουν την δημιουργία νατουραλιστικών αναπαραστάσεων και του αντίστοιχου περιεχομένου.

Παράλληλα με την εισαγωγή του νατουραλισμού ως μια βασική προϋπόθεση της θεώρησης των γνωστικών πλαισίων, επιστήμονες και ερευνητές της θεωρητικής βιολογίας και γενικότερα των επιστημών της ζωής, προσπάθησαν να θεμελιώσουν την γενική έννοια του νοήματος και τους βασικούς μηχανισμούς της γνωστικής διεργασίας, στις αρχές και θεωρίες της βιολογίας και της κυβερνητικής. Συγκεκριμένα, και όπως αναλυτικά παρουσιάστηκε και εξηγήθηκε στο Κεφ. 3, η ανάγκη για βιολογική θεμελίωση της θεώρησης της νόησης και της γενικότερης προσαρμοστικής συμπεριφοράς ενός συστήματος, είναι απολύτως συμβατή με την αρχή του νατουραλισμού, εφόσον προσεγγίζει την πολυπλοκότητα του θέματος από 'κάτω-προς-τα-πάνω' σε σχέση, τόσο με την εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων στην φυσική ιστορία του συστήματος όσο και με τους διάφορους βιολογικούς μηχανισμούς (νευρικό σύστημα/δίκτυο, το νευροενδοκρινικό σύστημα και το συνολικότερο σώμα των συστημάτων) που παράγουν γνωστική συμπεριφορά. Ορόσημο των συγκεκριμένων προσεγγίσεων αποτελεί:

- το *συστημικό-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης*, το οποίο υιοθετεί μια οπτική πρώτου προσώπου μέσα από παρατηρήσεις 2^{ης} τάξης (δηλαδή παρατηρήσεις, οι οποίες προσπαθούν να κατανοήσουν τα συστήματα που εμπλέκονται σε διεργασίες παρατήρησης).

Το συγκεκριμένο πλαίσιο εισάγει πολλές ριζοσπαστικές και καινοτόμες ιδέες και έννοιες, με σημαντικότερες αυτές της *διάκρισης*, της *παρατήρησης*, της *κλειστότητας* και της *αλληλεπιδραστικής σύζευξης συστήματος-περιβάλλοντος*. Στη φιλοσοφική του έκφανση ταυτίζεται με τον *κονστрукτιβισμό* και συνεπώς, η θεμελιώδης θέση του είναι ότι τα αντικείμενα της παρατήρησης ενός συστήματος δεν αναφέρονται άμεσα στον πραγματικό κόσμο, αλλά *κατασκευάζονται* ως αποτέλεσμα μιας αναδρομικής επανάληψης γνωστικών και κιναισθητικών διεργασιών, η οποία πραγματοποιείται στη σύζευξη περιβάλλοντος-συστήματος. Ο 'μηχανισμός' που ευθύνεται για αυτού του είδους τις εσωτερικές και οργανωσιακά κλειστές κατασκευές, δεν συμπεριλαμβάνει κανένα κεντρικό επεξεργαστή/διαχειριστή για να ελέγχει τη συμπεριφορά του συστήματος. Αντιθέτως, υπονοείται ένα κατανεμημένο και λειτουργικά ολοκληρωμένο δίκτυο αναδρομικά επαναλαμβανόμενων διεργασιών, μέσα από τις οποίες *αναδύεται* μια λογικά συνεπής συμπεριφορά ως ένα συνολικό παράγωγο του συστήματος. Στο Κεφ. 3 σημειώθηκε ότι:

- η συγκεκριμένη ιδιότητα ενδογενούς κατασκευής λειτουργικών οργανώσεων και ταυτόχρονης ταξινόμησης του περιβάλλοντος, από το ίδιο το σύστημα, ονομάζεται *αυτό-οργάνωση*.

Βάσει της ανάλυσης του Κεφ. 3, θα πρέπει να είναι πλέον φανερό ότι:

- η θεώρηση των *αυτό-οργανωμένων συστημάτων* προσδίδει στα τελευταία ένα μεγάλο βαθμό *αυτονομίας* (ο οποίος δεν συναντάται ούτε στα κογνιτιβιστικά, αλλά ούτε στα εξελικτικά/αιτιολογικά πλαίσια).

Όμως, η αυτονομία του συστήματος δεν έρχεται δωρεάν, αλλά προσδίδει έναν πολύ μεγάλο βαθμό πολυπλοκότητας στο σύστημα, ο οποίος με τη σειρά του εισάγει περιορισμούς στη δυνατή ανάλυση και τον εντοπισμό των λειτουργικών χαρακτηριστικών των δομών του. Ειδικότερα,

- η θεώρηση των γνωστικών συστημάτων ως συστήματα 2^{ης} τάξης και του νοήματος ως αποτέλεσμα των κατασκευαστικών αυτό-οργανωτικών διεργασιών που οδηγούν τη δομική σύζευξη συστήματος-περιβάλλοντος, απορρίπτει κάθε προσπάθεια αναγωγιστικής ανάλυσης των αντίστοιχων φαινομένων.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η εν λόγω προσέγγιση, ανοίγει για τα καλά το μαύρο κουτί του γνωστικού συστήματος, εφόσον αναζητά και προσφέρει έναν υποψήφιο μηχανισμό που υποστηρίζει τη συμπεριφορά του γνωστικού συστήματος, ενώ παράλληλα, δεν προϋποθέτει, ούτε

προκαθορίζει το 'λεξιλόγιο' με το οποίο επιλέγει το κάθε σύστημα να διαμορφώσει τις διάφορες καταστάσεις πραγμάτων του περιβάλλοντος και να αναφερθεί σε αυτές. Με άλλα λόγια:

- το εκάστοτε γνωστικό σύστημα κατασκευάζει το νόημά του βάσει των δράσεων και των ενεργειών του στο περιβάλλον.

Έτσι, το περιβάλλον παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην αυτό-οργάνωση του συστήματος, εφόσον κατά κάποιο τρόπο, επιλέγεται από το ίδιο το σύστημα όταν αυτό προβαίνει σε διακρίσεις, οι οποίες έχουν ταυτόχρονα περιεκτικό (προσδιορισμός των στοιχείων που ανήκουν στο σύστημα) και αποκλειστικό (προσδιορισμός των στοιχείων που δεν ανήκουν στο σύστημα και επομένως, αποτελούν το περιβάλλον και ανήκουν σε αυτό) χαρακτήρα.

Η καθαρά βιολογική υλοποίηση αυτών των διακρίσεων ονομάστηκε *αυτοποίηση* και αποτέλεσε την πρώτη προσπάθεια ορισμού του φαινομένου της ζωής και των διεργασιών των ζωντανών συστημάτων, μέσα από ένα γενικότερα συστημικό πρίσμα. Βάσει του *αυτοποιητικού πλαισίου*,

- οι διάφοροι συμβολισμοί και οι αντίστοιχες αναπαραστάσεις με το περιεχόμενό τους, αποτελούν υποκειμενικά κατασκευάσματα, τα οποία δεν χρησιμεύουν καθόλου στην εξήγηση των ζωντανών και γνωστικών συστημάτων, εφόσον τα τελευταία αποτελούνται από δίκτυα βίο-χημικών διεργασιών υψηλής αλληλοσύνδεσης, τα οποία αυτό-οργανώνονται με αποτέλεσμα την αυτοποίηση των ζωντανών και γνωστικών συστημάτων.

Έτσι, για την θεωρία της αυτοποίησης,

- *η νόηση ταυτίζεται με τη ζωή και η πράξη με τη γνωστική διεργασία και την κατασκευή νοημάτων.*

Επομένως, η αποδοχή της συμβολικής και αναπαραστασιακής διάστασης θεωρείται παραπλανητική για τον εκάστοτε παρατηρητή/μελετητή, εφόσον τα ζωντανά/γνωστικά συστήματα δεν αναπαριστούν το περιβάλλον, αλλά αντιθέτως, το κατασκευάζουν μέσω των ισορροπιών που παράγονται από τα δυναμικά, τα οποία συνιστώνται από τα βίο-χημικά δίκτυα των συγκεκριμένων συστημάτων.

- *Η θεωρία της αυτοποίησης είναι η πρώτη σημαντική προσπάθεια θεώρησης της αυτονομίας ενός ζωντανού/γνωστικού συστήματος μέσα από τα χαρακτηριστικά της λειτουργικής οργάνωσής του.*

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί, ότι ο εντοπισμός του σημείου εκκίνησης της γνωστικής διεργασίας στο επίπεδο της ζωής, αποφεύγει την αποκλειστική εξήγηση και μοντελοποίηση των γνωστικών ικανοτήτων και χαρακτηριστικών υψηλού επιπέδου, όπως της πρόθεσης, των πεποιθήσεων, των αξιών και των επιθυμιών του πράκτορα. Αντιθέτως, πρωταρχικό μέλημα των συστημικο-θεωρητικών προσεγγίσεων της κυβερνητικής είναι:

- η θεώρηση και μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών που προσδίδουν την ιδιότητα της ζωής στο σύστημα, μέσα από την οποία αρχίζει να γνωρίζει και να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του.

Υπό αυτή την οπτική, είναι προτιμότερο:

- να αναφέρεται κανείς στο εκάστοτε σύστημα ως αυτόνομο/αυτό-οργανωτικό ή ακόμη και γνωστικό και στη συνέχεια, όταν θα αρχίσει να αναπτύσσει γνωστικές ιδιότητες υψηλού επιπέδου (ιδιότητες που θα θυμίζουν αυτές των εξελιγμένων ζωντανών συστημάτων) ως (γνωστικό) *πράκτορα*.

Το αυτοποιητικό πλαίσιο έδωσε μια νέα και ισχυρή πνοή στην αντίληψη της γνωστικής διεργασίας και στη θεμελίωσή της στα χαρακτηριστικά της δράσης ενός ζωντανού οργανισμού. Ωστόσο,

- η θεώρηση των υπεύθυνων ‘μηχανισμών’ για την διεξαγωγή των αυτοποιητικών διεργασιών, δεν παρέχουν μεγάλη ευελιξία στην ανάλυση, περιγραφή και μοντελοποίηση γνωστικών διεργασιών, πέρα από το επίπεδο της δράσης-αντίδρασης.

Επιπλέον,

- η απολυτότητα της αυτοποιητικής τομής, προσδιορίζει την αυτονομία αλλά και το νόημα του συστήματος ως μια απόλυτη και σταθερή ποσότητα/ποιότητα, η οποία, είτε κατέχεται είτε δεν κατέχεται από το σύστημα.

Έτσι, διάφοροι υποστηρικτές της αυτό-οργανωτικής, αλλά ταυτόχρονα όχι άμεσα εξαρτημένης από τη ζωή, φύσης της γνωστικής διεργασίας, προσπάθησαν να δώσουν μια δυναμική εξήγηση στη νόηση και στο νόημα, φτιάχνοντας μοντέλα εμπνευσμένα από τα δυναμικά του εγκεφάλου.

Στη γενικότερη περίπτωση της *θεωρίας δυναμικών συστημάτων*, οι λειτουργίες που προσπαθεί άμεσα να αναπαραστήσει και να υπολογίσει το κογνιτιβιστικό πλαίσιο, θεωρούνται ως *αναδύομενες ιδιότητες των δυναμικών του συστήματος*. Συγκεκριμένα, ένα δυναμικό γνωστικό σύστημα θεωρείται ως το σύνολο δικτύων απλών στοιχείων με υλική υπόσταση, τα οποία ακολουθούν απλούς κανόνες μη-γραμμικής μετάβασης και των οποίων η δυναμική συνολική συμπεριφορά εξαρτάται από έναν αριθμό (μικρό σε σχέση με τον αριθμό των στοιχείων του συστήματος) δυναμικών περιοχών έλκυσσης (ελκυστήρες του συστήματος).

Η διεργασία που οδηγεί το σύστημα από την αρχική του κατάσταση σε έναν από τους ελκυστήρες αντιμετωπίζεται ως μια διεργασία αυτό-οργάνωσης. Οι εν λόγω ελκυστήρες δεν εντοπίζονται σε ξεχωριστά συστατικά του συστήματος, αλλά είναι *κατανεμημένοι σε ολόκληρο το δίκτυο και υπερθετούμενοι στην τρέχουσα υποκείμενη οργάνωση*. Για τα εξελικτικά συστήματα, η συγκεκριμένη οπτική οδηγεί στη θεώρηση της ζωής ως μια ιδιότητα που εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την αυθόρμητη οργάνωση της τάξης (μέσα από το χάος) του συστήματος, η οποία λαμβάνει χώρα ανεξαρτήτως της επιρροής της φυσικής επιλογής. Επιπροσθέτως, κάτω από αυτή τη δυναμική οπτική, η εξέλιξη θεωρείται ότι περιορίζεται από τις δυναμικές τροχιές των συστημάτων, δηλαδή από την ιστορία της ευρύτερης περιοχής των ελκυστήρων των συγκεκριμένων δυναμικών τους, κατά τη διάρκεια της εξωτερικής παρενόχλησης της δομής του συστήματος. Αυτό συνεπάγεται την περιορισμένη ανάδυση των εκφάνσεων του φαινοτύπου του εκάστοτε συστήματος, ασχέτως της δυνατότητας προσαρμογής τους στο περιβάλλον. Με άλλα λόγια, μπορούν να παραχθούν οι εκφάνσεις αυτές, η ανάδυση των οποίων υποστηρίζεται από το σύνολο των πιθανών δυναμικών ισορροπιών μιας συγκεκριμένης δυναμικής τροχιάς. Παρόμοια, στα γνωστικά συστήματα, θα μπορούσαν να αναγνωριστούν και να ταξινομηθούν (δηλαδή να παραχθούν οι αντίστοιχες εσωτερικές κατασκευές), μόνο οι πτυχές του περιβάλλοντος, των οποίων η αλληλεπίδραση με το σύστημα θα οδηγήσει το τελευταίο σε μια εσωτερική δυναμική ισορροπία.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, κάθε διάκριση/παρατήρηση (κατασκευή) που γίνεται από ένα σύστημα κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, μέσω των διεργασιών αυτό-οργάνωσής του, δεν προσδιορίζει δυναμικά μόνο το ίδιο το σύστημα, αλλά και το άμεσο περιβάλλον του. Επομένως, εκτός από την διάσταση της αυτό-οργάνωσης και της ανάδυσης των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων του συστήματος, τα δυναμικά γνωστικά συστήματα δίνουν έμφαση στην αλληλεπίδραση του συστήματος με το περιβάλλον. Επιπλέον, η οποιαδήποτε αυτό-οργάνωση αναδύεται μέσω των κατασκευαστικών διεργασιών του συστήματος, οι οποίες υλοποιούνται από τα επιμέρους στοιχεία του, δηλαδή το εκάστοτε υλικό υπόστρωμα του συστήματος. Συγκεκριμένα,

- στο δυναμικό πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης, η νόηση θεωρείται ως μια διεργασία, της οποίας η ανάπτυξη και η υλοποίηση δεν μπορούν να διαχωριστούν από τις *ενσωματωμένες αλληλεπιδραστικές διεργασίες στις οποίες κείται χωροχρονικά*.

Ως εκ τούτου,

- μια *αυτόνομη προσέγγιση στη γνωστική διεργασία, υποθέτει μια διαλεκτική μεταξύ ανεξαρτησίας και δομικής σύζευξης, δηλαδή μια αλληλεπιδραστική κατασκευή του*

νοήματος και της συμπεριφοράς του γνωστικού συστήματος, στην οποία, η ενσωμάτωση και η χωροχρονική εξάρτηση λαμβάνονται ως σημαντικές ιδιότητες της νόησης.

Επιπροσθέτως, οι διάφορες έννοιες του δυναμικού πλαισίου, αντίθετα με τα κογνιτιβιστικά πλαίσια, εισάγουν περιορισμούς αναφορικά με το χώρο και τον χρόνο της αλληλεπίδρασης. Οι περιορισμοί αυτοί κρίνονται αναγκαίοι για την παραγωγή της κατάλληλης γνωστικής συμπεριφοράς.

Όπως αναλύθηκε στα Κεφ. 3, Κεφ. 4 και Κεφ. 5, τα συστημικό-θεωρητικά, κυβερνητικά και αυτό-οργανωτικά μοντέλα περιγραφής, εξήγησης και μοντελοποίησης της γνωστικής διεργασίας, υποστηρίζουν την νατουραλιστική προϋπόθεση και φαίνονται να είναι πλησιέστερα της γνωστικής διεργασίας, όπως αυτή εμφανίζεται στα διάφορα ζωντανά συστήματα. Επίσης, δίνουν έμφαση και υποστηρίζουν το χαρακτηριστικό της αυτονομίας ως απαραίτητο συστατικό για την ανάδυση των γνωστικών διεργασιών και τη δημιουργία καινούργιου νοήματος, που θα οδηγήσει την προσαρμογή του συστήματος μέσα από την ενσωματωμένη αλληλεπίδρασή του με το δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Από την άλλη μεριά,

- *απορρίπτουν εντελώς την ύπαρξη και χρησιμότητα των αναπαραστάσεων και επομένως, κάθε σημαντικής πληροφορίας του συστήματος αναφορικά με το περιβάλλον και αντιστρόφως.*

Ειδικότερα, οι υποστηρικτές των εν λόγω πλαισίων θεωρούν ότι η πληροφορία είναι μια έννοια κατασκευασμένη από τον παρατηρητή του συστήματος και αποδιδόμενη στο σύστημα ως έμμεσο αποτέλεσμα της εξήγησης της επιτυχίας/αποτυχίας της αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον ή με άλλα γνωστικά συστήματα. Η απόρριψη της έννοιας της αναπαράστασης ενέχει αρκετά προβλήματα με κυριότερο αυτό της:

- *αδυναμίας εξήγησης της διαμόρφωσης των γνωστικών ικανοτήτων υψηλού επιπέδου, βάσει των ήδη διαμορφωμένων ικανοτήτων χαμηλότερου επιπέδου.*

Για παράδειγμα, ένα μοντέλο ενός γνωστικού συστήματος μέσα από το πρίσμα του κογνιτιβιστικού πλαισίου, μπορεί να δώσει εξήγηση και να περιγράψει τις γνωστικές διεργασίες ενός πράκτορα που παίζει σκάκι, αλλά δεν μπορεί ούτε καν να πλησιάσει τις διεργασίες αντίσματος ενός τριαντάφυλλου. Αντίστοιχα, το δυναμικό πλαίσιο μπορεί να μοντελοποιήσει με επιτυχία την κίνηση ενός ρομπότ μέσα σε ένα περιβάλλον μικρής μεταβλητότητας, αλλά το συγκεκριμένο ρομπότ, δεν μπορεί από μόνο του να καταλάβει ότι πρέπει να ανάψει το φως όταν η φωτεινότητα του χώρου το επιβάλλει. Επίσης, εξίσου σημαντική είναι:

- *η ανάλυση και εξήγηση της εμφάνισης των δυναμικών προσδοκιών ενός γνωστικού συστήματος, βάσει των οποίων δικαιολογείται η ανάπτυξη ικανοτήτων υψηλότερου επιπέδου, όπως αυτή της μάθησης, της αυτό-κατευθυντικότητας σε έναν τελικό σκοπό, της ένσκαπης και εκ προθέσεως επικοινωνίας, της εμπλοκής σε δυναμικές και συνεργατικές διεργασίες σχεδίασης, της εμφάνισης δημιουργικότητας και καινοτομίας, κτλ.*

Η απόρριψη της αναπαράστασης και του αντίστοιχου περιεχομένου, κάνει τα δυναμικά πλαίσια να αδυνατούν να εξηγήσουν και να μοντελοποιήσουν τέτοιου είδους αλληλεπιδράσεις, ενώ τα κλασικά κογνιτιβιστικά μοντέλα ορίζουν το περιεχόμενο των προσδοκιών στο σύνολο των περιεχομένων μιας ομάδας αναπαραστάσεων που αφορά σε παρελθοντικές αλληλεπιδράσεις του συστήματος. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την εξωγενή προέλευση του περιεχομένου, καθώς και τη στατική του φύση,

- *αδυνατεί να δικαιολογήσει και επομένως, σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί ως μοντέλο, να παρέχει στο σύστημα την αυτονομία που το διέπει όταν εμπλέκεται σε αλληλεπιδράσεις τόσο υψηλού βαθμού πολυπλοκότητας.*

Ως εκ τούτου, θα μπορούσε κανείς να πει, ότι:

- *οι διάφορες κατηγορίες και τύποι γνωστικών πλαισίων ικανοποιούν μέρος των απαραίτητων αναγκών και προϋποθέσεων, για την θεωρητική εδραίωση ενός συνολικότερου πλαισίου που θα αναλύει, θα εξηγεί και θα μοντελοποιεί τις πολύπλοκες*

καταστάσεις στις οποίες εμπλέκονται τα διάφορα γνωστικά συστήματα όταν αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον ή/και μεταξύ τους.

Αν, όπως υποστηρίχθηκε στο Κεφ. 3, η γνωστική διεργασία εκκινεί και έχει ως προϋπόθεση την εμφάνιση των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών της ζωής, ένα τέτοιο πλαίσιο θα πρέπει:

- να μπορεί να επεξηγεί το αντίστοιχο βιολογικό επίπεδο της αλληλεπίδρασης.

Δεδομένου, ότι τουλάχιστον οι ανθρώπινοι γνωστικοί πράκτορες παρατηρούνται να εμφανίζουν, όπως αναφέρθηκε στα Κεφ. 4, Κεφ. 5 και Κεφ. 6, υψηλού επιπέδου γνωστικές ικανότητες που χαρακτηρίζονται από τη λειτουργικότητα των δυναμικών προσδοκιών τους, το ίδιο πλαίσιο θα πρέπει να είναι σε θέση:

- να εκτείνει τις επεξηγηματικές και περιγραφικές του ιδιότητες, από το βιολογικό επίπεδο ενός ζωντανού/γνωστικού συστήματος, έως το κοινωνικό επίπεδο που χαρακτηρίζει τη συνεργατικότητα μεταξύ δύο ή περισσότερων αυτόνομων και αρκετά εξελιγμένων γνωστικών πρακτόρων.

Είναι προφανές ότι τα υπάρχοντα πλαίσια δεν διαθέτουν το απαραίτητο εύρος. Στην πρακτική και πιο τεχνική πτυχή της εφαρμογής αυτών των θεωρήσεων, οι σημαντικές διαφορές μεταξύ των κογνιτιστικών και των δυναμικών πλαισίων επιλύονται μέσα από την επιλεκτική χρήση των τεχνικών που υποδεικνύουν, πάντοτε σε σχέση με τους στόχους του σχεδιαστή της εφαρμογής και την σκληρή οριοθέτηση και συγκεκριμενοποίηση των απαιτήσεων του προβλήματος. Αυτό φαίνεται σχετικά εύκολα, αν κανείς προσέξει το περιεχόμενο των άρθρων που δημοσιεύονται στα σημαντικότερα περιοδικά της τεχνητής νοημοσύνης, των εφαρμοσμένων γνωστικών συστημάτων, της ρομποτικής και των προσαρμοστικών συστημάτων, των έξυπνων συστημάτων, των εξελισσόμενων πληροφοριακών συστημάτων, κτλ. Τα εν λόγω περιοδικά θα δημοσιεύσουν εξίσου τις τελευταίες εξελίξεις των έμπειρων συστημάτων ή των συστημάτων λήψης αποφάσεων, τα οποία οδηγούνται από λογικές μηχανές (κλασικής, ή ασαφούς λογικής), καθώς και τις τελευταίες αρχιτεκτονικές νευρωνικών δικτύων, κυτταρικών αυτόματων (cellular automata), γενετικών αλγορίθμων (genetic algorithms) κτλ. Ειδικότερα, οι υβριδικές αρχιτεκτονικές αποτελούν τη μεγαλύτερη προτίμηση αυτών των δημοσιεύσεων.

Σε ένα πιο θεωρητικό και εννοιολογικό επίπεδο, είναι πλέον γενικότερα αποδεκτή η θέση κατά την οποία, η χρήση κογνιτιστικών/συμβολικών ή εξελικτικών/αιτιολογικών, ή αυτό-οργανωτικών/δυναμικών πλαισίων για την ανάλυση και μοντελοποίηση της γνωστικής διεργασίας, εξαρτάται από τον προσδιορισμό του κατάλληλου για τον μελετητή/σχεδιαστή επιπέδου της περιγραφής των ιδιοτήτων που επιθυμεί να μοντελοποιήσει. Έτσι, αυτοί που ασχολούνται περισσότερο με τα πλαίσια της πρώτης ομάδας, συνήθως καταπιάνονται με την μοντελοποίηση της κατανόησης της φυσικής γλώσσας και των ανθρώπινων (υψηλού γνωστικού επιπέδου) διεργασιών εξαγωγής συμπεράσματος και κατηγοριοποίησης/ταξινόμησης. Οι χρήστες της δεύτερης ομάδας, αυτής των εξελικτικών/αιτιολογικών μοντέλων, καταπιάνονται με προβλήματα που αφορούν στην εξέλιξη των γνωστικών ιδιοτήτων χαμηλού επιπέδου σε πιο πολύπλοκες γνωστικές διεργασίες (κυρίως στο καθαρά θεωρητικό επίπεδο). Οι οπαδοί της τρίτης ομάδας, της αυτό-οργάνωσης και των δυναμικών συστημάτων, επικεντρώνονται στην αναγνώριση προτύπων και στην εδραίωση μοντέλων δυναμικής ταξινόμησης, καθώς επίσης στην κατασκευή υβριδικών σχημάτων, και ειδικότερα, στην ποικιλία οδήγησης μοντέλων της πρώτης ομάδας μέσω δυναμικών αρχιτεκτονικών.

Τέλος, τα δυναμικά μοντέλα χρησιμοποιούνται στην προσπάθεια δημιουργίας τεχνητής ζωής (TZ - ALife) μέσα σε υπολογιστικό περιβάλλον, η συχνότερα, για την εξέταση θεμελιωδών ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών της θεώρησης του φαινομένου της ζωής. Η ερευνητική περιοχή της TZ είναι ταχύτατα αναπτυσσόμενη, με πολλές και ενδιαφέρουσες εφαρμογές στην ιατρική και προσαρμοστική τεχνολογία, καθώς επίσης στη διαμόρφωση αρχιτεκτονικών για την οδήγηση κογνιτιστικών/συμβολικών συστημάτων προσαρμοστικής αλληλεπίδρασης σε πολύ δύσκολες και ιδιαίτερα σπάνιες, αλλά από την άλλη, πολύ συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η θεωρητική προσέγγιση των μοντέλων της TZ απασχολείται ιδιαίτερα με το εάν υπάρχει ανάγκη για την ύπαρξη αναπαραστάσεων στα ζωντανά/γνωστικά συστήματα,

εάν θα πρέπει να υπάρχει κάτω από συγκεκριμένες αλλά απροσδιόριστες προς το παρόν προϋποθέσεις, καθώς επίσης τον τρόπο με τον οποίο οι υποτιθέμενες αναπαραστάσεις των υψηλότερων επιπέδων δημιουργούνται μέσα από τα βίο-χημικά δυναμικά των χαμηλότερων επιπέδων κτλ. Όπως θα ήταν αναμενόμενο, οι ερωτήσεις αυτές δεν έχουν απαντηθεί και θα αργήσουν να απαντηθούν για πολύ καιρό ακόμη, εφόσον προφανώς,

- απαιτούν ένα πλαίσιο που θα ικανοποιεί τη θεωρητική εδραίωση και την έμπρακτη απόδειξη της ικανότητας μοντελοποίησης, των πολύπλοκων διεργασιών της ζωής και της νόησης σε συνδυασμό με την εξέλιξη και την προσαρμογή του γνωστικού συστήματος.

Η έλλειψη του απαραίτητου εύρους εφαρμογής των πλαισίων δημιουργίας και εξέλιξης της γνωστικής διεργασίας και του νοήματος δεν θα αποτελούσε πρόβλημα, εάν οι τρεις αυτές κατηγορίες κάλυπταν πλήρως τις αντίστοιχες περιοχές για τις οποίες προορίζονταν, και παράλληλα, το πρόβλημα της δημιουργίας, ανάπτυξης, εξέλιξης και μετατροπής του νοήματος είχε αθροιστική και συνδυαστική φύση. Βέβαια, τίποτα από τα παραπάνω δεν ισχύει, αλλά και εάν ίσχυε, πάλι δεν θα μπορούσε να λυθεί το πρόβλημα και να ικανοποιηθούν όλες οι απαιτήσεις ενός ολοκληρωμένου πλαισίου δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος σε ένα γνωστικό σύστημα.

Ο λόγος είναι ότι όπως αναλυτικά υποστηρίχτηκε στα Κεφ. 2, Κεφ. 3 και Κεφ. 4, οι αντίστοιχες θεωρήσεις εμφανίζουν χαρακτηριστικά σφάλματα και γενικότερα, παρανοήσεις και λανθασμένες αποδοχές και προϋποθέσεις σχετικά με τη γνωστική διεργασία και τη δημιουργία και δράση του νοήματος. Αυτό, από τη μία πλευρά, έχει ως αποτέλεσμα:

- την ιδιαιτέρως περιορισμένη εξέλιξη των τεχνητών συστημάτων που μοντελοποιούνται κάτω από το δυναμικό και αυτό-οργανωτικό πλαίσιο, έναντι των συστημάτων που κατασκευάζονται βάσει των κογνιτιβιστικών πλαισίων.

Η συγκεκριμένη παρατήρηση είναι σχεδόν καθολικά αποδεκτή, και δημιουργεί έντονες εκπλήξεις, εφόσον, όπως προαναφέρθηκε, η αυτό-οργάνωση φαίνεται να είναι αρκετά πιο κοντά στην γνωστική διεργασία, όπως αυτή τουλάχιστον παρατηρείται στα ζωντανά και έλλογα συστήματα.

Από την άλλη μεριά,

- τα συστήματα που κατασκευάζονται εφαρμόζοντας τις αρχές του κογνιτιβισμού, αδυνατούν να επεκτείνουν τις ιδιότητές τους πέρα από το αρχικό εύρος τιμών που τους διαθέτει ο σχεδιαστής τους.
- Έτσι, η παρουσία και η παρέμβαση του σχεδιαστή κρίνεται αναγκαία, προκειμένου να μπορέσει το σύστημα να εξελιχτεί και να προσαρμοστεί στο διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι αυτό είναι ένα πρόβλημα, το οποίο θα περίμενε κανείς να έχει λυθεί από τις αρχιτεκτονικές των δυναμικών συστημάτων. Παρόλα αυτά, η μοντελοποίηση και η όλη σύλληψη της αλληλεπίδρασης ενός αυτό-οργανωτικού συστήματος με το περιβάλλον του είναι εξ ορισμού προβληματική, αλλά και πολύ φτωχή. Ως εκ τούτου,

- ούτε οι δυναμικές προσεγγίσεις μπορούν να επεκταθούν και να δικαιολογήσουν/υποστηρίξουν την εξέλιξη του συστήματος πέρα από ένα συγκεκριμένο όριο της αλληλεπίδρασης.

Τέλος,

- το βιολογικό επίπεδο, αλλά και το επίπεδο των ιδιαίτερα υψηλών διεργασιών επικοινωνίας και συνεργασίας δύο ή περισσότερων συστημάτων, είναι πρακτικά, αλλά και θεωρητικά παραμελημένο.

Το πλαίσιο της αυτοποίησης μπορεί, μέχρι ένα βαθμό, να εξηγήσει, αλλά δεν μπορεί να παρέχει τον αντίστοιχο μηχανισμό υποστήριξης των αναδρομικά επαναλαμβανόμενων και πολύπλοκων διεργασιών του δικτύου της αυτό-οργάνωσης. Επιπροσθέτως, σχεδόν αποκλείει κάθε μορφή

ανάπτυξης της οργανωσιακής πολυπλοκότητας του συστήματος μέσα από την ενεργή αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον. Αντίστοιχα,

- το κοινωνικό επίπεδο της επικοινωνίας και της συνεργασίας δύο η περισσότερων γνωστικών πρακτόρων δεν μπορεί να εξηγηθεί και να μοντελοποιηθεί μέσα από θεωρήσεις και μοντέλα εξωτερικά καθοδηγούμενης αλληλεπίδρασης (όπως στην περίπτωση των εξελικτικών/αιτιολογικών προσεγγίσεων).

Μια τέτοια προσπάθεια θα αγνοούσε τον ρόλο της αυτονομίας αλλά και της εσωτερικά αναδύμενης πρόθεσης των εμπλεκόμενων συστημάτων, τα οποία οδηγούν την ένσκηπη αλληλεπίδρασή τους.

Στην παρούσα διατριβή, στην προσπάθεια μιας συνολικότερης και περιεκτικής αντιμετώπισής όλων των παραπάνω προβλημάτων,

- ως αρχική και βασική προϋπόθεση της θεωρητικής εδραίωσης ενός πλαισίου, το οποίο θα μπορεί να υποστηρίξει την ανάλυση, περιγραφή, εξήγηση και μοντελοποίηση της δημιουργίας, εξέλιξης και μετατροπής, του νοήματος, καθώς επίσης του αντίστοιχου γνωστικού συστήματος, στο προαναφερθέν εύρος εφαρμογής, θεωρήθηκε αυτή του *νατουραλισμού*.

Όπως αναλύθηκε στο Κεφ. 2 και στο Κεφ. 4,

- η νατουραλιστική προϋπόθεση οδηγεί προς την επιλογή ενός πλαισίου που θα στοχεύει στην περιγραφή των ενεργειών, αλλά και στην επεξήγηση των μηχανισμών της αλληλεπίδρασης ενός γνωστικού συστήματος, μέσα από μια μη-αναγωγική προσέγγιση.

Η αναγκαστική αποφυγή μιας ‘από-πάνω-προς-τα-κάτω’ (top-down) εξήγησης, αλλά και η ανάγκη επεξήγησης των μηχανισμών δράσης του συστήματος, έχει ως αποτέλεσμα την απόρριψη των κογνιτιβιστικών και εξελικτικών/αιτιολογικών πλαισίων αντιστοίχως. Η απόρριψη αυτή οδηγεί:

- στην αρχική επιλογή ενός *συστημικό-θεωρητικού πλαισίου δράσης των κυβερνητικών συστημάτων 2^{ης} τάξης με πυρήνα την έννοια/ιδιότητα της αυτό-οργάνωσης*.

Όπως αναλύθηκε στο Κεφ. 4, δύο από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες των συστημικό-κυβερνητικών πλαισίων είναι:

- η *ανάδυση* και η *ενσωμάτωση*.

Η πραγμάτωση της ενσωμάτωσης είναι αρκετά προφανής, εφόσον η οποιαδήποτε μορφή αυτό-οργάνωσης εκφράζεται μέσω συσχετίσεων και αλλαγών των δομικών στοιχείων του συστήματος. Με άλλα λόγια, όπως αναλύθηκε στο Κεφ. 4, κρίνεται αναγκαία η συμπερίληψη του φαινομένου της δημιουργίας/κατασκευής καινούργιων λειτουργικών οργανώσεων (ιδιοτήτων), από τα ίδια τα δομικά στοιχεία του συστήματος. Το ερώτημα που προκύπτει είναι κατά πόσο η εν λόγω δημιουργία/κατασκευή μπορεί να θεωρηθεί ως ‘γνήσια’ αναδύμενη. Αναλυτικότερα, το ερώτημα αφορά στο αν οι υποτιθέμενες αναδύμενες ιδιότητες δεν είναι τίποτε το ξεχωριστό, από έναν άλλο τρόπο για να αναφερθεί κανείς στα πολύπλοκα δυναμικά της αυτό-οργάνωσης που ευθύνονται για την οποιαδήποτε ανάδυση. Αν ισχύει το τελευταίο, τότε κανείς δεν δικαιούται να μιλά για ανάδυση, αλλά για απλό αναγωγισμό. Στην περίπτωση όμως που οι καινούργιες ιδιότητες εδραιώνουν μια καινούργια και ξεχωριστή οργάνωση, τότε μπορεί κανείς να αναφερθεί στα αντίστοιχα αναδύμενα φαινόμενα. Αυτό κάνει αρκετά δύσκολη τη θεωρητική εδραίωση και πραγμάτωση της ιδιότητας της ανάδυσης στο γενικότερο πλαίσιο της αυτό-οργάνωσης.

Με μια πρώτη ματιά, και αν κανείς επιθυμεί να διατηρήσει την μη-δυστική και υλιστική (ματεριαλιστική) αρχή της σύγχρονης επιστήμης, φαίνεται ότι δεν έχει άλλη επιλογή από το να αποδεχτεί την αναγωγική θέση που εκφράζεται στο πρώτο επίπεδο ερμηνείας των αναδύμενων ιδιοτήτων (*ασθενής ανάδυση – weak emergence*). Βάσει αυτής της θέσης, οτιδήποτε, σε τελική ανάλυση, μπορεί να εξηγηθεί από ένα σύνολο νόμων των λογικών ιδιοτήτων του συστήματος.

Επιπροσθέτως, οποιεσδήποτε διακρίσεις μεταξύ των διαφόρων αναδυόμενων επιπέδων της αυτό-οργάνωσης δεν θεωρούνται υπαρκτές, αλλά αποδίδονται μόνο τον παρατηρητή του φαινομένου, πάντοτε σε σχέση με το συγκεκριμένο επίπεδο της περιγραφής που επιλέγει για να εργαστεί. Επομένως, το όλο πρόβλημα αφορά στην *επεξηγηματική ισχύ* του καθενός από τα *επίπεδα περιγραφής* της αυτό-οργάνωσης (και γενικότερα, οποιουδήποτε φαινομένου) που μπορούν να επιλεγούν από τον παρατηρητή.

Η θέση που υποστηρίζεται και υιοθετείται στη παρούσα διατριβή είναι ότι:

- η προαναφερθείσα θεώρηση του αναγωγισμού καταλήγει σε *επιφαινόμενα*, δηλαδή σε φαινόμενα τα οποία δεν έχουν καμία πραγματικά αιτιώδη (αιτιωδώς αποτελεσματική) και επεξηγηματική ισχύ.

Επομένως, οποιαδήποτε προσπάθεια επεξήγησης των αυτό-οργανωμένων μηχανισμών αλληλεπίδρασης του συστήματος μέσα από την αναγωγική λογική της ασθενούς ανάδυσης, καταλήγει στη θεώρηση μιας επιφαινόμενης λειτουργικότητας του συστήματος. Με άλλα λόγια, αποτυγχάνει να υποστηρίξει τη νατουραλιστική προϋπόθεση. Ως εκ τούτου, η οπτική της προτεινόμενης ανάδυσης υποστηρίζει ότι:

- αν και οι διάφορες αναδυόμενες ιδιότητες της αυτό-οργάνωσης ενσωματώνονται στα δυναμικά των χαμηλότερων επιπέδων, οι ιδιότητες αυτές παρουσιάζουν μια γνησίως καινούργια οργάνωση, η οποία δεν είναι απολύτως απορρέουσα από τα χαμηλότερα επίπεδα περιγραφής.

Συγκεκριμένα,

- τα συστήματα που παρουσιάζουν τέτοιου είδους αναδυόμενες ιδιότητες, θεωρούνται ως συστήματα που παρουσιάζουν την ιδιότητα της *συνοχής*.

Αυτά τα συστήματα εμφανίζουν, ως αποτέλεσμα των αιτιωδών (και όχι των τυχαίων και ανεξάρτητων) αλληλεπιδράσεων μεταξύ των επιμέρους στοιχείων τους, μια παραγόμενη ολότητα. Ειδικότερα, ο τύπος της ανάδυσης που υιοθετείται, και ταυτόχρονα υποστηρίζει τη συνοχή του αυτό-οργανωμένου συστήματος, διέπεται από τη:

- *μη-αναγωγικότητα (irreducibility) των συστημικών ιδιοτήτων λόγω της μη-συμπερασματολόγησής τους από τη συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων τους,*

καθώς επίσης από την:

- *κατερχόμενη σχέση αιτίου-αιτιατού (downward causation), υπό την έννοια της κατερχόμενης μορφικής/τυπικής (formal) επεξήγησης (downward formal explanation).*

Με αυτό τον τρόπο, η κατανόηση της επιρροής της ολότητας του συστήματος στα επιμέρους στοιχεία του, αναζητείται στις δυνάμεις της αυτό-οργάνωσης που διατηρούν τις αναδυόμενες ιδιότητες του συνόλου. Οι συγκεκριμένες δυνάμεις σχετίζονται άμεσα με τη μορφή του συνόλου και επομένως, εξαρτώνται από τη λειτουργικότητα του συνόλου. Επιπλέον, επεξηγούν την εν λόγω λειτουργικότητα χωρίς να είναι επιφαινόμενες. Συνεπώς, υιοθετείται ένα είδος ανάδυσης, κατά την οποία:

- το νέο-εμφανιζόμενο επίπεδο της αυτό-οργάνωσης έχει ως αρχικές συνθήκες τις διεργασίες των επιμέρους στοιχείων του αμέσως κατώτερου επιπέδου, ενώ το αμέσως υψηλότερο επίπεδο παίζει το ρόλο των συνοριακών συνθηκών (boundary conditions) που περιορίζει, βάσει της λειτουργικότητας του συνόλου, την πραγμάτωση όλου του συνόλου των δυνατών διεργασιών αυτό-οργάνωσης.

Ωστόσο, όπως υποστηρίχθηκε στο Κεφ. 4, ένα νατουραλιστικό πλαίσιο ανάδυσης του νοήματος και εξέλιξης του γνωστικού συστήματος δεν μπορεί να βασιστεί αποκλειστικά στις αρχές και τα χαρακτηριστικά της αυτό-οργάνωσης. Η έλλειψη της έννοιας και του 'εργαλείου' της αναπαράστασης, καθώς και ο ασαφής και περιορισμένος προσδιορισμός του τρόπου και των μεθόδων αλληλεπίδρασης ενός αυτό-οργανωμένου συστήματος, θέτουν σημαντικά προβλήματα,

γενικότερα, στην εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων του συστήματος και ειδικότερα, στην ανάλυση και εξήγηση της εξέλιξης και της μετατροπής του νοήματός του.

Αυτό είναι εμφανές σε όλες τις εκφάνσεις της αυτό-οργάνωσης, από το καθαρά βιολογικό (αυτοποιητικό επίπεδο) ως το επίπεδο της θεώρησης των δυναμικών γνωστικών συστημάτων και των αντίστοιχων ενσωματωμένων γνωστικών διεργασιών. Γενικότερα, στην παρούσα διατριβή υποστηρίχθηκε ότι:

- ο επεξηγηματικός ρόλος της έννοιας της αναπαράστασης, σε σχέση με τη λειτουργικότητα ενός γνωστικού συστήματος, κρίνεται απαραίτητος προκειμένου να μπορέσει κανείς να κατανοήσει τον τρόπο, με τον οποίο η συμπεριφορά του συστήματος εναρμονίζεται/συσχετίζεται με διάφορες εξωτερικές καταστάσεις πραγμάτων.

Επιπλέον, στο Κεφ. 4 επισημαίνεται και υποστηρίζεται η ύπαρξη αναπαραστασιακά-πεινασμένων φαινομένων αλληλεπίδρασης, αλλά και περιπτώσεων όπου το γνωστικό σύστημα οφείλει να φέρει αναπαραστάσεις προκειμένου να μπορέσει να ανιχνεύσει και εν συνεχεία να διορθώσει την αναπόφευκτη επιλογή λανθασμένης δράσης. Τέλος, επισημαίνεται και υποδεικνύεται η απαραίτητη ύπαρξη διαμεσολαβητικών δομών αλληλεπίδρασης ενός συστήματος, προκειμένου να μπορέσει να αναπτύξει γνωστικές ικανότητες υψηλού επιπέδου (όπως π.χ. επεξεργασία δεδομένων εκτός πραγματικού χρόνου), καθώς και για την επίτευξη της ενσωματωμένης αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον.

Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με την υιοθέτηση του είδους της ανάδυσης που προαναφέρθηκε, έχουν ως αποτέλεσμα:

- την υποστήριξη της ανάγκης θεώρησης ενός νέου είδους λειτουργικών αναπαραστάσεων που αναδύονται κατά την ένσκηψη και εκ προθέσεως αλληλεπίδραση του γνωστικού συστήματος με το περιβάλλον του.

Συγκεκριμένα, υποστηρίχθηκε ότι:

- κάθε αναπαραστασιακά λειτουργική ενδο-διαμόρφωση αποτελεί ένα αναδύόμενο κατασκευάσμα της ενσωματωμένης αλληλεπίδρασης του συστήματος με το περιβάλλον και επίσης, φέρει το νόημα (σημασιολογικό περιεχόμενο) του συστήματος αναφορικά με την αντίστοιχη κατάσταση πραγμάτων.

Το προτεινόμενο είδος αναπαραστάσεων υποστηρίζει ότι:

- η ενδογενώς κατασκευασμένη κατάταξη/ταξινόμηση μιας κατάστασης πραγμάτων θα πρέπει να θεωρείται ως μια αναπαράσταση της ενσωματωμένης και επομένως χωροχρονικά κείμενης αλληλεπίδρασης του συστήματος με το περιβάλλον.

Η εν λόγω αναπαράσταση δεν θα πρέπει να θεωρείται ως αποτέλεσμα της συντακτικής μεταφοράς οντολογικής πληροφορίας από το περιβάλλον προς το σύστημα. Αντιθέτως, στη συγκεκριμένη περίπτωση παρατηρείται:

- η ενδογενής κατασκευή πληροφορίας (ενδο-διαμόρφωσης) αναφορικά με μια εξωτερική κατάσταση πραγμάτων (σημασιολογική διάσταση – *semantics*)

και ότι:

- η πληροφορία αυτή είναι ενσωματωμένη στο πλαίσιο δράσης των αντίστοιχων διαμορφούμενων δομών και υλοποιείται μέσω της λειτουργικής κλειστότητας του συστήματος που οδηγεί τις κατασκευαστικές και αλληλεπιδραστικές του διεργασίες (πραγματική διάσταση – *pragmatics*).

Επομένως:

- η ανάγκη εισαγωγής ενός πλαισίου υποστήριξης και εξήγησης της δημιουργίας και της εξέλιξης του νοήματος και του αντίστοιχου γνωστικού συστήματος, στο εύρος της βιολογικής έως της κοινωνικής του δράσης, μετατρέπεται στην ανάγκη θεωρητικής εδραίωσης ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάδυσης του προαναφερθέντος τύπου

αναπαραστάσεων, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο λειτουργικό και αλληλεπιδραστικό τους χαρακτήρα.

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφ. 4, τα κογνιτιβιστικά πλαίσια δεν λαμβάνουν υπόψη τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της ενσωμάτωσης και των επακόλουθων εξαρτημένων-από-το-πλαίσιο-δράσης περιορισμών (contextual constraints), ενώ οι διάφορες εκδοχές της αυτό-οργάνωσης απορρίπτουν τη χρησιμότητα των αναπαραστάσεων και γενικότερα, της έννοιας των συμβολικών δομών και των εξελικτικών τους σχέσεων με το περιβάλλον. Με άλλα λόγια,

- τόσο οι κογνιτιβιστικές όσο και οι αυτό-οργανωμένες προσεγγίσεις στα ζωντανά και γνωστικά συστήματα, αποφεύγουν την έννοια της *δυναμικής σημείωσης*, δηλαδή τη *σημειωτική/ερμηνευτική* διάσταση των δυναμικών της αλληλεπίδρασής τους με το περιβάλλον.

Η εισαγωγή όμως του ανάλογου πλαισίου δεν θεωρείται καθόλου εύκολη υπόθεση, εφόσον θα πρέπει, εκκινώντας από το επίπεδο της αυτό-οργάνωσης, να υποστηρίξει τους περιορισμούς μιας νατουραλιστικής εξήγησης της λειτουργικότητας των αναδυόμενων αναπαραστάσεων και του αντίστοιχου περιεχομένου ενός γνωστικού συστήματος, με σκοπό την καταλληλότητα των σημειωτικών/ερμηνευτικών αλληλεπιδράσεών του, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων του. Όπως υποστηρίχθηκε στο Κεφ. 5,

- η έννοια που φαίνεται να συνδέει την σημειωτική και εκ προθέσεως αλληλεπίδραση ενός γνωστικού συστήματος με την νατουραλιστική ανάδυση των λειτουργικών αναπαραστάσεών του και του νοήματος το οποίο αυτές φέρουν, είναι αυτή της *αυτονομίας*.

Έτσι,

- η ανάγκη εδραίωσης ενός νατουραλιστικού πλαισίου ανάδυσης των λειτουργικών αναπαραστάσεων ενός γνωστικού συστήματος, μετατρέπεται στην ανάγκη εδραίωσης ενός νατουραλιστικού πλαισίου δημιουργίας και εξέλιξης ενός αυτόνομου συστήματος.

Ως εκ τούτου, στο Κεφ. 5 επιχειρήθηκε:

- η *θεωρητική εδραίωση ενός πλαισίου που θα υποστηρίζει, θα αναλύει, θα επεξηγεί και θα περιγράφει την πορεία της δημιουργίας ενός αυτόνομου συστήματος, καθώς επίσης, την ανάδυση του είδους των αναπαραστάσεών, το οποίο κρίνεται απαραίτητο για την περαιτέρω ανάπτυξη της αυτονομίας του, η οποία λαμβάνει χώρα μέσω της διαρκούς εξέλιξης των γνωστικών του ικανοτήτων.*

Ειδικότερα, επιχειρήθηκε:

- η *ανάλυση, επεξήγηση και περιγραφή του περάσματος από το χαμηλότερο και στοιχειώδες επίπεδο βασικής αυτονομίας, μέχρι το επίπεδο της αυτό-κατευθυνόμενης, βάσει των δυναμικών προσδοκιών, μάθησης ενός αυτόνομου συστήματος.*

Αυτή η εξέλιξη της αυτονομίας του συστήματος δεν θα ήταν δυνατή από μια θεώρηση λειτουργίας του συστήματος αποκλειστικά και μόνο μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης με πυρήνα την αυτό-οργάνωση, λόγω της αποκλειστικά πληροφοριακής φύσης ενός τέτοιου συστήματος. Επίσης, η εξέλιξη της αυτονομίας μέσω της ανάπτυξης γνωστικών ικανοτήτων δεν συμβαίνει αυτόματα, αλλά συνοδεύεται με την ανάδυση διαφορετικών και δυναμικώς συσχετιζόμενων επιπέδων αναπαράστασης. Συνεπώς, υποστηρίχθηκε ότι:

- ο *λειτουργικός ρόλος των συγκεκριμένων αναπαραστάσεων εξασφαλίζεται από τη σημειωτική διάσταση της αλληλεπίδρασης του αυτόνομου συστήματος και ότι αυτός είναι ο τρόπος με τον οποίο το αυτόνομο σύστημα περνάει από την πληροφορία στο νόημα.*

Ακολούθως,

- επιλέχθηκε το πλαίσιο σημειωτικών διεργασιών του Peirce, ως το κατάλληλο για την εισαγωγή της σημειωτικής/ερμηνευτικής διάστασης στο συστημικο-θεωρητικό πλαίσιο της κυβερνητικής 2^{ης} τάξης, και χρησιμοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε ο συνδυασμός των δύο πλαισίων να διαμορφώνει μια αρχιτεκτονική που θα επιτρέπει την παρατήρηση, εξέταση και υπόδειξη των αναπαραστάσεων ενός αυτόνομου συστήματος.

Επίσης,

- η εν λόγω αρχιτεκτονική φαίνεται να παρέχει τη δυνατότητα διαχείρισης της λειτουργικής αποτελεσματικότητας των αναδυόμενων αναπαραστάσεων, καθώς αυτό εμπλέκεται σε γνωστικές διεργασίες με το περιβάλλον του.

Θα πρέπει να είναι πλέον προφανές ότι βάσει των συγκεκριμένων οπτικών που έχουν επιλεγεί, ένα πλαίσιο ανάλυσης και υποστήριξης της δημιουργίας ενός αυτόνομου συστήματος και της εξέλιξης του βαθμού αυτονομίας του, ισοδυναμεί με ένα πλαίσιο ανάλυσης και υποστήριξης της δημιουργίας και εξέλιξης του νοήματος και των ιδιοτήτων/ικανοτήτων των αντίστοιχων γνωστικών συστημάτων.

Στη συνέχεια, έχοντας ως σκοπό την επίδειξη του εύρους εφαρμογής του προτεινόμενου πλαισίου, επιχειρήθηκε η χρήση του για την ανάλυση, εξήγηση και μοντελοποίηση καταστάσεων αλληλεπίδρασης ζωντανών/γνωστικών συστημάτων στο βιολογικό, γνωστικό και κοινωνικό επίπεδο. Συγκεκριμένα, και ξεκινώντας από το τελευταίο, στο Κεφ. 6 επιχειρήθηκε:

- η ανάλυση και μοντελοποίηση της πολύπλοκης σχεδιαστικής διεργασίας ως η εκ προθέσεως αλληλεπίδραση μεταξύ δύο ή περισσότερων ένσκοπων γνωστικών συστημάτων, προκειμένου να εκπληρώσουν έναν ασθενώς-ορισμένο (*ill-defined*) σκοπό.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η σχέση του προτεινόμενου πλαισίου με τη σχεδίαση, από τη μία μεριά είναι έμμεση, διότι μέσα από το συγκεκριμένο πλαίσιο:

- παρέχεται μια κατανόηση της φύσης των συστημάτων στα οποία απευθύνονται τα αποτελέσματα της σχεδίασης,

και από την άλλη μεριά είναι άμεση, διότι:

- το εν λόγω πλαίσιο επιχειρεί να εξηγήσει και να περιγράψει τις ενέργειες των γνωστικών συστημάτων όταν αυτά εμπλέκονται μεταξύ τους σε ένσκοπες και εκ προθέσεως αλληλεπιδράσεις, δηλαδή όταν σχεδιάζουν.

Έτσι, ένα σχεδιαστικό σύστημα (ένα σύστημα που προβαίνει σε διεργασίες σχεδίασης) ορίζεται μόνο στο κοινωνικό/συνεργατικό επίπεδο, αλλά εξαρτάται έμμεσα και άμεσα από τις ικανότητες των γνωστικών συστημάτων από τα οποία αποτελείται. Συγκεκριμένα, για τους κοινωνικούς επιστήμονες, η συνεργασία ισοδυναμεί με τη συνέργεια δύο ή περισσότερων κοινωνικών πρακτόρων, η οποία διευθετείται μέσω δράσεων επικοινωνίας, η οποία με τη σειρά της διευθετείται μέσω ενεργειών γνωστικής διεργασίας (νόησης) από τους μεμονωμένους κοινωνικούς δράστες (πράκτορες). Συνεπώς, βάσει της ανάλυσης του Κεφ. 6:

- οι αλληλεπιδραστικές διεργασίες σχεδίασης οδηγούνται από την ένσκηπη και συνεχή μετατροπή των αναπαραστασιακών δομών των εμπλεκόμενων γνωστικών συστημάτων, σε ολοένα και πιο πολύπλοκες, προκειμένου να μπορέσει να επιτευχθεί ο ασθενώς-ορισμένος σκοπός τους.

Η συγκεκριμένη ανάλυση έγινε με σκοπό:

- την ανάδειξη της γνωστικής, επικοινωνιακής και συνεργατικής διάστασης της σχεδιαστικής διεργασίας, αλλά και με γνώμονα την ανάδυση δημιουργικότητας στα εμπλεκόμενα γνωστικά συστήματα.

Ειδικότερα, επιχειρήθηκε:

- η νατουραλιστική εξήγηση της ανάδυσης της δημιουργικότητας κατά τη σχεδιαστική διεργασία και ο εντοπισμός των βασικότερων απαιτήσεων και χαρακτηριστικών των εμπλεκόμενων γνωστικών συστημάτων για την ώθησή της.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση δίνεται ιδιαίτερη έμφαση τόσο στην αυτό-οργανωτική όσο και στη σημειωτική φύση, της σχεδιαστικής διαδικασίας και της ανάδυσης της δημιουργικότητας.

Τα αποτελέσματα της θεωρητικής ανάλυσης και μοντελοποίησης της σχεδιαστικής διεργασίας και της ανάδυσης της δημιουργικότητας, τροφοδοτούν με τις ανάλογες προϋποθέσεις τη σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων. Συγκεκριμένα, στο Κεφ. 8 υποστηρίχθηκε ότι:

- η σχεδίαση τεχνητών πρακτόρων που θα μπορούν να προσαρμοστούν στα διαρκώς μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα με τα οποία αλληλεπιδρούν, απαιτεί την εμφάνιση ενός είδους λειτουργικότητας το οποίο, πρωτίτως, θα υποστηρίζει την αναπαραστασιακή αυτονομία του πράκτορα.

Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκε:

- μέρος του προτεινόμενου πλαισίου, για την εδραίωση μιας αρχιτεκτονικής υλοποίησης τεχνητών πρακτόρων, η οποία έχει ως σκοπό την όσο το δυνατόν περισσότερο αυτόνομη (δηλαδή όσο τον δυνατόν λιγότερο εξαρτημένη από τον σχεδιαστή) υποστήριξη του πράκτορα, σε όλο τον προσδόκιμο κύκλο των αλληλεπιδράσεών του.

Η σημειωτική φύση της αλληλεπίδρασης δείχνει να ξεπερνάει κλασσικά προβλήματα των κογνιτιστικών πλαισίων, όπως το πρόβλημα ακρίστρωσης συμβόλων (ΠΑΣ), το οποίο έχει άμεσες επεκτάσεις στο πρόβλημα πλαισίου (ΠΠ), ενώ επίσης, εμπλουτίζει την αλληλεπιδραστική και εξελικτική ικανότητα των αυτό-οργανωτικών μοντέλων. Η συγκεκριμένη προσπάθεια προτείνεται ως μια επίδειξη της πρακτικής εφαρμογής των θεωρητικών αποτελεσμάτων του προτεινόμενου πλαισίου στην εξέλιξη της αυτονομίας ενός τεχνητού γνωστικού συστήματος και την προσαρμογή του σε δυναμικά μεταβαλλόμενα τεχνητά περιβάλλοντα.

Τέλος, στην προσπάθεια παρουσίασης της δυνατότητας εφαρμογής του προτεινόμενου πλαισίου στο βιολογικό επίπεδο, χρησιμοποιήθηκε η κατανόηση της σημειωτικής φύσης της αλληλεπίδρασης των ζωντανών οργανισμών, προκειμένου να αναλυθεί και να μοντελοποιηθεί η σημαντική (σημασιολογική - semantics) και η πραγματική (pragmatics) διάσταση της πληροφορίας στα πολύπλοκα βιολογικά συστήματα. Συγκεκριμένα, στο Κεφ. 7 επιχειρήθηκε:

- η ανάλυση και η μοντελοποίηση των λειτουργικών πτυχών της σηματοδότησης (signaling) και των αντίστοιχων δρόμων (pathways) του ανοσοποιητικού συστήματος.

Ειδικότερα, βάσει του προτεινόμενου πλαισίου του Κεφ. 5, επιχειρήθηκε:

- η εδραίωση ενός θεωρητικού-λειτουργικού πλαισίου που θα υποδεικνύει την προέλευση, και θα εξηγεί την απόδοση, του νοήματος στις πολύπλοκες δράσεις των μορίων και των κυττάρων.

Επιπροσθέτως, παρέχει:

- λειτουργικά μοντέλα των δρόμων σηματοδότησης, με σκοπό τη βαθύτερη κατανόηση και την καλύτερη εξήγηση των αναφορικών (σημασιολογικών) λειτουργιών των μορίων σηματοδότησης.

Σε αυτή την περίπτωση δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη σημειωτική διάσταση των ζωντανών οργανισμών, η οποία έχει αρχίσει να αναδεικνύεται την τελευταία δεκαετία μέσα από τη γενικότερη επιστημονική περιοχή της βιοσημειωτικής (biosemiotics).

Αναφορές

- Adami, Christoph (2004). Information theory in molecular biology. *Physics of Life Reviews* 1, 3-22.
- Andersen, P. B., Emmeche, C., Finnemann N. O., & Christiansen, P. V. (eds.). (2000) *Downward Causation: Minds, Bodies and Matter*. Aarhus: Aarhus University Press.
- Anderson, M. L. (2003a). Embodied cognition: A field guide. *Artificial Intelligence* 149 (1): 91-103.
- Anderson, M. L. (2003b). Representations, symbols and embodiment. *Artificial Intelligence* 149 (1): 151-156.
- Anderson Michael L. (2006) How to study the mind: An introduction to embodied cognition. In F.Santoianni and C. Sabatano, eds. *Brain Development in Learning Environments: Embodied and Perceptual Advancements*, Cambridge Scholars Press, 2006 (forthcoming).
- Andrade E. 1999. Maxwell demon's and Natural Selection Approach to Evolutionary Biology. *Semiotica* (special issue Biosemiotica) 127: 133-149.
- Andrade E. 2000. From External to Internal Measurement: a form theory approach to evolution. *BioSystems* 57 (2000) 49-62.
- Andrade E. 2002. The Organisation of Nature: Semiotic agents as intermediaries between digital and analog information spaces, "SEED Journal (Semiosis Evolution Energy Development) 2 (1): 56-84. <http://www.library.toronto.ca/see>
- Andrade E. 2003. The Processing of Information (analog/digital) is the Causal Factor of the Emergence of Natural Hierarchies, *Ludus Vitalis*, vol XI, num. 20, pp. 85-106.
- Andrade E. 2005 The Interrelations between Genotype/Phenotype/Environment: A Semiotic Contribution to the Evo:Devo Debate, "SEED Journal (Semiosis Evolution Energy Development) 2005 (2), p. 27-65: <http://www.library.toronto.ca/see>
- Aristotle. 1995. *The Complete Works of Aristotle. The Revised Oxford Translation*. Barnes, J. (Ed.). 2 Vols. Princeton: Princeton University Press.
- Arnellos, A., Spyrou, T. & Darzentas, J. (2003). Towards a Framework that Models the Emergence of Meaning Structures in Purposeful Communication Environments. In Wilby, J. & Allen, K.A. (Eds), *The 47th Annual Conf. of the Int. Society for the Systems Sciences (ISSS): Agoras of the Global Village*, Iraklion, Crete, July 7th-11th, 3(103), ISBN 0-9740735-1-2.
- Arnellos A., Spyrou, T., Darzentas, J. (2004). Analysis of the design of a framework supporting meaning processes in living and artificial systems. - *The 48th Annual Conf. of the Int. Society for the Systems Sciences (ISSS)*, Monterey, CA, USA.
- Arnellos A., Spyrou T., Darzentas, J. (2005a). A Framework Supporting Creativity in the Design Process: A Systems-theoretic Perspective, In *the 6th international conference of the European Academy of Design*, March 29-31 2005, University of the Arts, Bremen, Germany.
- Arnellos A., Spyrou, T., Darzentas, J. (2005b). The Emergence of Interactive Meaning Processes in Autonomous Systems, In: *Proceedings of FIS 2005: Third International Conference on the Foundations of Information Science*. Paris, July 4-7, 2005.
- Arnellos, A., Spyrou, T., Darzentas, J. (2006). Dynamic Interactions in Artificial Environments: Causal and Non-Causal Aspects for the Emergence of Meaning, *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, ISSN: 1690-4524, Vol.3, No.1.
- Arnellos, A., Spyrou, T., Darzentas, J. (2007). Exploring Creativity in the Design Process: A Systems-semiotic Perspective, *Cybernetics and Human Knowing*, Imprint Academic (forthcoming in Volume 14:1).
- Arnellos, A., Lekkas, D., Spyrou, T., Darzentas, J. (2005) "A Framework for the Analysis of the Reliability of Digital Signatures for Secure E-commerce", *The electronic Journal for e-commerce Tools & Applications (eJETA)*, Vol.1, No.4.
- Arnellos, A., Lekkas, D., Spyrou, T., Darzentas, J. Fair Digital Signing: The Structural Reliability of Signed Documents, submitted to *Computers & Security*, Elsevier.
- Arnellos, A., Vosinakis, S., Spyrou, T., Darzentas, J. (2006a). Towards Representational Autonomy of Agents in Artificial Environments, *SETN06, Lectures Notes in Artificial Intelligence, (LNAI)*, Springer-Verlag.
- Arnellos, A., Vosinakis, S., Spyrou, T., Darzentas, J. (2006b). The Emergence of Autonomous Representations in Artificial Agents, *Journal of Computers, (JCP)* ISSN: 1796-203X, Volume:1, Issue:6, 29-36.
- Arnellos, A. Brands, M., Spyrou, T., Darzentas., J. (2006): A Biosemiotic Analysis of Serotonin's Complex Functionality. In *the 6th International Conference in Biosemiotics*, Salzburg, Austria.

- Arshinov, A. and Fuchs, C., (eds) (2003). *Causality, Emergence, Self-Organisation* Moscow: NIA-Piroda.
- Ashby, W. R. (1958). Requisite variety and its implications for the control of complex systems. *Cybernetica*, 1, 83-99.
- Ashby, W. R. (1962), *Principles of the Self-organizing System*, in Foerster, Heinz von. and Zopf, W. G. (ed.), *Principles of Self-organization*, New York.
- Atkins, P. W. (1984). *The second law*. New York: Freeman.
- Atlan, Henry and Koppel, Moshe (1990). The Cellular Computer DNA: Program or Data? *Bulletin of Mathematical Biology* 52 (3), 335-348.
- Auyang, S. (2000). *Mind in Everyday Life and Cognitive Science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Aydede, Murat, "The Language of Thought Hypothesis", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2004 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/spr2004/entries/language-thought/>
- Balbin, A. and Andrade, E. (2004). Protein folding and evolution are driven by the Maxwell demon activity of proteins. *Acta Biotheoretica* 52:173–200, 2004.
- Banathy BH. (1989). The design of evolutionary guidance systems. *Systems Research* 6(4), 289–295.
- Banathy BH. (1993). Is the improvement of the human condition our field? Making evolutionary science work for human betterment. *World Futures* 38, 17–31.
- Banathy BH. (1996). *Designing Social Systems in a Changing World*. New York: Plenum.
- Banathy BH. (1998). *Evolution Guided by Design: A Systems Perspective*. *Systems Research and Behavioral Science*, 15, 161–172.
- Banathy BH. (2000). *Guided Societal Evolution: A Systems View*. New York: Kluwer Academic/Plenum.
- Bar-Hillel Y. and Carnap, R. (1964). "An Outline of a Theory of Semantic Information", rep. in Bar-Hillel, , p.221–274.
- Barsalou, L.; Niedenthal, P, Barbey, A. & Ruppert, J. (in press). Social embodiment. In B. Ross (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 43. San Diego, CA : Academic Press.
- Barwise, Jon and John Perry, *Situations and Attitudes*. Cambridge, MA: MIT Press, 1983.
- Bateson, G. (1972): *Steps to an ecology of mind*, Paladin, USA, Great Britain.
- Bateson, Gregory (1979). *Mind and nature*. New York: Bentam Books.
- Bausch, K. (2001). *The Emerging Consensus in Social Systems Theory*. New York: Kluwer Academic/Plenum Press.
- Beckermann, A. (1992a). Introduction -- Reductive and Nonreductive Physicalism. In A. Beckermann, H. Flohr, J. Kim (Eds.) *Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*. (1-21). Berlin: Walter de Gruyter.
- Beckermann, A. (1992b). Supervenience, Emergence, and Reduction. In A. Beckermann, H. Flohr, J. Kim (Eds.) *Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*. (94-118). Berlin: Walter de Gruyter.
- Beckermann, A., Flohr, H., Kim, J. (1992). *Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Bedau, M. 2002. "Downward Causation and Autonomy of Weak Emergence", *Principia*, Special Issue on Emergence and Downward Causation (El- Hani, C. N. Ed.) 6:5-50.
- Beer, R. (1990). *Intelligence as Adaptive Behaviour: An Experiment in Computational Neuroethology*. Academic Publishers, Boston.
- Beer, R. (1995a). Computational and dynamical languages for autonomous agents. In Van Gelder, T., & Port, R. (Eds.), *Mind as Motion*. MIT Press.
- Beer, R. (1995b). A dynamical systems perspective on autonomous agents. *Artificial Intelligence*, 72, 173–215.
- Beer, R. A. (1996). *Toward the Evolution of Dynamical Neural Networks for Minimally Cognitive Behaviour*. From Animals to Animats 4 - Proceedings of the Fourth International Conference on Simulation of Adaptive Behavior, pp. 421-429. Cambridge, MA: MIT Press / Bradford Books.
- Beer, R. D. (1997). The dynamics of adaptive behavior: A research program. *Robotics and Autonomous Systems*, 20, 257–289.
- Beer, R. D. (1998). Framing the debate between computational and dynamical approaches to cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 21(5), 630.
- Beer, R. D. (2000). Dynamical approaches to cognitive science. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(3), 91–99.
- Beer, R.D. (2003). The dynamics of active categorical perception in an evolved model agent (with commentary and response). *Adaptive Behavior* 11(4):209-243.
- Beer, R., & Chiel, H. (1997). The brain has a body: Adaptive behaviour emerges from interactions of nervous system, body and environment. *Trends in Neuroscience*, 20(12), 553–557.

- Beer, R., & Gallagher, J. (1992). Evolving dynamical neural networks for adaptive behaviour. *Adaptive Behaviour*, 1(1).
- Bennett, C. H. (1985). "Dissipation, information, computational complexity and the definition of organization", in D. Pines. Ed. 1985. *Emerging Syntheses In Science. Proceedings of the Founding Workshops of the Santa Fe Institute*. Redwood City, Calif.: Addison West Publishing Company.
- Bergman M. (2000a). "Reflections On the Role of the Communicative Sign in Semeiotic," *Transactions of the Charles S. Peirce Society: A Quarterly Journal in American Philosophy*, XXXVI(2):225-254.
- Bergman, Mats (2000b) *Meaning and Mediation: toward a communicative interpretation of Peirce's theory of signs*. Helsinki. Yliopistopaino.
- Bertrand Russell. (1999) *Critical Assessments*, edited by A. D. Irvine, 4 volumes, London: Routledge, Consists of essays on Russell's work by many distinguished philosophers.
- Bickhard, M. H. (1992). Scaffolding and Self Scaffolding: Central Aspects of Development. In L. T. Winegar, J. Valsiner (Eds.) *Children's Development within Social Contexts: Research and Methodology*. Erlbaum, 33-52.
- Bickhard, M. H. (1993). Representational Content in Humans and Machines. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, 5, 285-333.
- Bickhard, M. H. (1998). Levels of Representationality. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, 10(2), 179-215.
- Bickhard, M. H. (2000a). Emergence. In P. B. Andersen, C. Emmeche, N. O. Finnemann, P. V. Christiansen (Eds.) *Downward Causation*. (322-348). Aarhus, Denmark: University of Aarhus Press.
- Bickhard, M. H. (2000b). Autonomy, Function, and Representation. *Communication and Cognition* — Special issue on: The contribution of artificial life and the sciences of complexity to the understanding of autonomous systems. Guest Editors: Arantza Exteberria, Alvaro Moreno, Jon Umerez. *Artificial Intelligence*, 17(3-4), 111-131.
- Bickhard, M. H. (2001). Function, Anticipation, Representation. In D. M. Dubois (Ed.) *Computing Anticipatory Systems. CASYS 2000 - Fourth International Conference*. (459-469). Melville, NY: American Institute of Physics.
- Bickhard, M. H. (2003). Process and Emergence: Normative Function and Representation. In: J. Seibt (Ed.) *Process Theories: Crossdisciplinary Studies in Dynamic Categories*. (121-155). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Bickhard, M. H. (2005). Functional Scaffolding and Self-Scaffolding. *New Ideas in Psychology*, 23(3), 166-173.
- Bickhard, M. H. (2006). Developmental Normativity and Normative Development. In L. Smith, J. Voneche (Eds.) *Norms in Human Development*. (57-76). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bickhard, M.H. and D.M. Richie (1983) *On the Nature of Representation*. Praeger.
- Bickhard, M. H. & Terveen, L. (1995). *Foundational Issues in Artificial Intelligence and Cognitive Science -- Impasse and Solution*. Amsterdam: Elsevier Scientific.
- Block, N. (1980) "Introduction: what is functionalism?" in Block, N. (Ed.) *Readings in the philosophy of psychology*. Cambridge, MA, Harvard University Press. pp. 171-184.
- Block, N. (1981). Psychologism and behaviourism. *Philosophical Review*, 90, 5-43.
- Block, N. 1987, "Functional Role and Truth Conditions," *Proceedings of the Aristotelian Society LXI*, 1987, 157-181.
- B. Blumberg, M. Downie, Y. Ivanov, M. Berlin, M.P. Johnson, and B. Tomlinson (2002). Integrated learning for interactive synthetic characters. In *Proceedings of the ACM SIGGRAPH*.
- Boden, M. (1990). *The creative mind*. Sphere Books, London.
- Boden, M. (1994). *The Dimensions of Creativity*. Cambridge, London: MIT Press.
- Bohr, Niels (1954) *Unity of knowledge*. In: *Atomic Physics and Human Knowledge*. John Wiley, 1958, reprinted by Ox Bow Press, Woodbridge, CT, 1987.
- Bonnardel, N. (2000). Towards understanding and supporting creativity in design: analogies in a constrained cognitive environment. *Knowledge-Based Systems* 13 (2000), 505-513.
- Boogerd, F. C., Bruggeman, F. J., Richardson, R. C., Stephan, A. & Westerhoff, H. 2005. Emergence and its Place in Nature: a case study of biochemical networks, *Synthese* 145(1): 131-164.
- Breazeal, C., Scassellati, B. (2000). Infant-like social interactions between a robot and a human caregiver, *Adaptive Behavior* 8 49-74.
- Brier, S. (1992): "Information and Consciousness: A Critique of the Mechanistic foundation of the Concept of Information" in *Cybernetics & Human Knowing*, Vol.1, no. 2/3, pp 71-94.

- Brier, S. 1995. "Cyber-semiotics: On Autopoiesis, Code-Duality and Sign Games in Bio-Semiotics." *Cybernetics & Human Knowing*, 3 (1): pp. 3–25.
- Brier, S. (1996). From Second-order Cybernetics to Cybersemiotics: A Semiotic Re-entry into the Second-order Cybernetics of Heinz von Foerster, *Systems Research*, Vol. 13, No. 3 (A Festschrift to Heinz von Foerster), pp. 229-244.
- Brier, S. 1999b. "Biosemiotics and the Foundation of Cybersemiotics. Reconceptualizing the Insights of Ethology, Second Order Cybernetics and Peirce's Semiotics in Biosemiotics to Create a Non-Cartesian Information Science." *Semiotica*, 127 (1/4): pp. 169–198. Special issue on Biosemiotics.
- Brier, S. (2001). "Cybersemiotics: A Reconceptualization of the Foundation for Information Science", *Systems Research and Behavioral Science*, 18(5), 421-427.
- Brier, S.: (2004): "Cybersemiotics and the Problem of the Information-Processing Paradigm as a Candidate for a Unified Science of Information Behind Library and Information Science", pp.629-657 in *Library Trends*, Vol. 52, No. 3, Winter 2004.
- Brier, S. (2005). "The Construction of Information and Communication: A Cybersemiotic Re-entry into Heinz von Foerster's Metaphysical Construction of Second-Order Cybernetics", *Semiotica*, 154-1/4, 355-399.
- Bro, P. (1997). Chemical reaction automata. *Complexity*, 2(3), 38–44.
- Broad, C. D (1925). *The Mind and its Place in Nature*. London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co. Available in <http://www.ditext.com/broad/mpn/mpn.html>.
- Brooks, R. A. (1989) A Robot that Walks: Emergent Behavior from a Carefully Evolved Network. *Neural Computation* vol. 1:2, 253-262.
- Brooks, R. (1991a). Intelligence without representation. *Artificial Intelligence*, 47, 139–159.
- Brooks, R. A. (1991b). New Approaches to Robotics. *Science*, 253(5025), 1227-1232.
- Brooks, R. A. (1991c). How to Build Complete Creatures Rather than Isolated Cognitive Simulators. In K. VanLehn (Ed.) *Architectures for Intelligence*. (225-239). Erlbaum.
- Brooks, R. A. (1991d). Challenges for Complete Creature Architectures. In J.-A. Meyer, S. W. Wilson (Eds.) *From Animals to Animats*. (434-443). MIT.
- Brooks, R. A. (1993) *The Engineering of Physical Grounding*. Proceedings of the Fifteenth Annual Meeting of the Cognitive Science Society, pp. 153-154. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Brooks, R. (1995). Intelligence without reason. In Steels, L., & Brooks, R. (Eds.), *The Artificial Life Route to Artificial Intelligence: Building Embodied, Situated Agents*. Lawrence Erlbaum.
- Brooks, R.A. (1997), 'From Earwigs to Humans', *Robotics and Autonomous Systems* 20: 291-304.
- Brown, H. R., & Harré, R. (1988). *Philosophical foundations of quantum field theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Brown, S. (2002). Peirce, Searle, and the Chinese Room Argument. *Cybernetics & Human Knowing*. 9 (1) 23-38.
- Busemeyer, J. R., and J. T. Townsend. (1993). Decision field theory: A dynamic-cognitive approach to decision making in an uncertain environment. *Psychological Review* 100: 432–459.
- Calabretta, R., Nolfi, S., Parisi, D., & Wagner, G. (1998). Emergence of functional modularity in robots. In Pfeifer et al. *From Animals to Animats 5: Proceedings of the 5th International Conference on the Simulation of Adaptive Behaviour* (pp. 497-504). Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Campbell, D. T. (1974). 'Downward Causation' in Hierarchically Organized Biological Systems. In F. J. Ayala, T. Dobzhansky (Eds.) *Studies in the Philosophy of Biology*. (179-186). Berkeley, CA: University of California Press.
- Campbell, D. T. (1990). Levels of Organization, Downward Causation, and the Selection-Theory Approach to Evolutionary Epistemology. In Greenberg, G., & Tobach, E. (Eds.) *Theories of the Evolution of Knowing*. (1-17). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cangelosi, A. Greco and S. Harnad, (2000). "From Robotic Toil to Symbolic Theft: Grounding Transfer from Entry-Level to Higher-Level Categories", *Connection Science*, 12, pp. 143-162.
- Cangelosi, A. Greco and S. Harnad, (2002). "Symbol Grounding and the Symbolic Theft Hypothesis", in *Simulating the Evolution of Language*, A. Cangelosi and D. Parisi, Eds., London, Springer, pp.191-210.
- Cangelosi and S. Harnad, (2001). "The Adaptive Advantage of Symbolic Theft over Sensorimotor Toil: Grounding Language Perceptual Categories", *Evolution of Communication*, special issue on Grounding Language, 4, pp. 117-142.
- Cariani, P. 1989. *On the Design of Devices with Emergent Semantic Functions*, PhD Dissertation, Department of Systems Science, State University of New York, Binghamton.!!!!

- Cariani, Peter (1991); Emergence and artificial life; In *Artificial Life II*, SFI Studies in the Sciences of Complexity, vol X (ed. C.G. Langton, C. Taylor and S. Rasmussen); Addison-Wesley.
- Cariani, P. 1999, "Temporal coding of periodicity pitch in the auditory system: an overview" *Neural Plasticity* 6(4), 147-72.
- Cariani, P. (2001). Symbols and dynamics in the brain. *BioSystems*, 60, 59–83.
- Cassirer, E., 1957, *The Philosophy of Symbolic Forms*, Vol 3: *The Phenomena of Knowledge*, Yale Univ. Press, New Haven, CT.
- Chadwick D.W., Basden A., (2001) "Evaluating trust in a public key certification authority", *Computers & Security*, Vol.20, No.7, pp.592-611, 2001.
- Chalmers, D. 1992. Subsymbolic computation and the chinese room. In *The symbolic and connectionist paradigms: closing the gap*, ed. J. Dinsmore. New York: Lawrence Erlbaum.
- Chalmers D. (1995). Facing up to the problem of consciousness, *Journal of Consciousness Studies*, Volume 2, Number 3, pp. 200-219(20)
- Chalmers, D. 1996. *The conscious mind: in search of a fundamental theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Chalmers, David (ed.). (2002) *Philosophy of Mind: Classical and Contemporary Readings*, Oxford University Press.
- Chalmers, D. (2004). How Can We Construct a Science of Consciousness? In M. Gazzaniga (ed.), *The Cognitive Neurosciences III* (MIT Press, 2004).
- Chrisley, R. (2002) "Some foundational issues concerning anticipatory systems". *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, Volume 11, pp 3-18. Partial Proceedings of the Fifth International Conference CASYS'01 on Computing Anticipatory Systems, Liege, Belgium, August 13-18, 2001, D. M. Dubois (Ed.), Liege: CHAOS.
- Chrisley, R. (2003). Embodied artificial intelligence, *Artificial Intelligence* 149 (1) 131–150,
- Chrisley & Ziemke (2002). Embodiment. *Encyclopaedia of Cognitive Science*, pp. 1102-1108. Macmillan Publishers.
- Christensen, W.D. (2004), "Self-directedness: a process approach to cognition". *Axiomathes* 14, pp. 171-189.
- Christensen, W. and Bickhard, M. (2002). The process dynamics of normative function. *Monist*, 85 (1):3–28.
- Christensen, W.D. and C.A. Hooker (2000a), "Anticipation in autonomous systems: foundations for a theory of embodied agents". *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, Volume 5, pp. 135-154.
- Christensen, W.D. and C.A. Hooker (2000b), "Autonomy and the emergence of intelligence: Organised interactive construction". *Communication and Cognition - Artificial Intelligence* 17(3-4): 133-157.
- Christensen, W.D. and C. A. Hooker (2002), "Self-directed agents". In J. MacIntosh (ed.), *Naturalism Evolution & Intentionality*, *Canadian Journal of Philosophy*, Special Supplementary Volume 27, pp. 19-52.
- Christensen, W. D. and Hooker, C. A. (2004): *Representation and the Meaning of Life*. In: Clapin, H., Staines, P., Slezak, P. (eds.): *Representation in Mind: New Approaches to Mental Representation*, Oxford: Elsevier.
- Christiansen, P.V., 2000. Downward causation. from macro to micro-levels in physics. In: Andersen, P.B., Finnemann, N.O., Emmeche, C. (Eds.), *Downward Causation*. Aarhus University Press, Aarhus pp. 51–62.
- Church, A. (1936a). "An Unsolvable Problem of Elementary Number Theory." *Amer. J. Math.* 58, 345-363.
- Church, A. (1936b). Church, A., 1936, "A Note on the Entscheidungsproblem", *Journal of Symbolic Logic*, 1, 40-41.
- Churchland, P. M., 1981, Eliminative materialism and the propositional attitudes, *Journal of Philosophy*, vol. LXXVIII, no. 2.
- Churchland, P. M. 1989. *A neurocomputational perspective: the nature of mind and the structure of science*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Churchland, P. M 1995. *The engine of reason, the seat of the soul: a philosophical journey into the brain*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Churchland, P. S., and T. Sejnowski. 1989. Neural representation and neural computation. In *Neural connections, mental computations*, ed. L. Nadel. Cambridge, MA: MIT Press.
- Churchman CW. 1971. *The Design of Inquiring Systems: Basic Concepts of Systems and Organization*. New York: Basic Books.

- Clark, A. (1997). *Being There: Putting Brain, Body, and World Together Again*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Clark, A. (2005). *Beyond The Flesh: Some Lessons from a Mole Cricket Artificial Life Winter-Spring 2005*, Vol. 11, No. 1-2: 233-244.
- Clark, A. & Toribio, J. 1994. *Doing without representing?* *Synthese*, 101, 401-431.
- Cliff, D., & Noble, J. (1997). *Knowledge-based vision and simple visual machines*. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, 352, 1165–1175.
- Colapietro, Vincent (1989). *Peirce's Approach to the Self: A Semiotic Perspective on Human Subjectivity*. State University of New York Press.
- Collier, John (1988); *Supervenience and reduction in biological hierarchies; Philosophy and Biology: Canadian Journal of Philosophy Supplementary Volume 14* (ed. M. Matthen and B. Linsky).
- Collier, John D. (1990a), *Intrinsic Information*. In Philip P. Hanson (ed) *Information, Language and Cognition*. Oxford: Oxford University Press.
- Collier, John D. (1990b). *Two Faces of Maxwell's Demon Reveal the Nature of Irreversibility*. *Studies in the History and Philosophy of Science* 21: 257-268.
- Collier, John D. (1999a). *Causation is the Transfer of Information*. Howard Sankey (Ed) *Causation, Natural Laws and Explanation*. Dordrecht: Kluwer.
- Collier, John (1999b). "Autonomy in Anticipatory Systems: Significance for Functionality, Intentionality and Meaning", in Daniel M. Dubois (ed) *Proceedings of CASYS'98, The Second International Conference on Computing Anticipatory Systems*. (New York, Springer-Verlag).
- Collier, John (1999c). *The Dynamical Basis of Information and the Origins of Semiosis*. In *Edwina Taborsky (ed) Semiosis. Evolution. Energy Towards a Reconceptualization of the Sign*. Aachen Shaker Verlag Bochum Publications in Semiotics New Series. Vol. 3 (1999): 111-136.
- Collier, J. (2000). *Autonomy and Process Closure as the Basis for Functionality*" *Closure: Emergent Organizations and their Dynamics*, edited by Jerry L.R. Chandler and Gertrudis van de Vijver, Volume 901 of the *Annals of the New York Academy of Science* (2000): 280-291.
- Collier, J. (2002). "What is Autonomy?" *Partial Proceedings of CASYS'01: Fifth International Conference on Computing Anticipatory Systems*, *International Journal of Computing Anticipatory Systems*: 12 (2002): 212-221, published by CHAOS.
- Collier, J. (2003). "Hierarchical Dynamical Information Systems With a Focus on Biology", *Entropy*, 5, 57-78.
- Collier, J. (2004a). *Fundamental Properties of Self-Organization*. In V. Arshinov & Ch. Fuchs (Eds.), *Causality, Emergence, Self-Organisation* (pp. 150-166). Moscow/Vienna.
- Collier, John (2004b) *Self-organisation, Individuation and Identity*. *Revue Internationale de Philosophie* 59: 151-172
- Collier, J. (2004c). "Interactively Open Autonomy Unifies Two Approaches to Function", In: *Computing Anticipatory Systems: CASY'03 - Sixth International Conference*, edited by D. M. Dubois, American Institute of Physics, Melville, New York, AIP Conference Proceedings 718: 228-235.
- Collier, J. and Hooker C.A. (1999). *Complexly Organised Dynamical Systems*. *Open Systems and Information Dynamics*, 6: 241-302.
- Collier, J. and Muller, S. (1998): *The Dynamical Basis of Emergence in Natural Hierarchies* in George Farre and Tarko Oksala (eds) *Emergence, Complexity, Hierarchy and Organization, Selected and Edited Papers from the ECHO III Conference, Acta Polytechnica Scandinavica, MA91* (Finish Academy of Technology, Espoo, 1998).
- Coradeschi S. and A. Saffioti, (2003). "An Introduction to the Anchoring Problem", *Robotics and Autonomous Systems*, 43, pp. 85-96,.
- Cormen, T., C. Leiserson, and R. Rivest. 2001. *Introduction to algorithms*. Cambridge, MA: The MIT Press. 2nd edition.
- Cowart, M. (2004). *Embodied cognition*. *Internet Encyclopedia of Philosophy*, <http://www.iep.utm.edu/>
- Crane, T. (1990). *The language of thought: no syntax without semantics*. *Mind and Language*, 5, 187–212.
- Crick, Francis H. (1958). *On protein synthesis*. *Symposium of the Society of Experimental Biology* 12, 138-163.
- Crick, F., 1993, *The Astonishing Hypothesis*, Scribner's Sons, NY.
- Crutchfield, J. (1994). *Is anything ever new?: Considering emergence*. In Cowan, G., Melzner, D., & Pines, D. (Eds.), *Integrative Themes*, Vol. 19 of *Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity*. Addison-Wesley.
- Crutchfield, J.P., Mitchell, M., (1995). "The evolution of emergent computation". *PNAS*. 92, 10742-10746.
- Crutchfield, J.P., Mitchell, M., Das, R., (2002). "The Evolutionary Design of Collective Computation in Cellular Automata". In: *Evolutionary Dynamics: Exploring the Interplay of Selection, Neutrality,*

- Accident, and Function. Crutchfield, J.P., Schuster, P.K. (Eds.). Oxford University Press, pp. 361-412.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper Collins.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.) *Handbook of creativity* (pp. 313–338). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Cummins, R. 1983. *The nature of psychological explanation*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Cummins, R. (1984). *Functional Analysis*. In E. Sober (ed.), *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*. Cambridge: MIT Press.
- Cummins, R. (1996). *Representations, Targets, and Attitudes*. MIT.
- Cunningham, B. 2001. "The Reemergence of 'Emergence'". *Philosophy of Science* 68 (PSA 2000 Proceedings): S62-S75.
- Cussins, A. (1992). The limitations of pluralism. In Charles, D., & Lennon, K. (Eds.), *Reduction, Explanation, and Realism*. Oxford University Press.
- Cybenko George (1989). Approximation by superpositions of a sigmoidal function. *Mathematics of Control, Signals, and Systems*, 2:303–314, 1989.
- Dasgupta, S. (2004). Is Creativity a Darwinian Process? *Creativity Research Journal*, 16 (4), 403-413.
- Davidson, Donald. *Inquiries into Truth and Interpretation* (Oxford, 1984).
- Dawkins, R. 1976. *The selfish gene*. Oxford: Oxford University Press.
- de Duve, C. (1991). *Blueprint for a cell: The nature and origin of life*. Burlington, NC: Neil Patterson Publishers.
- Deacon, Terrence (1997). *The Symbolic Species: The Co-evolution of Language and the Brain*. New York: W.W. Norton & Company.
- Deamer, D. W. (1997). The first living systems: A bioenergetic perspective. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 61(2), 239–261.
- Deamer, D. W. (1998). Membrane compartments in prebiotic evolution. In A. Brack, (Ed.), *The molecular origins of life. Assembling the pieces of the puzzle* (pp. 189–205). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Deamer, D. W., Dworkin, J., Sandford, S. A., Bernstein, M. P., & Allamandola, L. J. (2002). The first cell membranes. *Astrobiology*, 2(4), 371–381.
- Deely, J. (2001). *Four ages of understanding. The first postmodern survey of philosophy from ancient times to the turn of the Twenty-first century.*, University of Toronto Press, Toronto.
- Dennett, D. (1987). *The Intentional Stance*. MIT Press.
- Dennett, D. (1990) "The interpretation of Texts, People and Other Artifacts" *Philosophy and Phenomenological Research* L, Supplement, 177-94, Fall 1990.
- De Tienne, André. (2003). Learning qua semiosis. *S. E. E. D. Journal -- Semiotics, Evolution, Energy, and Development*. (3), 37-53.
- Devlin, Keith, *Logic and Information*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- Dorst, K. & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution. *Design Studies*, 22 (5), 425-437.
- Dretske, Fred, *Knowledge and the Flow of Information*. Cambridge, MA: MIT Press, 1981.
- Dretske, F. (1988). *Explaining Behavior*. Cambridge MA: MIT Press.
- Dretske, Fred, *Naturalizing the Mind*. Cambridge, MA: MIT Press, 1997.
- Dreyfus, H., & Dreyfus, S. (1988). Making a mind versus modelling the brain: Artificial intelligence back at a branch point. In Boden, M. (Ed.), *The Philosophy of Artificial Intelligence*. Oxford University Press.
- Dreyfus, H. (1992). *What Computers Still Can't Do*. Cambridge: MIT Press.
- Dummett, M. (1991). *The Interpretation of Frege's Philosophy*. Duckworth.
- Dyer, F. C., and Dickinson, J. A. (1996). Sun-compass learning in insects: Representation in a simple mind. *Current Directions in Psychological Science* 5: 67-71.
- Eigen, M. 1992. *Steps towards life: a perspective on evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Eliasmith, C. (1998). Dynamical models and van Gelder's dynamicism: Two different things. Commentary on van Gelder, T. (1998). The dynamical hypothesis in cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 616-665.
- El-Hani, C.N. 2002. "On the Reality of Emergents". *Principia*, Special Issue on Emergence and Downward Causation (El-Hani, C. N. Ed.) 6:51-87.

- El-Hani, C.N., and Emmeche, C. 2000. "On Some Theoretical Grounds for an Organism-centered Biology: Property emergence, supervenience, and downward causation", *Theory in Biosciences* 119: 234-275.
- El-Hani, C. N. & Pereira, A. M. (2000). "Higher-Level Descriptions: Why Should We Preserve Them?", in P. B. Andersen, C. Emmeche, N. O. Finnemann & P. V. Christiansen (eds.). *Downward Causation: Minds, Bodies and Matter*. Aarhus: Aarhus University Press. pp. 118-142.
- El-Hani, C. N., Queiroz, J. and Emmeche, C. (2006). A semiotic analysis of the genetic information system. *Semiotica* 160(1-4): 1-68.
- El-Hani, Charbel Niño; Arnellos, Argyris and João Queiroz (2007). Modeling a Semiotic Process in the Immune System: Signal Transduction in B-Cell Activation, in *Triple-C Cognition, Communication, Cooperation*, special issue on Biosemiotics (accepted for publication).
- El-Hani, Charbel Niño; Arnellos, Argyris and João Queiroz. Modeling signaling processes in the immune system, *submitted in Biosystems (Elsevier)*.
- Emmeche, Claus (1991) A semiotical reflection on biology, living signs and artificial life. In: *Biology & Philosophy*, Vol. 6, No. 3. pp 325-340.
- Emmeche, C. 1994. *The Garden in the Machine: The Emerging Science of Artificial Life*. Princeton: Princeton University Press.
- Emmeche, C. 1997. "Defining Life, Explaining Emergence", On-line paper: <http://www.nbi.dk/~emmeche/> (Published in two parts as: Emmeche, C. 1997. "Autopoietic Systems, Replicators, and the Search for a Meaningful Biologic Definition of Life", *Ultimate Reality and Meaning* 20: 244-264; Emmeche, C. 1998. "Defining Life as a Semiotic Phenomenon", *Cybernetics & Human Knowing* 5:3-17).
- Emmeche, Claus (2003). Causal processes, semiosis, and consciousness. In *Process Theories: Crossdisciplinary Studies in Dynamic Categories*. Johanna Seibt (ed.), 313-336. Dordrecht: Kluwer.
- Emmeche, C., Køppe, S. & Stjernfelt, F. 1997. "Explaining Emergence: Towards an Ontology of Levels ". *Journal for General Philosophy of Science* 28: 83-119.
- Emmeche, C., Køppe, S. & Stjernfelt, F. 2000. "Levels, Emergence and Three Versions of Downward Causation", in P. B. Andersen, C. Emmeche, N. O. Finnemann & P. V. Christiansen (eds.). *Downward Causation: Minds, Bodies and Matter*. Aarhus: Aarhus University Press. (pp. 13-34).
- Emmeche Claus & Hoffmeyer Jesper (1991): "From language to nature - the semiotic metaphor in biology", *Semiotica* 84 (1/2): 1-42.
- Etzeberria, A. and Moreno, A. (2001). From complexity to simplicity: Nature and Symbols. *Biosystems* 60 (1-3), 149-157.
- Evans, G. (1982). *Varieties of Reference*. Oxford University Press.
- Faith, J. (1998). Why gliders don't exist.. In Adami, C., Belew, R., Kitano, H., & Taylor, C. (Eds.). (1998). *Artificial Life 6: Proceedings of the Sixth International Conference on Artificial Life*. MIT Press.
- Feldman, Richard (2006). "Naturalized Epistemology", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2006 Edition), Edward N. Zalta (ed.), forthcoming URL = <http://plato.stanford.edu/archives/fall2006/entries/epistemology-naturalized/>.
- Fetzer, James H. (1988) Signs and Minds: An Introduction to the Theory of Semiotic Systems. In: Fetzer, James (Ed.) *Aspects of Artificial Intelligence*. The Netherlands. Dordrecht. pp 133-161.
- Fetzer, J.H. (1997). Thinking and computing: computers as special kinds of signs. *Minds and Machines* 7: 345-364.
- Fetzer, James (2001). *Computers and Cognition: Why Minds are not Machines*. Dordrecht: Kluwer.
- Fleischaker, G. R. (1988). Autopoiesis: The status of its system logic. *BioSystems*, 22, 37-49.
- Floreano, D. (1997). Reducing Human Design and Increasing Adaptability in Evolutionary Robotics. In Gomi, T. (ed.), *Evolutionary Robotics – From Intelligent Robots to Artificial Life*. Kanata, Canada: AAI Books.
- Floridi L., (2004). "Outline of a Theory of Strongly Semantic Information", *Minds and Machines* 14, p.197-221, , Kluwer Academic Publishers.
- Fodor, J. A. (1975). *The Language of Thought*. New York: Crowell.
- Fodor, J. (1983). *Modularity of Mind: An Essay on Faculty Psychology*. MIT Press.
- Fodor, J. (1990). A theory of content II. In *A Theory of Content and Other Essays*. MIT Press.
- Fodor, J. (1991). Methodological solipsism considered as a research strategy in cognitive psychology. In Rosenthal, D. (Ed.), *The Nature of Mind*. Oxford University Press.
- Fodor, J. (1993). Fodor's guide to mental representation: the intelligent auntie's vade mecum. In *Readings in the philosophy and cognitive science*, ed. A. Goldman. Cambridge, MA: The MIT Press. Originally published in *MIND* (1985) 94:55-97.

- Fodor, J. (1994). *The Elm and the Expert*. MIT Press.
- Fodor, J. (1998). Look! — a review of *Consilience: The Unity of Knowledge*, by E.O. Wilson. *London Review of Books*, 20(21).
- Fodor, J. A. (1998). *Concepts: Where Cognitive Science went wrong*. Oxford.
- Fodor, J., & Pylyshyn, Z. (1988). Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis. *Cognition*, 28, 3–72.
- Freadman, Anne (2004). *The Machinery of Talk: Charles Peirce and the Sign Hypothesis*. Stanford: Stanford University Press.
- Frege, Gottlob *Collected Papers* (Oxford, 1984).
- Freeman, W., & Skarda, C. (1985). Spatial EEG patterns, non-linear dynamics and perception: the neo-Sherringtonian view. *Brain Research Reviews*, 10, 147–175.
- Friedman, K. (2003). Theory construction in design research: criteria: approaches, and methods. *Design Studies*, 24 (6), 507-522.
- Fuchs, C. (2002). Concepts of Social Self-Organisation. INTAS-Project “Human Strategies in Complexity“-Research Report, 69 pages, Vienna University of Technology, Online at: <http://www.self-organization.org>
- Fuchs, C. (2003a). Co-Operation and Self-Organisation. *tripleC*. 1 (1), 1-52.
- Fuchs, C. (2003b). Structuration Theory and Self-Organization. *Systemic Practice and Action Research*, 16 (2): 133-167.
- Funge, J, Tu, X, Terzopoulos, D. (1999) : Cognitive Modeling: Knowledge, Reasoning and Planning for Intelligent Characters. SIGGRAPH: 29-38.
- Gabora, L. (2002). Cognitive mechanisms underlying the creative process. In T. Hewett & T. Kavanagh (Eds.) *Proc. Fourth Int. Conf. on Creativity and Cognition* (pp. 126–133).
- Gabora, L. (2005). Creative thought as a non-Darwinian evolutionary process. *Journal of Creative Behavior*, 39 (4), 65-87.
- Gallistel, C. R. (1999). The replacement of general-purpose learning models with adaptively specialized learning modules. In M.S. Gazzaniga, Ed., *The Cognitive Neurosciences 2d. ed.* (1179-1191). Cambridge, MA: MIT Press.
- Gatlin, L. 1972. *Information and the Living System*. Columbia University Press. New York.
- Gero, J. (1998). Towards a model of designing which includes its situatedness. In H. Grabowski, S. Rude & G. Grein (Eds.), *Universal design theory* (pp. 47-56). Aachen (Germany): Shaker Verlag.
- Gibson, J.J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Glanville, R. (1998). A (Cybernetic) Musing: Variety and Creativity. *Cybernetics and Human Knowing*, 5 (3), 56-62.
- Glanville, R. (2001). A (Cybernetic) Musing: Constructing my Cybernetic World. *Cybernetics and Human Knowing*, 8 (1-2), 141-150.
- Godfrey-Smith, P. (1994). A Modern History Theory of Functions. *Nous*, 28(3), 344-362.
- Godfrey-Smith, P. (2000). Information, arbitrariness, and selection: Comments on Maynard Smith. *Philosophy of Science* 67 (2), 202-207.
- Goldschmidt, G. (1997). Capturing indeterminism: representation in the design problem space. *Design Studies*, 18 (4), 441-455.
- Gonzalez, M. E. Q. & Haselager, W. F. G. (2005). Creativity: Surprise and abductive reasoning. *Semiotica*, 153 (1/4), 325-341.
- Greenberg M. and Harman G., (2006). “Conceptual Role Semantics” To appear in *The Oxford Handbook of Philosophy of Language*, edited by Ernest Lepore and Barry Smith.
- Gregersen, N. H. (2003). *From Complexity to Life: On the Emergence of Life and Meaning*, Oxford University Press.
- Grice, H. P. 'Meaning', *Philosophical Review* (1957).
- Griffiths, Paul E. (2001). Genetic information: A metaphor in search of a theory. *Philosophy of Science* 68 (3), 394-403.
- Grush, R. (1997). ‘The architecture of representation’, *Philosophical Psychology*, 10 (1): 5-23.
- Guignon, C.B. *Heidegger and the Problem of Knowledge*, Hackett, Indianapolis, IN, 1983.
- Haken, H. (1996). *Principles of brain functioning. A synergetic approach to brain activity, behavior and cognition*. Berlin. Springer.
- Hamilton, W. (1964). The genetical evolution of social behaviour. *Journal of Theoretical Biology*, 7, 1–52.
- Harnad, S. 1990. The symbol grounding problem. *Physica D* 42:335-346.
- Harnad, S. (1991) Other bodies, Other minds: A machine incarnation of an old philosophical problem. *Minds and Machines* 1: 43-54.

- Harnad, Stevan (1993) Grounding Symbols in the Analog World with Neural Nets. *Think* 2(1) 12-78 (Special Issue on "Connectionism versus Symbolism" D.M.W. Powers & P.A. Flach, eds.)
- Harnad, S. (1995) Grounding Symbolic Capacity in Robotic Capacity. In: Steels, L. and R. Brooks (eds.) *The "artificial life" route to "artificial intelligence."* Building Situated Embodied Agents. New Haven: Lawrence Erlbaum. pp. 276-286.
- Harvey, I. (1992). Untimed and misrepresented: Connectionism and the computer metaphor. Cognitive science research paper 245, School of Cognitive and Computing Sciences, University of Sussex.
- Haugeland, J. 1991. Representational genera. In W. Ramsey, S. Stich & D. Rumelhart (Eds.) *Philosophy and Connectionist Theory*, Hillsdale, NJ: L. Erlbaum, pp. 61-90.
- Hayek, F. A. (1988). *The Fatal Conceit. The Errors of Socialism*. Collected Works, Vol. 1. London. Routledge
- Hayes, P. 1987. What the frame problem is and isn't. In *The robot's dilemma*, ed. Z. Pylyshyn. Norwood, NJ: ABLEX Publishing Corporation.
- Health, T. (1993). Social aspects of creativity and their impact on creativity modeling creativity. In J. S. Gero & M. L. Maher (Eds) *Modelling creativity and knowledge-based creative design*, (9–23), Erlbaum, Hillsdale NJ.
- Hebb, D. O. 1949, *The Organization of Behavior* (Simon & Schuster, New York).
- Hebb, D. O. 1966, *A Textbook of Psychology*, 2nd ed. (W.B Saunders, Philadelphia).
- Hecht-Nielsen, R. 1989. Theory of the backpropagation neural network. *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks* 1:593-611.
- Heidegger, M. (1962). *Being and Time*. New York: Harper & Row. Originally appeared as Heidegger, M. (1927). *Sein und Zeit*. Tübingen, Germany.
- Heusden, B. van & Jorna, R.J. (2001). Toward a Semiotic Theory of Cognitive Dynamics in Organizations. In: K. Liu, R. J. Clarke, P. B. Andersen & R. K. Stamper (Eds.) *Information, Organisation and Technology: Studies in Organisational Semiotics*, (pp 83-113), Boston: Kluwer.
- Heylighen, A. & Bouwen, E. J. (1999). Walking on a thin line – between passive knowledge and active knowing of components and concepts in architectural design. *Design Studies*, 20 (2), 441-455.
- Heylighen, F. and Joslyn C. (2001), *Cybernetics and 2nd order Cybernetics*, in Meyers, R. A. (ed.), *Encyclopedia of Physical Science & Technology* (3rd ed.), Academic Press, New York.
- Hoffmeyer, J., (1996). Signs of meaning in the universe. In: Sebeok, T.A. (Ed.), *Advances in Semiotics*. Indiana University Press, Bloomington, IN.
- Hoffmeyer, J., (1997). Semiotic emergence. *Revue de la pensée d'aujourd'hui* 25-7(6): 105-117. (In Japanese; citations from English version, available online: <http://www.imbf.ku.dk/MolBioPages/abk/PersonalPages/Jesper/SemioEmergence.htm>)
- Hoffmeyer, J., (1997b). "Biosemiotics: Towards a New Synthesis in Biology" *European Journal for Semiotic Studies*, Vol. 9 No. 2, pp. 355-376.
- Hoffmeyer, J., (1998). "Semiosis and Biohistory: A Reply". In *Semiotics in the Biosphere: Reviews and Rejoinder. Special issue of Semiotica* Vol. 120. no. 3/4, 453-482.
- Hoffmeyer, J., (1998b). Surfaces inside surfaces. On the origin of agency and life. *Cybernetics and Human Knowing* 5 (1), 33–42.
- Hoffmeyer, J., (2000) Code-Duality and the Epistemic Cut". In Jerry Chandler and Gertrudis Van de Vijver (Eds.) *Closure. Emergent Organizations and their Dynamics*. *Annales of the New York Academy of Sciences*, Vol. 901. pp. 175-186.
- Hoffmeyer, J., (2001). "Life and Reference" In Luis Mateus Rocha (guest editor) *The Physics and Evolution of Symbols and Codes: Reflections on the Work of Howard Pattee Special Issue of BioSystems* Vol. 60, No. 1-3. pp. 123-130.
- Hoffmeyer, J., (2002). Code Duality Revisited, *SEED* 2 (1), 1-19.
- Hoffmeyer, J., (2003). Semiotic Aspects of Biology: Biosemiotics" In Roland Posner, Klaus Robering and Thomas E. Sebeok (eds.): *Semiotics. A Handbook on the Sign-Theoretic Foundations of Nature and Culture* Walter de Gruyter, Berlin/New York, Vol. 3, pp. 2643-2666.
- Hoffmeyer, J., (2005). "Code-Duality and the Semiotics of Nature" *Journal of Biosemiotics*, Volume 1 (1), 27-64
- Hoffmeyer, J. and Emmeche, C., (1991). Code-duality and the semiotics of nature. In: Anderson, M., Merrell, F. (Eds.), *On Semiotic Modeling*. Mouton de Gruyter, New York, pp. 117–166.
- Hoffmeyer, J. and Emmeche, C., (1999) "Biosemiotica II" (guest-editors), special issue of *Semiotica* on Biosemiotics, vol. 127 (1-4), pp. 133-655.
- Holland, J., Hutchins, E. & Kirsh, D. (2000). Distributed Cognition: Toward a New Foundation for Human-Computer Interaction Research. *ACM Trans. On Computer-Human Interaction*. 7 (2) 174-196.

- Hooker, C. A. (1989). Evolutionary Epistemology and Naturalist Realism. In K. Hahlweg, C. A. Hooker (Eds.) *Issues in Evolutionary Epistemology*. (101-150). New York: SUNY.
- Hookway, Christopher (2002). *Truth, Rationality, and Pragmatism: Themes from Peirce*. Oxford: Oxford University Press.
- Houser, N., Roberts, D. and Evra, J. (Ed.) (1997) *Studies in the Logic of Charles Sanders Peirce*. Bloomington/Indianapolis. Indiana University Press.
- Hulswit, M. (2002). From Cause to Causation : A Peircean Perspective (Philosophical Studies, 90), Springer.
- Hulswit, M. (in press). "How Causal is Downward Causation? ". *Journal for General Philosophy of Science*.
- Ideker, Trey; Timothy Galitski and Leroy Hood (2001). A new approach to decoding life: systems biology. *Annual Review of Genomics and Human Genetics* 2, 343-372.
- Israel, David and John Perry, What is Information? In Philip P. Hanson (ed) *Information, Language and Cognition* (1990).
- Jablonka, Eva (2002). Information: Its interpretation, its inheritance, and its sharing. *Philosophy of Science* 69, 578-605.
- Jablonka, E. & Lamb, M. J. (2005). *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*. Cambridge-MA: The MIT Press.
- Janlert, L-E. 1987. Modeling change—the frame problem. In *The robot's dilemma*, ed. Z. Pylyshyn. Norwood, NJ: ALEX Publishing Corporation.
- Jantsch, E. (1975). *Design for Evolution*. New York: George Braziller.
- Jantsch, E. (1980). *The Evolutionary Vision*. Westview Press, Boulder, CO.
- Jonas, H. (1963). *The phenomenon of life. Toward a philosophical biology*. New York: Harper and Row.
- Jonas, W. (2001). A Scenario for Design. *Design Issues*, 17 (2), 64-80.
- Juarrero, A. 1998. Causality as constraint. In *Evolutionary Systems. Biological and Epistemological Perspectives in Selection and Self-Organization*, G. Van de Vijver, Ed. :233–242. Kluwer. Dordrecht.
- Kampis, G. (1991). *Self-Modifying Systems in Biology and Cognitive Science*. Pergamon Press.
- Kampis, G. (2001): Organization, Not Behavior, in: *Reduktion – Spiel – Kreation* (K. Edlinger, W. Feigl, G. Fleck (eds), Peter Lang, Wien, pp 35-47.
- Kampis, G. (2002): The Natural History of Agents, in: Gulyás, L., Tatai, G., Vánca, J. (eds.): *Agents Everywhere*, Springer, Budapest, pp. 24-48.
- Kant I., (1790). *The Critique of Judgment*, Translated by J. H. Bernard, Publisher: Prometheus Books, November 2000.
- Kass J. (2000). The reorganization of sensory and motor maps after injury in adult mammals. In *The New Cognitive Neurosciences*, ed. M. Gazzaniga. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kauffman, S. (1986). Autocatalytic sets of proteins. *Journal of Theoretical Biology*, 119, 1–24.
- Kauffman, S.A. (1993). *The Origins of Order: Self-organization and Selection in Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Kauffman, S.A. (2000). *Investigations*. Oxford: Oxford University Press.
- Kazmierczak, T. E. (2003). Design as Meaning Making: From Making Things to the Design of Thinking. *Design Issues*, 19 (2), 45-59.
- Keller, Evelyn Fox (2000). *The Century of the Gene*. Cambridge-MA: Harvard University Press.
- Kelso, J. 1997. *Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kim, J. (1984). Concepts of supervenience. *Philosophy and Phenomenological Research*, 45, 153–176.
- Kim, J. (1988). What is Naturalized Epistemology *Philosophical Perspectives* 2 edited by James E. Tomberlin, Asascadero, CA: Ridgeview Publishing Co: 381-406.
- Kim, J. (1990). Supervenience as a Philosophical Concept. *Metaphilosophy*, 21(1-2), 1- 27.
- Kim, J. (1991). Epiphenomenal and Supervenient Causation. In D. M. Rosenthal (Ed.) *The Nature of Mind*. (257-265). Oxford University Press.
- Kim, J. (1992a). "Downward Causation" in Emergentism and Non-reductive Physicalism. In A. Beckermann, H. Flohr, J. Kim (Eds.) *Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*. (119-138). Berlin: Walter de Gruyter.
- Kim, J. (1992b). Multiple realization and the metaphysics of reduction. *Philosophy and Phenomenological Research*, 52(1), 1–26.
- Kim, J. (1993a). *Supervenience and Mind*. Cambridge University Press.
- Kim, J. (1993b). The Non-Reductivist's Troubles with Mental Causation. In J. Heil, A. Mele (Eds.) *Mental Causation*. (189-210). Oxford University Press.

- Kim, J. (1997). What is the Problem of Mental Causation? In Chiara, M. L. D., Doets, K., Mundici, D., van Benthem, J. (Eds.) *Structures and Norms in Science*. (319- 329). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Kim, J. (1998). *Mind in a Physical World: An Essay on the Mind-Body Problem and Mental Causation*. Cambridge, Mass., and London: MIT Press.
- Kim, J. 1999. "Making Sense of Emergence", *Philosophical Studies* 95: 3-36.
- Kirsh, D. (1991). Today the earwig, tomorrow man?. *Artificial Intelligence*, 47, 161–184.
- Kirsh, D. and Maglio, P. (1994). On distinguishing epistemic from pragmatic action. *Cognitive Science* 18: 513-549.
- Klowden, M. J.: (1995), Blood, sex, and the mosquito: control mechanisms of mosquito blood-feeding behavior, *BioScience* 45: 326-31.
- Knierim, J., Kudrimoti, H., & McNaughton, B. (1995). Place cells, head direction cells, and the learning of landmark stability. *The Journal of Neuroscience*, 15(3), 1648–1659.
- Knyazeva, H. & Haken, H. (1999). Synergetics of human creativity. In W. Tschacher & J.-P. Dauwalder (Eds.) *Dynamics, synergetics, autonomous systems: Nonlinear systems approaches to cognitive psychology and cognitive science* (pp. 64-79). London: World Scientific.
- Krips, Henry. (1999). "Measurement in Quantum Theory", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 1999 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/win1999/entries/qt-measurement/>.
- Kull, Kalevi (1999). Biosemiotics in the twentieth century: A view from biology. *Semiotica* 127 (1/4), 385-414.
- Küppers, B. O. (1990), "Information and the Origin of Life" Cambridge, MA: MIT Press.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought*. New York: Basic Books.
- Langley, P, Simon, H. A, Bradshaw, G. L & Zytkow, J M. (1987). *Scientific discovery* Cambridge MA: The MIT Press.
- Langton, C., 1988, *Artificial Life*, Addison-Wesley, Redwood City, CA.
- Law, D. and Miikkulainen, R. (1994) Grounding Robotic Control with Genetic Neural Networks. Tech. Rep. AI94-223. Austin: Dept. of Computer Sciences, The University of Texas at Austin.
- Laszlo, A. (2001). The Epistemological Foundations of Evolutionary Systems Design. *Systems Research and Behavioral Science*, 18, 307-321.
- Laszlo, K. C. (2001). Learning, Design, and Action: Creating the Conditions for Evolutionary Learning Community. *Systems Research and Behavioral Science*, 18, 379-391.
- Lear, J. 1988. *Aristotle: The Desire to Understand*. New York: Cambridge University Press.
- Lef, Harvey S. and Andrew F. Rex (1990). *Maxwell's Demon: Entropy, Information, Computing*. Princeton: Princeton University Press.
- Lekkas D. (2003). "Establishing and managing Trust within the Public Key Infrastructure", *Computer Communications*, Vol.26, No.16, pp.1815-1825.
- Lekkas D., Arnellos A., Spyrou T., Darzentas J. (2005). "Pervasive Digital Signatures: Syntactic robustness and simplicity of signed documents", In: *Proceedings of SecPerU'05, Security, Privacy and Trust in Pervasive and Ubiquitous Computing*, Santorini, Greece, IEEE, p.21-28
- Lemke, J. (2000). Opening Up Closure: Semiotics Across Scales." In J. Chandler and G. van de Vijver, Eds. *Closure: Emergent Organizations and their Dynamics* (Volume 901: *Annals of the NYAS*). New York: New York Academy of Science Press. pp. 100-111. March, 2000.
- Lepore E., Johnson K. (2002). "Does Syntax Reveal Semantics? A Case Study of Complex Demonstratives", *Philosophical Perspectives*,
- Lettvin, J. Y., Maturana, H. R., McCulloch W. S. and W. H. Pitts, "What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain," *Proc. IRE* 47 (1959) 1940--1951, reprinted in Warren S. McCulloch, *Embodiments of Mind* (MIT Press, 1965).
- Levine, J. 1983. "Materialism and Qualia: The Explanatory Gap. *Pacific Philosophical Quarterly* 64: 354-361.
- Loula, A., Gudwin, R. e Queiroz, J. (in press) Symbolic Communication in Artificial Creatures: an experiment in Artificial Life. In XVII Brazilian Symposium on Artificial Intelligence, São Luís, Maranhão - Brazil (to appear in *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, Springer-Verlag).
- Lipson, H. & Pollack, J. B. (2000). Automatic design and manufacture of robotic lifeforms. *Nature*, 406, 974-978 .
- Liszka, J. J., (1999) "Meaning and the Three Essential Conditions for a Sign", In: M. Shapiro (eds.): *The Peirce Seminar Papers*. Berghahn Books, New York.
- Liu, Y. (2000). Creativity or novelty? *Design Issues*, 21 (3), 261-276.
- Luhmann, N. (1990): *Essays on self-reference*, Columbia University Press, New York.

- Luhmann, N. (1995). *Social Systems*. Stanford, California: Stanford University Press.
- Luhmann, N. (1995b), Why “Systems Theory”, *Cybernetics & Human Knowing*, 3(2), 3-10.
- Luisi, P. L., & Varela, F. J. (1989). Self-replicating micelles: A chemical version of a minimal autopoietic system. *Origins of Life & Evolution of the Biosphere*, 19, 633–643.
- Luisi, P. L. (2003). Autopoiesis: A Review and a Reappraisal. *Naturwissenschaften* 90:49–59
- MacKay, Donald M., *Information, Mechanism and Meaning*. Cambridge, MA: MIT Press, 1969.
- Macmillan, S., Steele, J., Austin, S., Kirby, P. & Spence, R. (2001). Development and verification of a generic framework for conceptual design. *Design Studies*, 22 (2), 169-191.
- Maes, P. (1993). Behavior-Based Artificial Intelligence. In J.-A. Meyer, H. L. Roitblat, S. W. Wilson (Eds.) *From Animals to Animats 2*. (2-10). MIT.
- Maes, P. (1994). Modeling Adaptive Autonomous Agents. *Artificial Life*, 1, 135-162.
- Maffie James (1990). Recent Work on Naturalising Epistemology”, *American Philosophical Quarterly*, 27: 281-293.
- Mamykina, L., Candy, L. & Edmonds, E. (2002) Collaborative Creativity. *Communications of the ACM*, 96-99.
- Markman Arthur B. and Dietrich Eric (2000). In Defense of Representation, *Cognitive Psychology* 40, 138–171.
- Martindale, C. (1995). Creativity and connectionism. In S. M. Smith, T. B. Ward, & R. A. Finke (Eds) *The creative cognition approach* (pp. 250–268). Cambridge MA: MIT Press.
- Masson, J. M. and McCarthy, S. (1996). *When Elephants Weep: The Emotional Lives of Animals*. New York: Delta.
- Mataric, M.J. (1992), ‘Integration of representation into goal-driven behavior-based robots’, *IEEE Transactions on Robotics and Automation* 8(3): 301-312.
- Matsuno, K. and S. Salthe, (1995). "Global Idealism/Local Materialism". *Biology and Philosophy* 10, 309-337.
- Maturana, H. (1978) “Biology of Language: The epistemology of reality” Chapter 2 in Miller, G. and Lenneberg, E. (eds.) *Psychology and Biology of Language and Thought: Essays in Honor of Eric Lenneberg*. Academic Press, 1978, pp.27-63.
- Maturana, H. and Varela, F. (1973) “Autopoiesis. The organization of the living”. From Maturana, H. and Varela, F. *Autopoiesis and Cognition. The realization of the living*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, The Netherlands 1980. pp.63-135.
- Maturana, H. R. and Varela, F. J. (1980) *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, Reidel, Boston.
- Maturana, H. R., Varela, F. J. (1987). *The Tree of Knowledge*. Boston: New Science Library.
- Matys, V.; Kel-Margoulis, O. V.; Fricke, E.; Liebich, I.; Land, S.; Barre-Dirrie, A.; Reuter, I.; Chekmenev, D.; Krull, M.; Hornischer, K.; Voss, N.; Stegmaier, P.; Lewicki-Potapov, B.; Saxel, H.; Kel, A. E. & Wingender, E. (2006). TRANSFAC® and its module TRANSCompel®: Transcriptional gene regulation in eukaryotes. *Nucleic Acids Research* 34: D108-D110.
- Maynard Smith, John (2000a). The concept of information in Biology, *Philosophy of Science* 67 (2), 177-194.
- McDermott, D. (1987), We’ve been framed: Or, why AI is innocent of the frame problem, in: Z.W. Pylyshyn (Ed.), *The Robot’s Dilemma: The Frame Problem in Artificial Intelligence*, Ablex Publishing, Norwood, NJ, , pp. 113–122.
- McGinn, C. (1989). *Mental Content*. Blackwell.
- McLaughlin, B. P. 1992. “The Rise and Fall of British Emergentism” in A. Beckermann, H. Flohr & J. Kim (eds.). *Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*. Berlin: Walter de Gruyter. (pp. 49-93).
- McLaughlin, Brian and Bennett, Karen, "Supervenience", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2006 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/fall2006/entries/supervenience/>.
- McMullin, B.: 2000, John von Neumann and the evolutionary growth of complexity: looking backward, looking forward..., *Artificial Life* 6, 347-361.
- McNaughton, B. et al. (1996). Deciphering the hippocampal polyglot: The hippocampus as a path integration system. *Journal of Experimental Biology*, 199, 173–185.
- Merleau-Ponty, M. (1962). *Phenomenology of Perception*. London: Routledge & Kegan Paul. Originally appeared as Merleau-Ponty (1945) *Phenomenologie de la Perception*, Paris: Gallimard.
- Merleau-Ponty, M. *The Phenomenology of Perception*, Routledge, New York, 2002.
- Merrell, Floyd (1995). *Peirce’s Semiotics Now*. Toronto: Canadian Scholar’s Press.
- Millikan, R. (1984). *Language, Thought and Other Biological Categories*. MIT Press.

- Millikan, R.G. (1989) "In Defense of Proper Functions" in *Philosophy of Science*, 56: 288-302.
- Millikan, R. 1993. On mentalese orthography. In *Dennett and his critics*, ed. B. Dahlbom. Cambridge, MA: Blackwell Publishers Inc.
- Mingers, J. (1995). Self-producing Systems. Implications and Applications of Autopoiesis. Plenum Press. New York and London.
- Mingers, J. (1997). "The Nature of Information and its Relationship to Meaning", in R. L. Winder et al., *Philosophical Aspects of Information Systems* (London: Taylor and Francis), p.73-84.
- Moreno, A. (1998): "Information, Causality and Self-Reference in Natural and Artificial Systems", in: Dubois, D.M. (ed), *Computing Anticipatory Systems* (Proceedings Collection of American Institute of Physics), 202-206.
- Moreno, A. & Barandiaran, X. (2004) A naturalized account of the inside-outside dichotomy. *Philosophica* 73, pp. 11-26
- Moreno, A. & Etzeberria, A. (2005) Agency in natural and artificial systems. *Artificial Life* Vol. 11, No. 1-2. Almeida e Costa, F., Rocha, L. and Bedau, M. (eds.) Special Issue on New robotics evolution and embodied cognition. pp. 161-176.
- Moreno, A, Ruiz-Mirazo, K. (2002). Key issues regarding the origin, nature and evolution of complexity in nature: information as a central concept to understand biological organization Special Issue *Emergence* 4.1/4.2 pp 63-76
- Moreno, A. Umerez, J & Ibanez, J (1997) Cognition and Life. The Autonomy of Cognition. *Brain & Cognition* 34 (1) Special Issue Academic Press pp 107-129
- Morris, M. (1986). Causes of behaviour. In Stevenson, L., Squires, R., & Haldane, J. (Eds.), *Mind Causation and Action*. Blackwell.
- Morowitz, H. J. (1992). Beginnings of cellular life. New Haven, CT: Yale University Press.
- Morowitz, H. J. (1999). A theory of biochemical organization, metabolic pathways, and evolution. *Complexity*, 4(6), 39-53.
- Müller-Benedict, Volker (2001) *Selbstorganisation in sozialen Systemen. Erkennung, Modelle und Beispielt nichtlinearer Dynamik*. Opladen. Leske + Budrich.
- Mumford D. M. (2003). Where Have We Been, Where Are We Going? Taking Stock in Creativity Research. *Creativity Research Journal*, 15 (2-3), 107-120.
- Murphey, Murray (1993). The Development of Peirce's Philosophy. Cambridge: Harvard University Press.
- Nadin, M. (2000). Anticipation: A Spooky Computation. *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, 6, 3-47.
- Neander, K. (1991). "Functions As Selected Effects: The Conceptual Analyst's Defense," *Philosophy of Science*, 58, 168-184.
- Neander, Karen, (2004). "Teleological Theories of Mental Content", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2004 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/sum2004/entries/content-teleological/>.
- Nelson, H.G. (2004). Bela H. Banathy: The Legacy of a Design Conversation. *Systems Research and Behavioral Science*, 21, 261-268.
- Newell, A. and Simon, H. (1976). Computer Science as Empirical Enquiry: Symbols and Search. *Communications of the Association for Computing Machinery* 19: 105-132.
- Newell, A. (1980). "Physical Symbol Systems," *Cognitive Science.*, 4: 135-183.
- Nicolis, G. and Ilya Prigogine (1977) *Self-Organization in Non-Equilibrium Systems* (New York: John Wiley & Sons).
- Nicolis, G. and Prigogine, I., (1989). Exploring Complexity, Freeman, NY.
- Nijhout, H. Frederik (1990). Metaphors and the role of genes in development. *Bioessays* 12(9):441-446.
- Noble, W. & Davidson, I. (1996) Human Evolution, Language and Mind. Cambridge University Press.
- Nosofsky, R. 1986. Attention, similarity, and the identification-categorization relationship. *Journal of Experimental Psychology: General* 115: 39-57.
- O'Brien, G., and J. Opie. 1999. A connectionist theory of phenomenal experience. *Behavioral and Brain Sciences* 22(1):127-147.
- O'Connor, Timothy, Wong, Hong Yu, (2006). "Emergent Properties", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2006 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/win2006/entries/properties-emergent/>.
- O'Keefe, J., & Dostrovsky, J. (1971). The hippocampus as a spatial map: Preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat. *Brain Research*, 34, 171-175.
- Oyama, Susan (2000). *The Ontogeny of Information: Developmental Systems and Evolution*, 2nd Ed. Cambridge: Cambridge University Press. 1st Ed. 1985

- Pask, Gordon (1975). *Conversation, Cognition, and Learning: A Cybernetic Theory and Methodology*. New York: Elsevier.
- Pask, Gordon (1976). *Conversation Theory: Applications in Education and Epistemology*. Elsevier.
- Pattee, H.H., 1969. How does a molecule become a message? In: Lang, A. (Ed.), 28th Symposium of the Society of Developmental Biology, Academic Press, New York, pp. 1–16.
- Pattee, H. H. (1973). The physical basis and origin of hierarchical control. In H. H. Pattee (Ed.), *Hierarchy Theory* (pp. 73–108). New York: Braziller.
- Pattee, H. H., 1977, “Dynamic and Linguistic Modes of Complex Systems”. *Int. J. General Systems* 3, 259–266.
- Pattee, H.H., 1982. Cell psychology: An evolutionary approach to the symbol–matter problem. *Cogn. Brain Theory* 5 (4), 325–341.
- Pattee, H.H., 1986. Universal principles of measurement and language functions in evolving systems. In: Casti, J.L., Karlqvist, A. (Eds.), *Complexity, Language, and Life*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 579–581.
- Pattee, H.H., 1995. Evolving self-reference: matter symbols and semantic closure. *Commun. Cogn.–Artif. Intell.* 12 (1–2), 9–27.
- Pattee, H.H., 1996. The problem of observables in models of biological organizations. In: Khalil, E.L., Boulding, K.E. (Eds.), *From Evolution, Order, and Complexity*. Routledge, London.
- Pattee, H.H. (1997), "The Physics of Symbols and The Evolution of Semiotic Control". *Workshop on Control Mechanisms for Complex Systems: Issues of Measurement and Semiotic Analysis*, Las Cruces, New Mexico, Dec. 8-12, 1996.
- Pattee, H. H. (2001a). Irreducible and complementary semiotic forms. *Semiotica* 13-1/4 (2001), 341-358.
- Pattee, H.H., (2001b). "The physics of symbols: bridging the epistemic cut". *Biosystems*. 60 (1-3), 5-21.
- Peacocke, C. (1994). Content, computation and externalism. *Mind and Language*, 9(3), 303–335.
- Peirce, Charles Sanders (1931–1935). *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. Electronic edition reproducing Vols. I–VI [C. Hartshorne & P. Weiss (Eds.), Cambridge-MA: Harvard University Press, 1931–1935], Vols. VII–VIII [A. W. Burks (Ed.), same publisher, 1958]. Charlottesville: Intelix Corporation.
- Peirce, C. S. (1967). *Annotated Catalogue of the papers of Charles S. Peirce*. Amherst-MS: University of Massachusetts. ROBIN, R. (ed.).
- Peirce, C. S. (1998). *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. Vol. 1 (1867–1893) (ed. by Nathan Houser and Christian Kloesel). Vol. 2 (1893–1913) (ed. by the Peirce Edition Project). Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press, 1998.
- Perry, John (1970) “The same ‘F’”, *Philosophical Review* 79: 181-200.
- Petitot, J., Varela, F. J., Pachoud, B., & Roy, J.-M. (1999). *Naturalizing Phenomenology: Issues in Contemporary Phenomenology and Cognitive Science.*, Stanford University Press, Stanford, California.
- Pfeifer, R. & Scheier, C. (1999). *Understanding Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Piaget, J. (1971). *The Construction of Reality in the Child*. Ballantine Books.
- Pierce, S. K. (2002). Lipid rafts and B-cell activation. *Nature Reviews Immunology* 2: 96-105.
- Pietarinen, Ahti-Veikko (2005) *Signs of Logic: Peircean Themes in the Philosophy of Language, Games, and Communication*. Berlin/New York. Springer Verlag.
- Pihlström, S. 2002. “The Re-Emergence of the Emergence Debate”, *Principia*, Special Issue on Emergence and Downward Causation (El-Hani, C. N. Ed.) 6: 133-181.
- Polanyi, M. 1958. *Personal Knowledge*. London: Routledge.
- Polanyi, M. 1968. “Life’s Irreducible Structure”, *Science* 160: 1308-1312.
- Port, R. & van Gelder, T. (Eds.) (1995). *Mind as Motion: Explorations in the Dynamics of Cognition*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Prigogine I. & Stengers I. (1984). *Order Out of Chaos*. New York: Bantam Books.
- Putnam, H. (1975). The meaning of meaning. In *Mind, Language and Reality*, Vol. 1 of *Philosophical Papers*. Cambridge University Press.
- Putnam, H. (1981). *Reason, Truth and History*. Cambridge University Press.
- Queiroz, J. (2004). *Semiose Segundo C.S. Peirce*. EDUC, Sao Paulo.
- Queiroz, J. and S. Ribeiro (2002). The biological substrate of icons, indexes and symbols in animal communication: a neurosemiotic analysis of Vervet monkey alarm-calls. In: M. Shapiro (ed.), *The Peirce Seminar Papers – The State of the Art*, pp. 69–78. Berghahn Books, New York, Vol. 5.
- Queiroz, J. & El-Hani, C. N. (2006). Semiosis as an emergent process. *Transactions of C. S. Peirce Society* 42(1): 78–116.: *A Quarterly Journal in American Philosophy*.

- Queiroz, J. & El-Hani, C. N. (2006). Towards a multi-level approach to the emergence of meaning processes in living systems. *Acta Biotheoretica* 54(3):174-206.
- Quick, T.; Dautenhahn, K.; Nehaniv, C. & Roberts, G. (1999). On Bots and Bacteria: Ontology Independent Embodiment. In *Proceedings of the Fifth European Conference on Artificial Life*. Heidelberg: Springer.
- Quine W. V., *Word and Object* (Cambridge, Mass., 1960).
- Ransdell, J. (1977) Some leading ideas of Peirce's semiotic. In: *Semiotica*, Vol. 19, No. 3/4. pp 157-178.
- Ransdell, Joseph (2003). The relevance of Peircean semiotic to computational intelligence augmentation. *S.E.E.D. Journal -- Semiotics, Evolution, Energy, and Development* 3 (3), 5-36.
- Rapaport W.J., (1995). "Understanding Understanding: Syntactic Semantics and Computational Cognition", in James E. Tomberlin (ed.), *AI, Connectionism, and Philosophical Psychology, Philosophical Perspectives Vol. 9* (Atascadero, CA: Ridgeview):, p.49-88.
- Rapaport, E. (1998). "How minds can be computational systems" *J. Ex p t . h e o r . A r t i f . i n t e l l .* 10: 403-419.
- Rapaport W.J., (2002). "Holism, Conceptual-Role Semantics, and Syntactic Semantics", *Minds and Machines* 12(1), , p.3-59.
- Rashevsky, N. (1960) *Mathematical biophysics: Physico-mathematical foundations of biology*, 3rd ed. (1st ed., 1938; 2nd ed., 1948). New York: Dover.
- Rescher, N. (1996). *Process Metaphysics: An Introduction to Process Philosophy*. State University of New York Press, New York.
- Reth, M. & Wienands, J. (1997). Initiation and processing of signals from the B cell antigen receptor. *Annual Review of Immunology* 15:453-479.
- Riegler, A. (2001a), "The cognitive ratchet. The ratchet effect as a fundamental principle in evolution and cognition", *Cybernetics and Systems*, Vol. 32, pp. 411-27
- Riegler, A. (2001b), "Towards a radical constructivist understanding of science", *Foundations of Science*, Vol. 6, pp. 1-30.
- Riegler, A. (2002). When is a Cognitive System Embodied? *Cognitive Systems Research*, 3(3), 339-348.
- Robinson, William, (2003). "Epiphenomenalism", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2003 Edition) Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/spr2003/entries/epiphenomenalism/>.
- Rocha, Luis M. (1996). "Eigenbehavior and symbols." *Systems Research*. Vol. 13, No. 3, pp. 371-384.
- Rocha, L. M., (2000). "Syntactic autonomy : Why there is no autonomy without symbols and how self-organizing systems might evolve them". *Annals of the New York Academy of Sciences*. 901, 207-223
- Rocha, L. M., (2001). "Evolution with material symbol systems". *Biosystems*. 60 (1-3), 95-121
- Rocha, L. M., Hordijk, W., (2004). "Material Representations: From the Genetic Code to the Evolution of Cellular Automata". *Artificial Life*. 11 (1-2), pp. 189 – 214.
- Ronald, E. M. A., Sipper, M., Capcarrère, M. S. 1999. "Design, observation, surprise! A test for emergence". *Artificial Life* 5: 225-239.
- Root-Bernstein, R.S., Dillon, P.F., (1997). Molecular Complementarity I: the complementarity theory of the origin and evolution of life. *Journal of Theoretical Biology* 188, 447-479.
- Rosch, E. 1978. Principles of categorization. In *Cognition and categorization*, eds. E. Rosch and B. Lloyd. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rosen, R. (1971). Some realizations of (M, R)-systems and their interpretation. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 33, 303-319.
- Rosen, R. (1985). *Anticipatory Systems*. Pergamon Press.
- Rosen Robert (1991). *Life Itself: A Comprehensive Inquiry into the Nature, Origin and Fabrication of Life*. New York. Columbia University Press, reprinted in 2000.
- Ross, D. [1923] 1995. *Aristotle*. Routledge: London.
- Roy, D. (2005). "Semiotic Schemas: A Framework for Grounding Language in the Action and Perception," *Artificial Intelligence*, 167 (1-2), pp 170-205, 2005.
- Ruiz-Mirazo, K. and Moreno, A.: 1998, Autonomy and emergence: how systems become agents through the generation of functional constraints, in Farre, G. L. and Oksala, T. (eds.), *Emergence, Complexity, Hierarchy, Organization* (Selected and edited papers from the ECHO III Conference), *Acta Polytech. Scand. Ma91*, 273-282. The Finnish Academy of Technology, Espoo-Helsinki.
- Ruiz-Mirazo, K and Moreno A. (2000). Searching for the roots of Autonomy: The natural an Artificial Paradigms Revisited. *Communication and Cognition – Artificial Intelligence* 17(3-4) 209-228.
- Ruiz-Mirazo, K. and Moreno, A. (2004). Basic Autonomy as a Fundamental Step in the Synthesis of Life. *Artificial Life*, 10:235-259.

- Ruiz Mirazo, K., Pereto, J., & Moreno, A. (2004). A universal definition of life: Autonomy and open-ended evolution. *Origins of life and evolution of the biosphere*, 34(3), 323–346.
- Russell, B. (1905). On denoting. In Marsh, R. (Ed.), *Bertrand Russell: Logic and Knowledge. Essays 1901–1950*. Allen Unwin. (Collection published 1965).
- Rylatt Mark, Czarecki Chris (1998). Beyond physical grounding and naive time: Investigations into short-term memory for autonomous agents. In Pfeifer, R., Blumber, B., Meyer, J.-A & Wilson, S. W (eds). *From Animals to Animats 5 - Proceedings of the fifth international conference on simulation of adaptive behavior*, pp. 22-31. Cambridge, MA: MIT Press.
- Salthe, S.N. (1985). *Evolving Hierarchical Systems: Their Structure and Representation*. Columbia University Press, New York.
- Salthe, S., 1993. *Development and Evolution. Complexity and Change in Biology*. MIT Press, Cambridge, MA/London.
- Salthe, S., 1998. Naturalizing semiotics. In: *Semiotics in the Biosphere: Reviews and a Rejoinder*. *Semiotica (Special Issue)* 120 (3/4), 381–394.
- Santaella-Braga, Lucia (1994). Peirce's broad concept of mind. *European Journal for Semiotic Studies* 6 (3/4), 399-411.
- Santanen, E.L., Briggs, R.O., & de Vreede, G.-J. (2002). Toward an understanding of creative solution generation. *Proc. Thirty-fifth Annual Hawaii Int. Conf. on System Sciences (HICSS '02)*, 8 pp. 221– 230.
- Sarkar, Sahotra (1996). Biological information: A skeptical look at some central dogmas of molecular biology. In *The Philosophy and History of Molecular Biology: New Perspectives*, Sahotra Sarkar (ed.), pp. 187-231. Dordrecht: Kluwer.
- Sarkar, Sahotra (1998). Forty years under the central dogma. *Trends in Biochemical Sciences* 23, 312-316.
- Sarkar, Sahotra (2000) Information in genetics and developmental biology: Comments on Maynard Smith, *Philosophy of Science* 67(2), 208-213.
- Sayre, K. 1986. Intentionality and information processing: an alternative model for cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences* 9:121-166.
- Schaffner, K. (1998). Genes, behavior and developmental emergentism: one process indivisible? *Philosophy of Science* 65: 209-252.
- Schön, D. A. (1992). Designing as reflective conversation with the materials of a design situation. *Knowledge-Based Systems*, 5 (1), 3-14.
- Schön, D. A. & Wiggins, G. (1992). Kinds of seeing and their functions in designing. *Design Studies*, 13 (2), 135-156.
- Searle, J. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences* 3:417-424.
- Searle, J. R., (1990). "Is the brain a digital computer?," *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association.*, 64, , p.21-37
- Searle, J. R., (1992). *The rediscovery of the mind*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Searle, J. R. (1997). *The mystery of consciousness*. New York: The New York Review of Books.
- Segré, D., Ben-Eli, D. and Lancet, D.: 2000, Compositional genomes: Prebiotic information transfer in mutually catalytic non-covalent assemblies. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 97, 4112-4117.
- Seyfarth, R., D.L. Cheney and P. Marler (1980). Monkey responses to three different alarm calls: evidence of predator classification and semantic communication. *Science* (210): 801–803.
- Shannon, C. E. (1948). "A Mathematical Theory of Communication." *The Bell System Technical Journal* 27(July): 379-423, 623-656.
- Shannon, C. E. and W. Weaver (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, University of Illinois Press.
- Sharkey, N. & Ziemke, T. (1998). A Consideration of the Biological and Psychological Foundations of Autonomous Robotics. *Connect. Sci.* 10(3-4): 361-391 (1998)
- Sharkey, N. & Ziemke, T. (2001). Mechanistic vs. phenomenal embodiment - Can robot embodiment lead to strong AI? *Cogn. Systems Res.*, 2(4), 251-262.
- Sherrington, C. (1906). *The Integrative Action of the Nervous System*. Scribner.
- Simon, H. A. (1988). Creativity and motivation. *New Ideas in Psychology*. 6 (2), 177–181.
- Simon H. A. (1995) Problem forming, problem finding and problem solving in design. In: A. Collen & W. Gasparski (Eds.) *Design & Systems*, (pp. 245–257). New Brunswick: Transaction Publishers.
- Simon, H. A. (1999). *The sciences of the artificial* (3rd, rev. ed. 1996; Orig. ed. 1969; 2nd, rev. ed. 1981) (3 ed.). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Skarda, C., and W. Freeman. 1987. How brains make chaos to make sense of the world. *Behavioral and Brain Sciences* 10:161-195.

- Smith G. J. & Gero J. S. (2004). The situated function–behaviour–structure framework. *Design Studies*, 25 (4), 373-391.
- Smithers, T.: 1995, 'Are Autonomous Agents Information Processing Systems?', L. Steels, R.A. Brooks (eds.): 1995, *The Artificial Life Route to 'Artificial Intelligence': Building Situated Embodied Agents*. Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Smithers, T. (1997). Autonomy in Robots and Other Agents. *Brain and Cognition*, (34):88–106.
- Smolensky, P. 1988. On the proper treatment of connectionism. *Behavioral and Brain Sciences* 11: 1-23.
- Sober, E. (1982). Why logically equivalent predicates may pick out different properties. *American Philosophical Quarterly*, 19(2), 183–189.
- Spencer-Brown, G. (1969): *Laws of Form*, 2nd ed., New York.
- Stephan, A. 1998. Varieties of Emergence in Artificial and Natural Systems. *Zeitschrift für Naturforschung* 53c:639-656.
- Stewart, J. (2000). From Autopoiesis to Semantic Closure. In G. Van de Vijver and J. Chandler (Eds.) *Closure, Emergent Organizations and their Dynamics* (pp. 155-162). New York: Annals of the New York Academy of Sciences (Volume 901).
- Sterelny, K. 1990. *The representational theory of mind: an introduction*. Cambridge, MA: Blackwell.
- Sterelny, Kim (2000). The 'genetic program' program: A commentary on Maynard Smith on information in Biology. *Philosophy of Science* 67(2), 195-201.
- Stich, S. (1981). Dennett on intentional systems. *Philosophical Topics*, 12, 38–62.
- Stich, S. (1982). "On The Ascription of Content," in *Thought and Object: Essays on Intentionality*, ed. by Andrew Woodfield (Oxford: Oxford University Press). Pp. 153-206.
- Stoljar, Daniel, "Physicalism", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2005 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/win2005/entries/physicalism/>.
- Stonier, T. (1997): *Information and Meaning: An Evolutionary Perspective*, Berlin: Springer Verlag.
- Stotz, Karola, Griffiths, Paul E. and Knight, Rob (2004). How biologists conceptualize genes: An empirical study. *Studies in the History and Philosophy of Biological & Biomedical Sciences* 35, 647-673.
- Strogatz, S. 1994. *Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company.
- Stuart, C. I. J. M. (1985). Bio-informational equivalence. *Journal of Theoretical Biology* 113, 611-636.
- Sulin, Ba. (2001). "Establishing online trust through a community responsibility system", *Decision Support Systems* Vol.31, pp.323-336.
- Sulis, W., and A. Combs, Eds. (1996). *Nonlinear Dynamics in Human Behavior*. Singapore: World Scientific.
- Sun, R. (1997). "Learning, Action, and Consciousness: a Hybrid Approach towards Modelling Consciousness", *Neural Networks*, special issue on consciousness, 10, pp. 1317-1331, 1997.
- Sun, R. (2000). "Symbol Grounding: A New Look at an Old Idea", *Philosophical Psychology*, 13, pp. 149-172, 2000.
- Sun R. and Peterson, T. (1998). "Some Experiments with a Hybrid Model for Learning Sequential Decision Making", *Information Science*, 111, pp. 83-107, 1998.
- Sun, R., Merrill, E. and Peterson, T. (2001). "From Implicit Skills to Explicit Knowledge: a Bottom-up Model of Skill Learning", *Cognitive Science*, 25, pp. 203-244, 2001.
- Svensson, H., Lindblom, J., and Ziemke, T. (forthcoming). Making sense of embodied cognition: Simulation theories of shared neural mechanisms for sensorimotor and cognitive processes. In: J. Zlatev, T. Ziemke and R. Frank (eds.), *Body, Language and Mind*, vol. 1. Berlin: Mouton de Gruyter.
- Taddeo, M. & Floridi L. (2005). The Symbol Grounding Problem: a Critical Review of Fifteen Years of Research", *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence* 2005, 17.4, pp. 419 – 445
- Tani, J. (1996) Does Dynamics Solve the Symbol Grounding Problem of Robots? An Experiment in Navigation Learning. *Learning in Robots and Animals - Working Notes*. AISB'96 workshop, Brighton, UK.
- Tani, J., & Nolfi, S. (1998). Learning to perceive the world as articulated.. In Pfeifer et al. (Pfeifer et al., 1998).
- Tarski, A. (1969). "Truth and Proof," *Scientific American* 220: 63-77
- Thelen, E. (1995). Time-scale dynamics and the development of an embodied cognition. In R.F. Port & T. van Gelder (Eds.), *Mind as motion* (pp. 69–100). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Thelen, E., & Smith, L. B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Thompson, E. (1997). "Symbol Grounding. "A Bridge from Artificial Life to Artificial Intelligence," *Brain and Cognition*, 34, pp. 48-71, 1997.
- Tiercelin, Claudine (1995). The relevance of Peirce's semiotic for contemporary issues in cognitive science. In *Mind and Cognition: Philosophical Perspectives on Cognitive Science and Artificial Intelligence*. L.Haaparanta & S.Heinamaa (eds.), 37-74. *Acta Philosophica Fennica* 58.
- Toffoli, T. (1982) Physics and computation, *International J. of Theoretical Physics* 21, 165-175.
- Touretzky, D., S, Redish, and H. Wan. 1993. Neural representation of space using sinusoidal arrays. *Neural Computation* 5: 869-884.
- Touretzky D., S and D.A. Pomerleau D.A. (1994). Reconstructing physical symbol systems. *Cognitive Science*, 18(2):345-353.
- Umerez, Jon (2001). Howard Pattee's theoretical biology — a radical epistemological stance to approach life, evolution and complexity, *Biosystems*. 60 (1-3), 159-177.
- Van Gelder, T. 1991. What is the 'D' in 'PDP'? In *Philosophy and connectionist theory*, eds. W. Ramsey, S. Stich, and D. Rumelhart. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Van Gelder, T. 1995. What might cognition be, if not computation? *Journal of Philosophy* 92(7):345-381.
- Van Gelder, T. (1998), 'The Dynamical Hypothesis in Cognitive science', *Behavioral and Brain Sciences* 21(5): 615-627.
- Van Gelder, T. & R. Port (1995), 'Its About Time: An Overview of the Dynamical Approach to Cognition', in *Mind as Motion: Explorations in the Dynamics of Cognition*, van Gelder & Port (eds.), Bradford/MIT Press.
- Van Gulick, R. 1993. "Who is in charge here? And who's doing all the work?" in J. Heil & A. Mele (eds.). *Mental Causation*. Oxford: Oxford University Press. pp. 233-256.
- Varela, F. (1979). *Principles of biological autonomy*. New York: Elsevier.
- Varela, F. (1992). *Autopoiesis and a biology of intentionality*. In McMullin, B., editor, *Proceedings of a workshop on Autopoiesis and Perception*, Dublin City University.
- Varela, F. J. (1994). On defining life. In G. R. Fleischaker, S. Colonia, & P. L. Luisi (Eds.), *Self-production of supramolecular structures* (pp. 23–31). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Varela, F. J (1999) The Specious Present: A Neurophenomenology of Time Consciousness. In (Petitot et. Al., 1999), Chapter 9, pp. 266-329.
- Varela, F. and Bourgine, P. (1992). Towards a Practice of Autonomous Systems. In Varela, F., editor, *Towards a Practice of Autonomous Systems. Proceedings of the First European Conference on Artificial Life*, pages xi–xvi.
- Varela, F. J., Maturana, H., & Uribe, R. (1974). Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model. *BioSystems*, 5, 187–196.
- Varela, F. J., Thompson, E. & Rosch, E. (1991). *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cambridge: MIT Press.
- Vogt, P. (2005). "The emergence of compositional structures in perceptually grounded language games", *Artificial Intelligence* 167 (1-2), pp. 206-242.
- Vijver, Gertrudis van der (1997); "Who is Galloping at a Narrow Path. Conversation with Heinz von Foerster" 02/06/95; *Cybernetics and Human Knowing* Vo. 4, no. 3-15.
- Violi, Patrizia (1999). Semiotics and Cognition. In *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*, Robert A. Wilson & Frank C. Keil (eds.), 744-745. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- von Bertalanffy, Ludwig (1968), "General Systems Theory. Foundations, Development, Applications, New York.
- von Foerster, Heinz (1960), On self-organizing systems and their environments, in Yvotis, M. and Cameron, S. (ed.), London, Pergamon Press.
- von Foerster, Heinz (1969), What is memory that it may have hindsight and foresight as well?, in "The Future of the Plain Sciences" (S. Bogoch, ed.) pp 19-64, Plenum Press, New York.
- von Foerster, Heinz (1970): "Thoughts and Notes on Cognition" in *Cognition: A Multiple View*, Spartan Books, New York, pp. 25-48.
- von Foerster, Heinz (1974): *Cybernetics of Epistemology*, in *Kybernetik und Bionik*, W.D. Keidel, W. Handler & M. Spring (eds.), Oldenburg, Munich, pp. 27-46.
- von Foerster, Heinz (1977)."Objects: tokens for (eigen-)behaviors." In: *Hommage a Jean Piaget: Epistemologie Genetique et Equilibration*. B. Inhelder, R. Gracia, and J. Voneche (Eds.). Delachaux et Niestel. Reprinted in von Foerster [2003], pp. 261-271.
- von Foerster, Heinz (1981a): "On Cybernetics of Cybernetics of Cybernetics and Social Theory" in *Self-organizing Systems, An Interdisciplinary Approach*, Campus, Frankfurt, pp. 102-105.
- von Foerster, Heinz (1981b), *Observing Systems*, Intersystems Publications, CA, USA.

- von Foerster, Heinz (1984), Disorder/order: Discovery or invention? in Livingston, P. (ed), Disorder and order, Saratoga CA.
- von Foerster, Heinz (1988): "On Constructing a Reality" in *Adolescent Psychiatry, Developmental and Clinical Studies*. Vol. 15. The University of Chicago Press, pp. 77-95.
- von Foerster, Heinz (1990), Ethics and second-order cybernetics, *Cybernetics & Human Knowing*, 1(1).
- von Foerster, Heinz (1991): "Through the eyes of the other" in Steier, F. (ed.) (1991) *Research and Reflexivity*, Saga Publications, London, pp. 63-75.
- von Foerster, Heinz (1993), For Niklas Luhmann: How Recursive is Communication? *Teoria Sociologica* 1(2), 61-88. Reprinted in Foerster, Heinz von (2003), 'Understanding Understanding. Essays on Cybernetics and Cognition, Springer-Verlag, New York.
- von Foerster, Heinz (1995), *The Cybernetics of Cybernetics* (2nd edition), FutureSystems Inc., Minneapolis.
- von Foerster, Heinz (2003), *Understanding Understanding. Essays on Cybernetics and Cognition*, Springer-Verlag, New York.
- von Foerster, H., and Zopf, G. (eds.) (1962) *Principles of Self-Organization*, Pergamon, New York .
- von Glasersfeld, E. (1974) "Piaget and the Radical Constructivist epistemology", in C.D. Smock and E. von Glasersfeld (eds), *Epistemology and Education*. Athens, GA: Follow Through Publications.
- von Glasersfeld, E. (1982), "An interpretation of Piaget's constructivism", *Revue Internationale de Philosophie*, 36(4): 612-35.
- von Glasersfeld, E. (1987), *The Construction of Knowledge: Contributions to Conceptual Semantics* (Intersystems Press, Salinas, CA).
- von Glasersfeld, E. (1995). *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*. The Falmer Press.
- von Neumann, J., (1955). *The Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- von Neumann, J. (1966). *Theory of self-reproducing automata*, [A. W. Burks (ed.)] University of Illinois, Urbana.
- von Uexküll J. (1921). *Umwelt und Innenwelt der Tiere*. Berlin: Springer.
- von Uexküll J. (1926). *Theoretical Biology*. (Transl. by D. L. MacKinnon. International Library of Psychology, Philosophy and Scientific Method.) London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co. xvi+362.
- von Uexküll J. (1957). A stroll through the worlds of animals and men. - In: Schiller, Claire H. (ed. and transl.), *Instinctive Behavior: The Development of a Modern Concept*. (Introduction by Karl S. Lashley.) New York: International Universities Press, 5-80.
- von Uexküll, J. (1982). *The Theory of Meaning*. *Semiotica*, 42(1), 25-82.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press. Russian edition published 1934.
- Wachtershauser, W. (1988). Before enzymes and templates: Theory of surface metabolism. *Microbiological Reviews*, 52, 452-484.
- Weaver, W. (1949). The mathematics of communication. *Scientific American* 181: 11-12.
- Weber, B. H., Depew, D. J., Dyke, C., Salthe, S. N., Schneider, E. D., Ulanowics, R. E. and Wicken, J. S., (1989) *Evolution in Thermodynamic Perspective: An Ecological Approach*, In: *Biol. Phil.*, Vol. 4. pp 373-405.
- Weber, A., & Varela, F. (2002). Life after Kant: Natural purpose and the autopoietic foundations of biological individuality. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1, 97-125.
- Weinberg, S. (1995). *The Quantum Theory of Fields*. Vol. 1. Foundations. Cambridge.
- Wheeler, J. A., 1990, Information, physics, quantum: The search for links. In *Complexity, Entropy, and the Physics of Information*, W. H. Zurek, Ed., Addison- Wesley, Redwood City, CA.
- Wheeler, M. (1994). For whom the bell tolls? The roles of representation and computation in the study of situated agents. *Cognitive science research paper 320*, School of Cognitive and Computing Sciences, University of Sussex.
- Wheeler, M. (1998). Explaining the evolved: Homunculi, modules and internal representation. In *Husbands, & Meyer (Husbands & Meyer, 1998)*.
- Wiggins, David (1967) *Identity and Spatio-Temporal Continuity* (Oxford: Oxford University Press).
- Williams, Nigel (1997). Biologists cut reductionist approach down to size. *Science* 277 (5325), 476-477.
- Wilson, M. (2001). The case for sensorimotor coding in working memory. *Psychonomic Bulletin and Review* 8: 44-57.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin and Review* 9 (4): 625-36.

- Wimsatt, W. C. (1976b). Reductive Explanation: A functional account. In R. S. Cohen, C. A. Hooker, A. C. Michalos, J. Van Evra (Eds.) *PSA-1974*. Boston Studies in the Philosophy of Science. (Vol. 32, pp. 671-710). Dordrecht: Reidel.
- Wittgenstein, Ludwig. *Philosophical Investigations* (Oxford, 1953).
- Wright, L. (1973). "Functions," *Philosophical Review* 82, 139- 168.
- Wynnie, J. A. (2000). Information and structure in Molecular Biology: Comments on Maynard Smith. *Philosophy of Science* 67(3), 517-526.
- Zeevat H., "The Asymmetry of Optimality Theoretic Syntax and Semantics", *Journal of Semantics*, 17, 2002, p.243-262.
- Ziemke, T. (1996a) Towards Adaptive Behaviour System Integration using Connectionist Infinite State Automata. From Animals to Animats 4 - Proceedings of the Fourth International Conference on Simulation of Adaptive Behavior, pp. 145-154. Cambridge, MA: MIT Press / Bradford Books.
- Ziemke, T. (1996b) Towards Adaptive Perception in Autonomous Robots using Second-Order Recurrent Networks. Proceedings of the First Euromicro Workshop on Advanced Mobile Robots (EUROBOT '96), pp. 89-98. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.
- Ziemke (1999). Rethinking Grounding. In: Riegler, Peschl & von Stein (eds.) *Understanding Representation in the Cognitive Sciences* (pp. 177-190). New York: Plenum Press.
- Ziemke (2003). What's that thing called embodiment? In: Proceedings of the 25th Annual Meeting of the Cognitive Science Society. Lawrence Erlbaum.
- Zlatev, J. (2001). The epigenesis of meaning in human beings, and possibly in robots. *Minds and Machines*, 11, 155-195.
- Zurek, W. H., 1990 (ed), *Complexity, Entropy, and the Physics of Information.*, Addison-Wesley, Redwood City, CA.

Συνολικό Υπόμνημα Δημοσιεύσεων

Εργασίες υπό κρίση ή προς υποβολή σε επιστημονικά περιοδικά με κριτές:

1. Argyris Arnellos, El-Hani, Charbel Niño, Spyros Vosinakis, João Queiroz, John Darzentas (2008). **A Biosemiotic Modeling of Signal Transduction in the B-cells Activation: Implications for Simulation Methods**, invited for submission to *Biosemiotics*, Springer-Verlag.
2. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas. **Emergence and Downward Causation in Contemporary Artificial Agents: Implications for their Autonomy and Some Design Guidelines**, invited and submitted to *Cybernetics and Human Knowing*, for the special issue on Emergence and Downward Determination.
3. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas. **Towards the Naturalization of Agency based on an Interactivist Account of Autonomy**, invited and submitted to *New Ideas in Psychology* for the special issue on Interactivism.
4. El-Hani, Charbel Niño; Arnellos, Argyris and João Queiroz. **Modeling signaling processes in the immune system**, submitted in *Biosystems (Elsevier)*.
5. Argyris Arnellos, Spyros Vosinakis, Thomas Spyrou, John Darzentas, “**An Architecture for Representational Autonomy of Complex Agents in Artificial Environments**”, to be submitted in *Applied Artificial Intelligence*, Taylor & Francis or in *Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, Taylor & Francis.
6. Vlachogiannis Evangelos, Jenny Darzentas, Argyris Arnellos, Spyrou Thomas, John Darzentas. **Portals: A different design case for accessibility - Whole/parts approach and emerging framework**, to be submitted in the *Journal of Universal Access in the Information Society*, Springer-Verlag.
7. Argyris Arnellos, Dimitrios Lekkas, Thomas Spyrou, John Darzentas **Fair Digital Signing: The Structural Reliability of Signed Documents**, submitted to *Computers & Security*, Elsevier.

Δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά με κριτές:

1. Yair Neuman, Argyris Arnellos, Ophir Nave (2007). **A Semio-Mathematical Theory of Concept Formation and its Implications for Understanding Sapir-Whorf Hypothesis**, forthcoming in *Semiotica*, for the special issue in Biosemiotics.
2. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas (2007). **Cybernetic Embodiment and the Role of Autonomy in the Design Process**, *Kybernetes Vol. 36 No. 9/10*, pp. 1207 – 1224, special issue on Cybernetics and Design.
3. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas. (2006). **Exploring Creativity in the Design Process: A Systems-semiotic Perspective**, accepted for publication, *Cybernetics and Human Knowing*, Imprint Academic.
4. El-Hani, Charbel Niño; Arnellos, Argyris and Queiroz João (2007). **Modeling a Semiotic Process in the Immune System: Signal Transduction in B-Cell Activation**, in *Triple-C Cognition, Communication, Cooperation*, Vol. 5, No. 2, pp. 24-36, special issue on Biosemiotics.
5. Koutsabasis, P. Darzentas, J.S. Arnellos, A. **Measures for reaching and maintaining a good level of Web accessibility for e-commerce websites**, (accepted for publication), Special Issue on “E-Commerce and Design for All”, *The electronic Journal for E-Commerce Tools and Applications (eJETA)*.
6. Argyris Arnellos, Spyros Vosinakis, Thomas Spyrou, John Darzentas. **The Emergence of Autonomous Representations in Artificial Agents**, *Journal of Computers*, (JCP) ISSN : 1796-203X Volume:1 Issue:6, September 2006, 29-36.

7. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas. (2006). **Dynamic Interactions in Artificial Environments: Causal and Non-Causal Aspects for the Emergence of Meaning**, *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, ISSN: 1690-4524 Vol.3, No.1.
8. Argyris Arnellos, Spyros Vosinakis, Thomas Spyrou, John Darzentas: (2006). **Towards Representational Autonomy of Agents in Artificial Environments**, *SETN06*, Lectures Notes in Artificial Intelligence, (LNAI), Springer-Verlag.
9. Argyris Arnellos, Dimitrios Lekkas, Thomas Spyrou, John Darzentas, (2005). "A Framework for the Analysis of the Reliability of Digital Signatures for Secure E-commerce", *The electronic Journal for e-commerce Tools & Applications (eJETA)*, Vol.1, No.4.
10. Velasco, C.A., Mohamad Y., Gilman A. S., Viorres N., Vlachogiannis E., Arnellos A., Darzentas, J. S. (2004). **The Need for User Information and its Relationship to Device Profiles**, *Journal of Universal Access in the Information Society*, 88-95.

Δημοσιεύσεις σε βιβλία

1. Martien Brands, Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas. "A Biosemiotic Analysis of Serotonin's Complex Functionality", Guenther Witzany (ed.) *Biosemiotics in Transdisciplinary Contexts* (Umweb, Helsinki, 2007) pp. 125-132.

Δημοσιεύσεις σε επιστημονικά συνέδρια με κριτές:

1. Dimitrios Lekkas, Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas, "Pervasive Digital Signatures: Syntactic robustness and simplicity of signed documents", In *Proceedings of the IEEE SecPerU'05, Security, Privacy and Trust in Pervasive and Ubiquitous Computing*, Santorini, Greece, (July 2005) pp.21-28.
2. Argyris Arnellos, Spyros Vosinakis: **Emergence of Representational Structures in Virtual Agents**. IVA 2005: *Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI)*, 504, Springer-Verlag.
3. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas (2005). **A Framework Supporting Creativity in the Design Process: A Systems-theoretic Perspective**, In *the 6th International Conference of the European Academy of Design (EAD06)*, March 29-31 2005, University of the Arts, Bremen, Germany.
4. Vlachogiannis Evangelos, Jenny Darzentas, Argyris Arnellos, Spyrou Thomas, John Darzentas (2005). **The accessibility of web applications: the case of portals and portlets - HCI International 2005**, Las Vegas.
5. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas (2004). **Dynamic Interactions in Artificial Environments: Causal and Non-Causal Aspects for the Emergence of Meaning**. - *The 8th World MultiConference in Systemics, Cybernetics and Informatics*, 2004, Orlando, FL, USA – best paper award.
6. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas (2004). **Extending Artificial Agency to Incorporate Ethics-oriented Social Interaction**. *The Seventh ETHICOMP International Conference on the Social and Ethical Impacts of Information and Communication Technologies*, 2004, Syros, Greece.
7. Arnellos, A., Spyrou, T. and Darzentas, J. (2003). **Towards a Framework that Models the Emergence of Meaning Structures in Purposeful Communication Environments**. In Wilby, J. Allen, K.A. (Eds) *The 47th Annual Conf. of the Int. Society for the Systems Sciences (ISSS)* 3(103).
8. John Darzentas, Argyris Arnellos, Jenny S. Darzentas, Panayiotis Koutsabasis, Thomas Spyrou, Nikos Viorres, Evangelos Vlachogiannis, Carlos A Velasco, Yehya Mohamad, Julio Abascal, Jorge Tomas Guerra, Myriam Arrue Recondo, Nikitas Tsopelas, Nikos Floratos (2003). **IRIS: An Open Environment that Supports Inclusive Design of Internet Applications**. - In M. Rauterberg et al (Eds). *International Conference on Human-Computer Interaction, INTERACT*, 749-752, Zurich

9. Nikolas Viorres, Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas (2003). **An approach for personalisation and content adaptation for accessible Internet Services based on user and device profiles.** - *HCI2003, Crete, Greece* in Julie Jacko, Constantine Stephanidis (Eds), *Human Computer Interaction: Theory and Practice*, Lawrence Erlbaum Associates.
10. Thomas Spyrou, Evangelos Vlachogiannis, Argyris Arnellos, John Darzentas (2003). **Towards a framework for creating design support environments for adaptive systems.** - *HCI2003, Crete, Greece* in Julie Jacko, Constantine Stephanidis (Eds), *Human Computer Interaction: Theory and Practice*, Lawrence Erlbaum Associates.

Περίληψεις σε επιστημονικά συνέδρια με κριτές:

1. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas. (2007). **Naturalising the Design Process**, *Kazimierz Naturalised Epistemology 2007 Workshop (KNEW07)*, Poland.
2. Argyris Arnellos, Martien Brands, Thomas Spyrou, John Darzentas.: **A Biosemiotic Analysis of Serotonin's Complex Functionality.** In *the 6th International Conference in Biosemiotics*, Salzburg, Austria (2006).
3. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas (2005) **The Emergence of Interactive Meaning Processes in Autonomous Systems**, In: *Proceedings of FIS 2005: Third International Conference on the Foundations of Information Science*. Paris, July 4-7, 2005
4. Argyris Arnellos, Thomas Spyrou, John Darzentas (2004). **Analysis of the design of a framework supporting meaning processes in living and artificial systems.** - *The 48th Annual Conf. of the Int. Society for the Systems Sciences (ISSS)*, 2004, Monterey, CA, USA.

Ευρετήριο Σχημάτων και Πινάκων

<i>Σχήμα 1.</i> Η συμπεριφορά παρατηρείται ως αλληλεπίδραση μεταξύ του πράκτορα και του περιβάλλοντός του. Το νόημα αποδίδεται στον πράκτορα από τον παρατηρητή. _____	24
<i>Σχήμα 2.</i> Συντακτική, σημαντική και πραγματική διάσταση. Η συντακτική διάσταση (syntactics) περιλαμβάνει τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος (δράση του συστήματος). Η σημαντική διάσταση (semantics) περιλαμβάνει τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του συστήματος και των καταστάσεων των πραγμάτων του περιβάλλοντος στα οποία αναφέρονται (σχέση δράσης αναφορικά με το περιβάλλον). Η πραγματική διάσταση (pragmatics) περιλαμβάνει τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του συστήματος και των στόχων του (σχέσεις δράσης του συστήματος αναφορικά με το περιβάλλον βάσει των στόχων του συστήματος). _____	37
<i>Σχήμα 3.</i> Απεικόνιση της λειτουργικότητας ενός υπολογιστικού/κοινωνιολογικού μοντέλου. Το σύστημα αποκτά μια αναπαράσταση από το περιβάλλον, την συνδυάζει με άλλες αναπαραστάσεις της μνήμης, μέσα από προκαθορισμένες διαδικασίες (κύκλος με σταυρό) και φτιάχνει μια καινούργια αναπαράσταση δράσης αναφορικά με το περιβάλλον. _____	42
<i>Σχήμα 4.</i> Ένα νευρωνικό δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης τριών επιπέδων. _____	48
<i>Σχήμα 5.</i> Η κυκλική λογική της αυτοποίησης. Σε ένα αυτοποιητικό σύστημα το σύνορο δημιουργεί και καθορίζει ένα δίκτυο αντιδράσεων, το οποίο με τη σειρά του παράγει τα μοριακά στοιχεία που συνέρχονται στο οργανωμένο σύστημα που καθορίζει και δημιουργεί το δίκτυο αντιδράσεων κτλ., χωρίς να μπορεί να προσδιοριστεί η αρχή ή το τέλος των διεργασιών. Αν και το σύστημα είναι φυσικά ανοικτό, από μια επιστημολογική οπτική παρουσιάζει μια λειτουργική/οργανωσιακή κλειστότητα (δείτε. §3.3). _____	76
<i>Σχήμα 6.</i> Κλειστότητα στο κιναισθητικό σύστημα (κεντρικό σχήμα). Ροή σημάτων στο νευρικό σύστημα από την αισθητηριακή επιφάνεια (αριστερό σύνορο S) μέσω δεσμίδας νευρών (μαύρα τετράγωνα N) και συναπτικών διάκενων (syn) στην κινητήρια επιφάνεια (δεξί σύνορο M), η οποία με τη σειρά της αλλάζει την κατανομή του ερεθίσματος κατά μήκος της αισθητηριακής επιφάνειας; Και από την άλλη μεριά, το σήμα ρέει από την νευρο-υπόφυση (κατώτερο σύνορο NP), η δραστηριότητα της οποίας διαμορφώνει τη σύνθεση των στεροειδών στις σύνψεις και έτσι, διαμορφώνονται οι λειτουργικές ιδιότητες μέσα στην ποικιλία των δεσμίδων από νευρώνες (Από τον von Foerster, 2003.). _____	84
<i>Σχήμα 7.</i> Διπλή κλειστότητα της νευρικής και ορμονικής αιτιώδους αλυσίδας. Οριζόντια κηλιδωτή γραμμή (ισημερινός) αναπαριστά την νευρο-υπόφυση, ενώ οι κάθετες ραφές (μεσημβρινοί) αναπαριστούν τη σχισμή της σύνδεσης μεταξύ της κινητικής και της αισθητηριακής επιφάνειας. (Από τον von Foerster, 2003) _____	84
<i>Σχήμα 8.</i> Υπόθεση ύπαρξης γνωστικού πράκτορα μέσα σε έναν άλλο γνωστικό πράκτορα. _____	85
<i>Σχήμα 9.</i> Εικονική αναπαράσταση της αυτό-οργανωτικής διεργασίας. Η αυτό-οργανωτική μονάδα και το περιβάλλον παρουσιάζονται ως ξεχωριστές περιοχές (καθαρά για τον σκοπό της παρουσίασης). Στην πραγματικότητα θεωρούνται ως μια κατάσταση πραγμάτων (Προσαρμοσμένο από το Luisi, 2003) (δείτε επίσης §5.3.2.1 και §5.3.4) _____	87
<i>Σχήμα 10.</i> Διαφορά μεταξύ γραμμικής και κυκλικής σχέσης αιτίου αιτιατού. Ο βρόχος της κυκλικής σχέσης αιτίου-αιτιατού δεν είναι ένας κύκλος, εφόσον αυτό θα υποδηλώνει μία ατέρμονη επανάληψη της ίδιας ακολουθίας γεγονότων. Αντιθέτως, εδώ υποδηλώνεται η ανάδυση καινούργιων οργανώσεων ενδογενώς του συστήματος, κατά την οποία, αιτίες και αποτελέσματα δεν μπορούν να διακριθούν ή/και να ξεχωριστούν μεταξύ τους. _____	92
<i>Σχήμα 11.</i> Ο φυγοκεντρικός κυβερνήτης του Watt. _____	94
<i>Σχήμα 12.</i> Οντολογικός και Επιστημολογικός Αναγωγισμός _____	102

Σχήμα 13. Κάθετη και οριζόντια συνθήκη ανάδυσης. <i>A, B και C είναι τα επιμέρους στοιχεία που συνιστούν το σύστημα $R(A,B,C)$, το οποίο εμφανίζει τη συστημική ιδιότητα PR. $S1(A,B)$, $S2(A,C)$, και $S3(B,C)$ είναι απλούστερα συστήματα στα οποία εμπεριέχονται τα επιμέρους στοιχεία του R. Το $T1(A,B,D)$ είναι ένα σύστημα με τον ίδιο αριθμό επιμέρους στοιχείων, ενώ το $T2(A,C,D,F)$ είναι ένα σύστημα με περισσότερα επιμέρους στοιχεία από το R. Το κάθετο και το οριζόντιο βέλος αντιπροσωπεύουν τις δύο συνθήκες ανάδυσης που υπονοούνται από τον Broad αλλά υποδεικνύονται σαφέστερα από τους Boogerd & colleagues, 2005. (Προσαρμοσμένο από τους Boogerd & colleagues, 2005).</i>	109
Σχήμα 14. Ανάδυση μέσω περιορισμών του συνόλου.	116
Σχήμα 15. Σημαντική απόσταση μεταξύ υπογράφοντα και επικυρωτή.	149
Σχήμα 16. Αλληλεξάρτηση αυτονομίας, λειτουργίας, πρόθεσης και νοήματος σε ένα γνωστικό σύστημα.	155
Σχήμα 17. Η ασυμμετρία μεταξύ ενός συστήματος που παρουσιάζει βασική αυτονομία και του περιβάλλοντός του παρουσιάζεται με τη διαφοροποίηση μεταξύ των συνήθων φυσικο-χημικών αλληλεπιδράσεων (αμφίδρομα βέλη) και των λειτουργικών δράσεων (μονόδρομα βέλη) που πραγματοποιούνται από το σύστημα. Η λειτουργική κλειστότητα (αναπαρίσταται από το βασικό κυκλικό βέλος) δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την περιοριστική δράση σε μερικές από τις διεργασίες συναλλαγής ύλης και ενέργειας (βέλη που κατευθύνονται προς τα έξω). (Προσαρμοσμένο από τους Ruiz-Mirazo & Moreno, 2000).	185
Σχήμα 18. Η ασυμμετρία μεταξύ ενός συστήματος που παρουσιάζει βασική αυτονομία και του περιβάλλοντός του παρουσιάζεται με τη διαφοροποίηση μεταξύ των συνήθων φυσικο-χημικών αλληλεπιδράσεων (αμφίδρομα βέλη) και των λειτουργικών δράσεων (μονόδρομα βέλη) που πραγματοποιούνται από το σύστημα, και διατηρείται μέσω του ενεργού συνόρου του συστήματος που δημιουργείται από το εσωτερικό δίκτυο διεργασιών κατασκευής (στοιχεία C). Η λειτουργική κλειστότητα (αναπαρίσταται από το βασικό κυκλικό βέλος) δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την περιοριστική δράση σε μερικές από τις διεργασίες συναλλαγής ύλης και ενέργειας (βέλη που κατευθύνονται προς τα έξω), η οποία ρυθμίζεται μέσω της συνοριακής μεμβράνης του συστήματος.	189
Σχήμα 19. Η εξέλιξη των πληροφοριακών δομών του κυττάρου σε συνδυασμό με τις κατασκευαστικές και αλληλεπιδραστικές διεργασίες του συστήματος.	207
Σχήμα 20. Δυισμός Κώδικα (από Hoffmeyer & Emmeche, 1991).	214
Σχήμα 21. Η τριαδική σχέση Σ - A - E διαμορφώνει μια αλυσίδα τριάδων.	235
Σχήμα 22. Η σημείωση ως η μεταφορά μορφής από το Αντικείμενο στο Ερμηνευμένο μέσω της μεσολάβησης του Σημείου.	237
Σχήμα 23. Ο μιμητισμός προσφέρει ένα παράδειγμα εικονικότητας. Στη φωτογραφία αποτυπώνεται ένα ακανθωτό έντομο. (Φωτογραφία από το Chip Clark, Smithsonian Institution, Copyright 1993).	238
Σχήμα 24. Μια σημειωτική ερμηνεία της μίμησης στο ακανθωτό έντομο	239
Σχήμα 25. Σημειωτική ερμηνεία της διάγνωσης της ασθένειας της ιλαράς.	239
Σχήμα 26. Κερκοπιθήκοι, οι αναφορές τους και η επιδράσεις στους πιθήκους ως ερμηνευτές (ερμηνευμένα). – Προσαρμοσμένο από τους Queiroz & El-Hani (2006).	240
Σχήμα 27. Σημειωτική ερμηνεία της επικοινωνίας των κερκοπιθήκων.	241
Σχήμα 28. Μοντελοποίηση της αλληλεπίδρασης ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος, το οποίο βρίσκεται στο επίπεδο της ελάχιστης αλληλεπιδραστικής αναπαράστασης.	248
Σχήμα 29. Representamen και Δυναμικό Ερμηνευμένο κατά την ανάδυση των αντικειμένων της αναπαράστασης στην αλληλεπίδραση ενός αναδρομικά αυτό-διατηρούμενου συστήματος.	253

Σχήμα 30. Οι σημειωτικές διεργασίες συμπληρώνουν την αυτό-οργανωμένη φύση του γνωστικού συστήματος προκειμένου το τελευταίο να μπορέσει να επιτύχει μια προσαρμοστική αλληλεπίδραση βάσει της πραγματικής διάστασης του νοήματος. _____ 257

Σχήμα 31. Η σχεδιαστική διεργασία μοντελοποιημένη στο κογνιτιβιστικό πλαίσιο. Ένας μεταφορέας με χαρακτηριστικά μνήμης περιέχει αναπαραστασιακό περιεχόμενο σχετικά με το περιβάλλον. Το περιεχόμενο έχει χορηγηθεί από άλλο σύστημα εξωτερικά του ΣΣ. Η αντίληψη της εισόδου που παρέχει ο χρήστης και η σχεδιαστική δράση είναι διαχωρισμένες μεταξύ τους. Το αναπαραστασιακό περιεχόμενο X γίνεται αντικειμενικά αντιληπτό από το σχεδιαστικό σύστημα. Οι προκαθορισμένοι κανόνες επίλυσης του προβλήματος συσχετίζουν άμεσα το εξωτερικά μεταφερόμενο αναπαραστασιακό περιεχόμενο X με τα αναπαραστασιακά περιεχόμενα Z και Y και μέσω της καλά-ορισμένης και προκαθορισμένης αναζήτησης των πιθανών λύσεων (λευκό κουτί) το σύστημα καταλήγει σε μια υποτιθέμενα κατάλληλη επίλυση του προβλήματος. Ερωτήσεις σχετικά με την πηγή προέλευσης του αναπαραστασιακού περιεχομένου ή των πιθανοτήτων του να είναι λανθασμένο, δεν μπορούν να απαντηθούν και δεν λαμβάνονται υπόψη. _____ 265

Σχήμα 32. Κομβικά σημεία και λειτουργικότητα των αναδυόμενων αναπαραστάσεων στη σχεδιαστική διεργασία, όταν η τελευταία μοντελοποιείται βάσει του πλαισίου των συστημικό-σημειωτικού πλαισίου. Το $XΣ_A$ αλληλεπιδρά ένσκοπα με το $XΣ_B$ καθώς εμπλέκονται σε μια συνεργατική σχεδιαστική διεργασία, μέσω της οποίας προσπαθούν να επικοινωνήσουν τις αναπαραστάσεις τους αναφορικά με ένα ασθενώς-ορισμένο αποτέλεσμα, μέσα από την κατασκευή σημείων. Τα δύο αυτά συστήματα συνιστούν μαζί ένα σχεδιαστικό σύστημα. Οι διάφοροι κοινωνικοί πράκτορες μπορούν να εμπλακούν σε άλλες σχεδιαστικές διεργασίες με άλλους κοινωνικούς πράκτορες και επομένως να διαμορφώσουν ένα άλλο σχεδιαστικό σύστημα. Οι $XΣ_A$ και $XΣ_B$ θεωρούνται ως κοινωνικοί πράκτορες που ανήκουν στο ίδιο κοινωνικό σύστημα, στο οποίο ορίζεται το συγκεκριμένο σχεδιαστικό σύστημα. Το $XΣ_B$ δεν απεικονίζεται πλήρως στο σχήμα. Υποτίθεται ότι σε κάποιο χωρο-χρονικό σημείο κατά τη διάρκεια της σχεδιαστικής διεργασίας, και εφόσον έχει επιδείξει παρόμοια οργανωσιακή λειτουργικότητα με αυτή του $XΣ_A$, έχει δημιουργήσει ένα σημείο το οποίο επιθυμεί να επικοινωνήσει με το $XΣ_A$. _____ 279

Σχήμα 33. Αλληλοσυνδεδεμένα επίπεδα δημιουργικότητας και οι χαρακτηριστικές τους ιδιότητες. _____ 284

Σχήμα 34. Η τριαδική σχέση διαμορφώνει μία αλυσίδα τριάδων. Η γκριζα περιοχή στο κάτω μέρος του σχήματος δείχνει ότι όλα τα σημεία στην αλυσίδα των τριάδων αναφέρονται στο ίδιο ΔA μέσα από μια σειρά από AA . Τα βέλη δείχνουν τις βασικές μεταβάσεις στην αλυσίδα των τριάδων, μεταβάσεις ($E-\Sigma$) και ($A-A$). _____ 297

Σχήμα 35. Ένα σχήμα των καθοριστικών σχέσεων του βασικού τριαδικού συστήματος του Salthe. Το εστιακό επίπεδο δεν περιορίζεται μόνο από τις συνοριακές συνθήκες που εδραιώνονται από το υψηλότερο επίπεδο, αλλά επίσης, εδραιώνει τις δυνατότητες για τη σύσταση του τελευταίου. Εν συνεχεία, όταν το εστιακό επίπεδο συνίσταται από τις δυναμικότητες που εδραιώνονται από το χαμηλότερο επίπεδο, λαμβάνει χώρα μια διεργασία επιλογής, εφόσον, κάποιες από αυτές τις δυναμικότητες θα επιλεγούν προκειμένου να αποτελέσουν μια δεδομένη διεργασία εστιακού επιπέδου. _____ 298

Σχήμα 36. Οι λειτουργίες του BCR στην ενεργοποίηση του B-κυττάρου. Έπειτα από τη σύνδεση του αντιγόνου (a), ο υποδοχέας του B-κυττάρου (BCR) αποτελεί ένασμα των μονοπατιών σηματοδότησης, τα οποία, (b) ρυθμίζουν, για παράδειγμα, την αντιγραφή των γονιδίων που σχετίζονται με την ενεργοποίηση του B-κυττάρου. Το BCR εσωτερικεύεται (c) και είτε εμπλέκεται σε άλλες χημικές αντιδράσεις (d) είτε δρομολογείται σε ένα ενδοκυτταρικό τμήμα (MHC) (e), όπου διαμορφώνονται τα διάφορα συμπλέγματα στα οποία περιέχονται τα αντιγόνα που έχουν δεσμευτεί από το BCR. Τα συμπλέγματα αυτά μεταφέρονται στην επιφάνεια του κυττάρου, όπου και αναγνωρίζονται από τον υποδοχέα του T-κυττάρου (TCR) των βοηθητικών T-κυττάρων (f), καταλήγοντας στην πρόκληση άλλων μονοπατιών σηματοδότησης. Το ενεργοποιημένο Tα-κύτταρο παρέχει 'βοήθεια' στο B-κύτταρο, καταλήγοντας στην πλήρη ενεργοποίηση του B-κυττάρου (h). Ig, immunoglobulin. (Από τον Pierce, 2002). _____ 301

Σχήμα 37. Απεικόνιση των γεγονότων εκκίνησης στις αλληλουχίες μορφοτροπής σήματος που καταλήγουν στην ενεργοποίηση του B-κυττάρου (από τον Pierce, 2002).	302
Σχήμα 38. Ένα μοντέλο ενός από τα μονοπάτια σηματοδότησης που ξεκινούν από το ενεργοποιημένο BCR ως μια αλυσίδα τριάδων. Θα πρέπει να σημειωθούν οι μεταβάσεις E-Σ και A-A. Η αναφορικότητα στο μονοπάτι σηματοδότησης μοντελοποιείται σε σχέση με τις μεταβάσεις A-A, οι οποίες εκφράζουν τον τρόπο με τον οποίο η αναφορά στην ίδια εξωτερική οντότητα ή διεργασία διατηρείται καθόλη την διεργασία σηματοδότησης. Οι μεταβάσεις A-A εξαρτώνται, με τη σειρά τους, στις μεταβάσεις E-Σ.	303
Σχήμα 39. Μια συνολική σημειωτική ανάλυση μιας σημειωτικής διεργασίας που ξεκινάει μέσω της δέσμευσης του αντιγόνου στο BCR.	305
Σχήμα 40. Ένας πράκτορας εμπλέκεται σε αυτό-οργανωμένες σημειωτικές διεργασίες με το περιβάλλον του.	319
Σχήμα 41. Ένδειξη πιθανής ενέργειας. Ο πράκτορας έχει παρατηρήσει διαφορές στα ποιοτικά χαρακτηριστικά και στις σχέσεις μεταξύ δύο διαδοχικών καταστάσεων.	320
Σχήμα 42. Μια ενέργεια ως ένα σημειωτικό στοιχείο.	321
Πίνακας 1. Διαφορές ασθενούς και συγχρονικής ανάδυσης	108
Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά, προϋποθέσεις και αποτελέσματα των διαφόρων ειδών ΚΣΑΑ.	114
Πίνακας 3. Χαρακτηριστικά της ανάδυσης των βασικών γνωστικών πλαισίων.	121
Πίνακας 4. Τα είδη και ο βαθμός ενσωμάτωσης των βασικότερων γνωστικών πλαισίων.	136
Πίνακας 5. Ένα παράδειγμα ενός σημειωτικού στοιχείου	319
Πίνακας 6. Νόμοι της λογικής επιχειρηματολογίας του πράκτορα βάσει των διαφορών μεταξύ μιας παρατηρούμενης ενέργειας και μιας κατηγορίας ενεργειών.	322