

**Σύγχρονες προσεγγίσεις στην Συνείδηση**  
*Από τη φιλοσοφία του νου στα νευρωνικά μοντέλα της συνείδησης*



*Κουρτίδου Παρασκευή*

*Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Γνωσιακής Επιστήμης  
Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας, Θεωρίας και Έρευνας  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

*Αθήνα*

*2011*

|

*Εισηγητές*

*Μουτούσης Κωνσταντίνος*

*Ειρήνη Σκαλιώρα*

## ***Περιεχόμενα***

### **1. Εισαγωγή.**

- 1.1. Πρελούδιο.
- 1.2. Ορισμοί της συνείδησης.
- 1.3. Το «δύσκολο πρόβλημα» (*the hard problem of consciousness*).
- 1.4. Προσεγγίζοντας το «δύσκολο» πρόβλημα της συνείδησης.
- 1.5. Έξι σύγχρονες προσεγγίσεις για την συνείδηση.

### **2. Global Workspace Theory (GWT).**

- 2.1. Ο Bernard Baars και Η Θεωρία Καθολικού Χώρου Εργασίας.
- 2.2. Η μεταφορά του θεάτρου.
- 2.3. Κριτική.
  - 2.3.1. Προσοχή, Ενεργός Μνήμη και Συνείδηση.
  - 2.3.2. Η Υποκειμενικότητα και ο Εαυτός.
  - 2.3.3. Το “Δύσκολο Πρόβλημα”.
  - 2.3.4. Η μεταφορά του θεάτρου και το πρόβλημα νου-σώματος.
- 2.4. Συνεισφορά.

### **3. Η Γνωσιακή Νευροεπιστήμη του Stanislas Dehaene και το πλαίσιο του Καθολικού Νευρωνικού Χώρου Εργασίας (Global Neuronal Workspace Framework).**

- 3.1. Ορισμοί της Συνείδησης και Νευρωνικά αντίστοιχα.
- 3.2. Ο ρόλος της Προσοχής και της Έντασης του Ερεθίσματος: Η Υπο-οριακή, Προσυνειδητή και Συνειδητή επεξεργασία.

### **4. Η θεωρία της Εστιακής Ανατροφοδότησης του Victor Lamme (The Local Recurrence Theory)**

- 4.1. Ένας νευρωνικός ορισμός της Συνείδησης.
- 4.2. Τρεις Βασικοί Άξονες της Θεωρίας του Lamme.
- 4.3. Συζήτηση.

## **5. Η προσέγγιση του Semir Zeki στη συνείδηση.**

- 5.1. Ο οπτικός φλοιός αποτελείται από παράλληλα, λειτουργικά εξειδικευμένα συστήματα επεξεργασίας, με χρονική ιεραρχία.
- 5.2. Κάθε σύστημα επεξεργασίας αποτελείται από πολλούς κόμβους.
- 5.3. Τα συστήματα επεξεργασίας μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα.
- 5.4. Το “δέσιμο” (binding) των μικροσυνειδήσεων.
- 5.5. Τα ιεραρχικά επίπεδα της Συνείδησης.
- 5.6. Σύνοψη.

## **6. Η Υπόθεση του Δυναμικού Πυρήνα και η Θεωρία της Ενοποίησης των Πληροφοριών: Giulio Tononi.**

- 6.1. Εισαγωγικά
- 6.2. Η Θεωρία του Θαλαμικού Δυναμικού Πυρήνα.
- 6.3. Το πρώτο πρόβλημα: ποιά είναι τα στοιχεία που καθορίζουν σε ποιο βαθμό ένα σύστημα έχει συνειδητή εμπειρία;
  - 6.3.1. Η συνείδηση ως ενοποίηση πληροφοριών.
- 6.4. Το δεύτερο πρόβλημα: ποιές οι συνθήκες που καθορίζουν τι είδους συνείδηση έχει ένα σύστημα;
- 6.5. Συνείδηση, ενοποίηση πληροφοριών και ο εγκέφαλος.
- 6.6. Η αναθεώρηση της θεωρίας Ενοποίησης της Πληροφορίας.

## **7. Η Θεωρία του Θαλαμικού Δυναμικού Πυρήνα για την συνειδητή εμπειρία: Lawrence M. Ward.**

- 7.1. Οι τέσσερις βασικές αρχές που στηρίζουν τη Θεωρία του Ward.
- 7.2. Συζήτηση.

## **8. Συνολική Κριτική: Η συνεισφορά και τα προβλήματα των σύγχρονων θεωριών για την συνείδηση.**

- 8.1. Συνεισφορά: Με ποιό τρόπο μπορούν οι παραπάνω θεωρητικές προσεγγίσεις να συμβάλλουν στην κατανόηση του φαινομένου της συνείδησης;
- 8.2. Το θέμα του ορισμού.
- 8.3. Τα Νευρωνικά Αντίστοιχα: Μεθοδολογικά και φιλοσοφικά προβλήματα.

- 8.3.1. Η αποκωδικοποίηση των φαινομενολογικών περιεχομένων της συνείδησης.
- 8.3.2. Το πρόβλημα ορισμού των νευρωνικών αντιστοιχών της συνείδησης: τι συνδιακειμένεται τελικά με την εμπειρία;
- 8.3.3. Τα νευρωνικά αντίστοιχα: σχέση συσχέτισης ή αιτιακή σχέση;
- 8.4. Επίλογος.

# 1. Εισαγωγή

## 1.1. Πρελούδιο

Ευπνώντας το πρωί, ανοίγουμε τα μάτια μας και αντικρίζουμε το φωτεινό παράθυρο. Παραμερίζοντας τις κουρτίνες, βλέπουμε τον ουρανό που έχει ένα γαλάζιο χρώμα, πιο βαθύ από άλλες μέρες, και σηκώνοντας τη ζεστή κούπα με τον καφέ, μυρίζουμε το έντονο άρωμα του. Σε μια τέτοια καθημερινή σκηνή, ένας άνθρωπος «αντιλαμβάνεται» και «βιώνει» το εξωτερικό του περιβάλλον, μέσα από τα αντίστοιχα «αισθητηριακά αντιληπτικά συστήματα», που σε συνδυασμό με τη μνήμη, τις προσδοκίες και τις προθέσεις του, χτίζουν αυτό που αποκαλούμε ενημερότητα ή συνείδηση.

## 1.2. Ορισμοί της συνείδησης

Η έννοια του όρου «συνείδηση» είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τη νοητική μας ζωή.

Κάθε άνθρωπος θεωρεί τον εαυτό του ως ένα συνειδητό όν. Ένα πλάσμα, δηλαδή, με συνείδηση του κόσμου και του εαυτού του. Όμως πόσο εύκολο είναι να ορίσουμε τη συνείδηση; Για τον Freud (1933) το τί σημαίνει συνείδηση «δε χρειάζεται να το συζητήσουμε- είναι πέρα από κάθε αμφιβολία», όμως δε συμφωνούν όλοι σ' αυτό. Στη διάρκεια του τελευταίου αιώνα έχουν δοθεί πολλοί και διαφορετικοί ορισμοί της συνείδησης και, όπως το θέτει ο George Miller (1962), ο ίδιος όρος μπορεί να σημαίνει πλέον διαφορετικά πράγματα, μεταξύ των οποίων μια «...κατάσταση ύπαρξης, μια διεργασία, ένα μέρος, ένα επιφανόμενο, μια αναδυόμενη πλευρά της ύλης, ή η μόνη αληθινή πραγματικότητα». Οι διαφορετικές αυτές αποδόσεις δεν είναι διόλου τυχαίες. Στη πραγματικότητα αντικατοπτρίζουν τις μεγάλες φιλοσοφικές διαμάχες και τα προβλήματα που πλαισιώνουν το θέμα της συνείδησης. Έτσι, ανάλογα με τη φιλοσοφική σκοπιά του κάθε μελετητή, μπορεί να μην υπάρχει νους ή νόηση χωρίς την ύλη –όπως γίνεται σε υλιστικές προσεγγίσεις (πχ. Φουνξιοναλισμός, θεωρία ταυτότητας,<sup>1</sup>), μπορεί η συνείδηση να συνίσταται σε ένα «επιφανόμενο» της

---

<sup>1</sup> Σύμφωνα με τον Φουνκσιοναλισμό, οι νοητικές καταστάσεις είναι λειτουργικές καταστάσεις που ορίζονται από τις αιτιακές τους σχέσεις με αισθητηριακά ερεθίσματα, άλλες νοητικές καταστάσεις και συμπεριφορές (Block, 1996), ενώ σύμφωνα με την Θεωρία Ταυτότητας, οι νοητικές διεργασίες ή οι εμπειρίες δεν σχετίζονται απλώς με νευρωνικές διεργασίες, αλλά είναι οι νευρωνικές διεργασίες (Chalmers, 1996)

εγκεφαλικής λειτουργίας (Huxley, 1874), ή μπορεί να υφίσταται σε ένα «συνειδητό νοητικό πεδίο» (Libet, 2004) που είναι διαφορετικό από την ύλη (δυσισμός).

Έτσι, φαίνεται πως «δεν υπάρχει κοινά αποδεκτός ορισμός της συνείδησης» όπως αναφέρει και ο Arne Dietrich (2007).

Ωστόσο, η διερεύνηση της οντολογίας της συνείδησης δεν αποτελεί στόχο της παρούσας μελέτης ενώ η νευροεπιστήμη σήμερα φαίνεται πως έχει «αποφασίσει» να προχωρήσει αρκετά ανεξάρτητα από τις φιλοσοφικές διαμάχες για την συνείδηση, εστιάζόμενη περισσότερο στην συσχέτιση των περιεχομένων της συνείδησης με τα περιεχόμενα των αναπαραστάσεων σε συγκεκριμένους νευρωνικούς πληθυσμούς (Chalmers, 2000).

Όπως αναφέρουν οι de Graaf et al. (2011), στην μελέτη των νευρωνικών αντιστοιχών της συνείδησης υπάρχουν πολλοί τρόποι ταξινόμησης των «ειδών» ή των ορισμών της συνείδησης. Οι ίδιοι, προτείνουν έναν διαχωρισμό της συνείδησης σε α. Συνείδηση του εαυτού (self-awareness), β. Υψηλής τάξης συνείδηση, γ. Ιατρική συνείδηση/εγρήγορση (medical awareness), και δ. Συνείδηση ως εμπειρία (consciousness as experience). *Η συνείδηση του εαυτού*, ως όρος, αναφέρεται σε όλες τις πλευρές της νόησης μας που δημιουργούν την αντίληψη πως είμαστε «ένα όν», με μια αίσθηση «συνέχειας» στην ύπαρξή μας, την προσωπικότητά μας κτλ. *Η υψηλής τάξης συνείδηση* είναι μάλλον μια μορφή συνείδησης που μας διαχωρίζει από τα περισσότερα όντα και περιλαμβάνει αυτές τις όψεις του νου που μας επιτρέπουν να έχουμε αίσθηση του παρόντος παρελθόντος και μέλλοντος καθώς και συμβολική σκέψη, πράγματα που σχηματίζουν την βάση της γλώσσας.

Η *Ιατρική συνείδηση*, ή αλλιώς κατάσταση συνείδησης είναι η κατάσταση του να είναι κάποιος συνειδητός, σε αντίθεση με τ να έχει απώλεια συνείδησης, ή αλλιώς το είδος της συνείδησης που μελετάται από ερευνητές που συγκρίνουν την κατάσταση ύπνου και εγρήγορσης, κωματώδους κατάστασης και εγρήγορσης ή νάρκωσης και εγρήγορσης (de Graaf et al., 2011). Αυτή η έννοια της συνείδησης είναι περισσότερο μια προϋπόθεση του είδους της συνείδησης, για το οποίο ενδιαφέρονται οι περισσότεροι ερευνητές των νευρωνικών αντιστοιχών της συνείδησης, και το οποίο συχνά αναφέρεται ως *συνείδηση περιεχομένου* (content-consciousness) και αφορά την φαινομενολογική ποιότητα που βρίσκεται σε μια δεδομένη στιγμή στο νου ενός συνειδητού ατόμου (Hohwy, 2009). Τα περιεχόμενα της συνείδησης αλλάζουν στην

διάρκεια του χρόνου, γεγονός που σημαίνει πως το υποκείμενο βιώνει διαφορετικά πράγματα, ενώ παράλληλα είναι συνειδητό με την ιατρική έννοια ή αλλιώς βρίσκεται σε εγρήγορση. Αυτού του είδους οι εμπειρίες έχουν ονομαστεί στο παρελθόν ως κουάλια ή ποιότητες, αλλά και ως φαινομενική συνείδηση.

Στις παρακάτω παραγράφους (βλ. Παράγραφο 2. και 3.) παρουσιάζονται οι θεωρίες «καθολικής πρόσβασης στην συνείδηση» (Baars, 1997) και «νευρωνικής καθολικής πρόσβασης» (Dehaene et al., 2006), στις οποίες χρησιμοποιείται η έννοια της συνείδησης ως πληροφορία που «παρουσιάζεται» στις εμπειρίες, την μνήμη και την γλώσσα και ως επί το πλείστον, είναι «καθολικά» διαθέσιμη στο σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών (Tononi, 2004), δηλαδή, στον εγκέφαλο. Με αυτή την έννοια, η πληροφορία που περιλαμβάνεται στην συνείδηση περιεχομένου είναι πληροφορία με «πρόσβαση στην συνείδηση» (access consciousness; Block, 2005), που μπορεί δηλαδή να αναφερθεί λεκτικά ή μη από το υποκείμενο, και συνιστά το είδος της συνείδησης στο οποίο επικεντρώνονται οι περισσότερες μελέτες και θεωρίες συνείδησης (πχ. Baars, 1997; Lamme, 2004; Dehaene et al., 2006;). Άλλες θεωρίες ωστόσο, παρόλο που μιλούν για την συνείδηση περιεχομένου, χρησιμοποιούν για να στηρίξουν τις υποθέσεις τους μελέτες που εστιάζουν στην ιατρική έννοια της συνείδησης (Tononi, 2004; Ward, 2011), δηλαδή την εγρήγορση. Ως εκ τούτου, τα νευρωνικά δίκτυα και οι περιοχές που προτείνουν ως νευρωνικά αντίστοιχα της συνείδησης περιλαμβάνουν περιοχές που σχετίζονται περισσότερο με την εγρήγορση, όπως είναι ο θάλαμος και τα ευρύτερα θαλαμοφλοιϊκά δίκτυα (βλ. Παράγραφο 6.4., 7.1.). Τέλος, και σε άλλες προσεγγίσεις, όπως στην θεωρία των μικροσυνειδήσεων (Zeki, 2003), χρησιμοποιείται η έννοια της συνείδησης περιεχομένου. Ωστόσο, η προσέγγιση του Zeki (2003) εστιάζει στην πολλαπλότητα της συνείδησης και στα συστατικά μέρη αυτής, δηλαδή τις μικροσυνειδήσεις (βλ. Παράγραφο 5.5). Στη θεωρία του Zeki (2003), οι μικροσυνειδήσεις, που αφορούν απλά αντιληπτικά χαρακτηριστικά (όπως πχ. χρώμα ή κατεύθυνση) συνθέτουν τις μακροσυνειδήσεις, έννοια που αναλογεί στην φαινομενική συνείδηση<sup>2</sup> κατά Block (1998) και οι οποίες συνθέτουν την ενοποιημένη συνείδηση που με την σειρά της

---

<sup>2</sup> Ο όρος «φαινομενική συνείδηση» αφορά την εμπειρική πλευρά της συνείδησης (την εμπειρία του να ακούω, να βλέπω ή να νιώθω πόνο) η οποία προέρχεται από τον διαχωρισμό της έννοιας της συνείδησης σε φαινομενική και σε συνείδηση πρόσβασης (Ned Block, 1998) με βάση το κριτήριο της «πρόσβασης στην συνειδητή αναφορά».



αντιστοιχεί στην συνείδηση “πρόσβασης” κατά Block (1998) ή αλλιώς την συνείδηση περιεχομένου.

Έτσι, όπως θα φανεί και από την λεπτομερέστερη παρουσίαση των θεωριών της συνείδησης, ο ορισμός της ακόμη και απαλλαγμένος από τα φιλοσοφικά προβλήματα, μπορεί να διαφέρει από προσέγγιση σε προσέγγιση, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό και διαφορές στην διαμόρφωση της κάθε θεωρίας. Το πρόβλημα των διαφορετικών ορισμών της συνείδησης στις διάφορες θεωρίες αναγνωρίζεται ως ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης μεταξύ των θεωριών και για το λόγο αυτό συζητείται περαιτέρω στην παράγραφο 8.2.

### **1.3. Το «δύσκολο πρόβλημα» (*the hard problem of consciousness*)**

Ήδη από τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα, ο William James (1890) είχε απορρίψει τη δυϊστική έννοια της ψυχής, και έδειξε πως η συνείδηση μπορεί να διαταραχθεί πχ. από χρήση αλκοόλ ή οπίου, ή ακόμη και να χαθεί λόγω εγκεφαλικού τραύματος. Παρ’ όλα αυτά δε μπορούσε να εξηγήσει το «χάσμα» ανάμεσα στους «εσωτερικούς και τους εξωτερικούς μας κόσμους» (James, 1890, p.146), χαρακτηρίζοντας το «πέραςμα από τη φυσική του εγκεφάλου στα αντίστοιχα δεδομένα της συνείδησης» ως «αδιανόητο» (‘unthinkable’) (James, 1890, p.147).

Έναν αιώνα αργότερα το πρόβλημα αυτό παραμένει, και κανείς δε μπορεί να εξηγήσει επαρκώς πως οι φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα εντός του εγκεφάλου δημιουργούν την υποκειμενική εμπειρία. Το πρόβλημα αυτό καθιερώθηκε από τον Chalmers (1996) ως το «δύσκολο» πρόβλημα της συνείδησης, που το διαχωρίζει από τα «εύκολα» όπως είναι η ικανότητα διάκρισης, κατηγοριοποίησης και αντίδρασης στα ερεθίσματα, η εστίαση της προσοχής και ο έλεγχος της συμπεριφοράς (Chalmers, 1996).

Όπως θα δούμε και παρακάτω, κάποιοι πιστεύουν πως το δύσκολο πρόβλημα δε θα μπορέσει να λυθεί ποτέ, άλλοι πως χρειάζονται νέες αρχές φυσικής για να λυθεί, ενώ πολλοί νευροεπιστήμονες θεωρούν πως εφόσον κατανοήσουμε τα εύκολα προβλήματα, το «δύσκολο» πρόβλημα θα γίνει πολύ πιο ξεκάθαρο.

### **1.4. Προσεγγίζοντας το «δύσκολο» πρόβλημα της συνείδησης**

Η Susan Blackmore (2004) χωρίζει τις προσεγγίσεις στο δύσκολο πρόβλημα της συνείδησης σε τέσσερις κατηγορίες. Η πρώτη θεωρεί ότι το δύσκολο πρόβλημα είναι

αδύνατο να επιλυθεί. Στη κατηγορία αυτή ανήκουν φιλόσοφοι και ψυχολόγοι όπως ο Tomas Nagel (1998) και ο Steven Pinker (1997). Η δεύτερη πως όντως το πρόβλημα της συνείδησης, αν και δύσκολο, είναι παρ' όλα αυτά εφικτό, επιστρατεύοντας νέες θεωρήσεις του κόσμου (Churchland, 1996), ή νέες θεωρίες όπως η κβαντομηχανική (Clarke, 1995). Η τρίτη κατηγορία επιχειρεί να προσεγγίσει τη συνείδηση μέσα από τα «εύκολα» προβλήματα όπως η προσοχή, η αντίληψη και η μνήμη. Παραδείγματα τέτοιων θεωριών είναι αυτές που αναζητούν τα νευρωνικά αντίστοιχα της συνείδησης όπως αυτή των Crick & Koch (2003). Τέλος, υπάρχει και μια τέταρτη κατηγορία που υποστηρίζει πως το δύσκολο πρόβλημα δεν υφίσταται (Dennett, 2005) και επιλέγει να το αγνοήσει (O'Hara & Scutt, 1996). Κάθε μια από τις κατηγορίες αυτές έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της, όμως καμία δεν επιτυγχάνει να διευθετήσει επαρκώς το πρόβλημα της υποκειμενικότητας.

Ο Thomas Nagel, το 1974 θα προσεγγίζει το πρόβλημα εστιάζοντας στην υποκειμενικότητα της συνείδησης μέσα από το κλασσικό ερώτημα του «πως είναι να είσαι νυχτερίδα;» (what is it like to be a bat?) και υποστηρίζοντας πως η συνείδηση είναι αυτή που κάνει το πρόβλημα νου-σώματος πραγματικά δύσκολο να λυθεί (intractable). Η θεώρηση αυτή υποστηρίζει πως η συνείδηση αποτελείται από ποιότητες (qualia), δίνοντας με αυτό το τρόπο έμφαση στο στοιχείο της εμπειρίας- και άρα της υποκειμενικότητας- που χαρακτηρίζει τη συνείδηση, το “πως είναι να” πχ. τρως παγωτό σοκολάτα, να βλέπεις το κόκκινο ως κόκκινο ή να μυρίζεις το άρωμα του καφέ. Εδώ λοιπόν, το πρόβλημα μεταφράζεται στο πως ο “αντικειμενικός” φυσικός κόσμος, ο εγκέφαλος, παράγει “υποκειμενική” εμπειρία, δηλαδή, κουάλια. Στα πλαίσια αυτά οι δυϊστές ουσίας (substance dualists) όπως ο Descartes (1641) πιστεύουν πως τα κουάλια είναι μέρος ενός νοητικού κόσμου διαφορετικού από τα φυσικά αντικείμενα. Στη περίπτωση αυτή τα κουάλια έχουν αιτιακό ρόλο-καθώς αλληλεπιδρούν με την ύλη, τον εγκέφαλο, σε αντίθεση με τον επιφαινομεναλισμό (Huxley, 1874), όπου οι ποιότητες, τα κουάλια, υπάρχουν αλλά ως ένα επιφανόμενο της λειτουργίας του εγκεφάλου, ένα παράγωγο χωρίς αιτιακό ρόλο, όπως ο ήχος μιας μηχανής σε λειτουργία. Για τους ιδεαλιστές όπως ο Kant (Waxman, 1991), και οι φιλόσοφοι της γερμανικής σχολής του ιδεαλισμού (O'Connor, 2009) που πιστεύουν πως ο κόσμος και η πραγματικότητα είναι νοητικά κατασκευασμένοι, δηλαδή μη-υλικά, τα πάντα είναι εν τέλει κουάλια, ενώ τέλος για τους ακραίους (eliminative) υλιστές (Churchland, 1988) τα κουάλια, οι ποιότητες δεν υφίστανται.

### 1.5. Έξι σύγχρονες προσεγγίσεις για την συνείδηση

Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκαν έξι θεωρητικές προσεγγίσεις με διαφορετικές καταβολές, που τα τελευταία χρόνια έχουν επηρεάσει σημαντικά τον χώρο της μελέτης της συνείδησης. Ενώ, η ταυτοποίηση των συσχετίσεων ή αλλιώς των αντιστοιχών ανάμεσα σε πλευρές της εγκεφαλικής δραστηριότητας και πλευρές της συνείδησης διαμορφώνουν και επηρεάζουν τον σχηματισμό νευροβιολογικά εύλογων μοντέλων για την συνείδηση, οι συσχετίσεις αυτές δεν παρέχουν από μόνες τους εξηγήσεις για την σχέση της νευρωνικής δραστηριότητας και της συνείδησης. Αντιθέτως τα μοντέλα, ή αλλιώς οι θεωρίες της συνείδησης διαφέρουν από τις μελέτες για τα νευρωνικά αντίστοιχα της συνείδησης, ακριβώς γιατί προτείνουν κάποιου είδους εξηγήσεις που μπορεί να συνδέουν νευρωνικές περιοχές και ενεργοποιήσεις με όψεις της συνείδησης, έστω και αν κάτι τέτοιο σύμφωνα με ορισμένους μελετητές (Neisser, 2011) εξακολουθεί να είναι προβληματικό όπως αναλύεται στην παράγραφο 8.3.3. Κάθε μια από αυτές τις προσεγγίσεις επιχειρεί να ερμηνεύσει, να πλαισιώσει και να εξηγήσει τα ήδη υπάρχοντα επιστημονικά δεδομένα που έχουν προκύψει από τη μελέτη των φαινομένων της συνείδησης.

Οι θεωρίες που θα παρουσιαστούν στα επόμενα κεφάλαια έχουν εξελιχθεί στα πλαίσια σημαντικών προσεγγίσεων στην ιστορία της μελέτης του νου, και καθώς πρόκειται για ολοκληρωμένες προτάσεις που καλούνται να εξηγήσουν δεδομένα από ετερόκλητες μελέτες, η επιχειρηματολογία τους στηρίζεται –αν και με διαφορετικά ειδικά βάρη-σε ευρήματα περισσότερο από μια προσεγγίσεις όπως είναι πχ. η παράδοση της επεξεργασίας πληροφοριών και της τεχνητής νοημοσύνης, η νευροβιολογική παράδοση και η παράδοση της γνωστικής ψυχολογίας. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για

i. την θεωρία του Καθολικού Χώρου Εργασίας του Bernard Baars, που στηρίζεται στην παράδοση της *γνωστικής ψυχολογίας* (Baddeley & Hitch, 1974;Baddeley, 1996), καθώς και στην *παράδοση θεωριών επεξεργασίας πληροφοριών και τεχνητής νοημοσύνης*, όπως διαμορφώνεται από τις μελέτες των Newell & Simon (1972), Anderson (1983), και Newell (1990), γνωστές ως ενοποιημένες θεωρίες συνείδησης (unified theories of consciousness) (βλ. Παράγραφο 2. ).

ii. την θεωρία του Νευρωνικού Καθολικού Χώρου Εργασίας του Stanislas Dehaene, η οποία αποτελεί την πιο ολοκληρωμένη εξέλιξη της θεωρίας του Baars, που βασίζεται σε ψυχοφυσιολογικές και νευροανατομικές μελέτες, ελέγχει τις υποθέσεις του Baars και συνιστά την *νευρωνική εφαρμογή* της θεωρίας του Καθολικού Χώρου Εργασίας (βλ. Παράγραφο 3.).

iii. την θεωρητική προσέγγιση της Εστιακής Ανατροφοδότησης από τον Victor Lamme, μια *νευροβιολογικής κατεύθυνσης* προσέγγιση, που δίνει έμφαση σε έναν λειτουργικό, παρά σε έναν αρχιτεκτονικό/δομικό ορισμό των νευρωνικών αντιστοιχών της συνείδησης, εστιάζοντας στην «ανατροφοδοτική επεξεργασία» μεταξύ υψηλότερων και χαμηλότερων ιεραρχικά περιοχών, ως το υπόστρωμα της συνείδησης (βλ. παράγραφο 4.).

iv. την θεωρία των Μικροσυνειδήσεων του Semir Zeki, μια επίσης *νευροβιολογικής κατεύθυνσης* προσέγγιση που όμως αμφισβητεί την «ενότητα» της συνείδησης, εστιάζοντας στην ύπαρξη πολλών εξειδικευμένων, παράλληλων συστημάτων επεξεργασίας στον εγκέφαλο, τα οποία έχουν τα δικά τους αντιληπτικά τελικά σημεία, και των οποίων η αλληλεπίδραση δομεί την συνείδηση. Η θεωρία αυτή στηρίζεται σε ψυχοφυσιολογικά, νευροαπεικονιστικά πειράματα και πειράματα νευρωνικής καταγραφής κυρίως εντός του οπτικού συστήματος (βλ. Παράγραφο 5.) και υποστηρίζει πως κανένας κόμβος εντός ενός συστήματος επεξεργασίας δεν είναι μόνο «παραλήπτης», αλλά και «αποστολέας» πληροφοριών, υποδεικνύοντας πως «δεν υπάρχει τελικός σταθμός στον φλοιό» (Zeki, 2001).

v. την θεωρία της Ενοποίησης των Πληροφοριών, του Giulio Tononi, που έχει τις βάσεις της στην *θεωρία επεξεργασίας πληροφοριών* (Anderson, 1983) υποστηρίζοντας πως η συνείδηση σχετίζεται με την ικανότητα ενός συστήματος να “ενοποιεί” πληροφορίες, στην θεωρία του *Νευρωνικού Δαρβινισμού*<sup>3</sup>, που προτάθηκε από τον

---

<sup>3</sup> Σύμφωνα με την θεωρία του νευρωνικού δαρβινισμού, η συνείδηση προκύπτει από επανεισαγόμενες αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε νευρωνικούς πληθυσμούς εντός του θαλαμοφλοιϊκού συστήματος (τον “δυναμικό πυρήνα”). Αυτές οι αλληλεπιδράσεις που επιτρέπουν υψηλής τάξης διαφοροποιήσεις ανάμεσα σε πιθανές καταστάσεις του “πυρήνα” προσδίδουν επιλεκτικά πλεονεκτήματα στους οργανισμούς που τις κατέχουν συνδέοντας

Edelman το 1978 (Edelman, 1978) και την *θεωρία του “Δυναμικού Πυρήνα”*<sup>3</sup>(Edelman & Tononi, 2000) αλλά και σε *νευρωνικές μελέτες* σχετιζόμενες με την συνείδηση με τις οποίες θεμελιώνει την υπόθεση πως το θαλαμοφλοιϊκό σύστημα του εγκεφάλου παρέχει το νευροανατομικό υπόστρωμα για τις νευρωνικές διεργασίες που υπόκεινται της συνείδησης (βλ. Παράγραφο 6. ).

vi. *την θεωρία του Θαλαμικού Δυναμικού Πυρήνα* για την συνειδητή εμπειρία του Lawrence M. Ward, *μια νευροβιολογικής κατεύθυνσης* θεωρία, η οποία υποστηρίζει πως η συνειδητή εμπειρία προκύπτει από συγχρονισμένη δραστηριότητα στους δένδριτες των νευρώνων του ραχιαίου θαλαμικού πυρήνα, που διαμεσολαβείται κυρίως από ανασταλτικές αλληλεπιδράσεις με νευρώνες του δικτυωτού πυρήνα του θαλάμου. Η θεωρία του θαλαμικού δυναμικού πυρήνα έχει τις βάσεις της αφενός στην *θεωρία των Crick & Koch* (1990) που προτείνει πως ο συγχρονισμός νευρώνων σε συχνότητα εύρους Γάμμα (Gamma band oscillations) είναι πιθανόν να αποτελεί το νευρωνικό αντίστοιχο της συνείδησης και αφετέρου στην *θεωρία του δυναμικού πυρήνα*<sup>3</sup> (Edelman & Tononi, 2000) που υποστηρίζει πως η συνείδηση λαμβάνει χώρα εντός του ευρύτερου θαλαμοφλοιϊκού δικτύου του εγκεφάλου.

---

*παρόντα αντιληπτικά γεγονότα με μια παρελθούσα ιστορία μάθησης* (Edelman, 1978;Edelman & Tononi, 2000).

## 2. Global Workspace Theory (GWT)

### 2.1. Ο Bernard Baars και Η Θεωρία Καθολικού Χώρου Εργασίας<sup>4</sup>

Για τον Baars (1997b) η συνείδηση είναι μια λειτουργική βιολογική προσαρμογή, ένα είδος πύλης, μια λειτουργία «πρόσβασης, μετάδοσης και ανταλλαγής πληροφοριών» καθώς και άσκησης καθολικού συντονισμού και ελέγχου» (Baars, 1997b). Έτσι, κατά τον Baars (1997b) η συνείδηση είναι απαραίτητη για την ενοποίηση της αντίληψης, της σκέψης και της δράσης και για την προσαρμογή σε νέες καταστάσεις και στην παροχή πληροφοριών στο σύστημα του εαυτού. Συνεπώς, στα πλαίσια της θεωρίας αυτής, οποιοδήποτε κομμάτι πληροφορίας είναι συνειδητό εφόσον αναμεταδίδεται σε πολλές περιοχές του μη-συνειδητού εγκεφάλου.

Προκειμένου να προσεγγίσει το θέμα της συνείδησης χρησιμοποιεί ως στοιχεία τα αποτελέσματα της «συγκριτικής ανάλυσης» (contrastive analysis) (Baars 1983), που προκύπτουν μέσω μιας σύγκρισης ανάμεσα σε όμοιες συνειδητές και μη-συνειδητές διεργασίες, θεωρώντας πως με αυτό το τρόπο αντιμετωπίζει άμεσα το πρόβλημα της υποκειμενικής εμπειρίας.

Έτσι για παράδειγμα, μια σύγκριση είναι μεταξύ του τεράστιου αριθμού μη συνειδητών διεργασιών και της πολύ περιορισμένης χωρητικότητας της συνείδησης, που φαίνεται να δρα ως πύλη, δημιουργώντας πρόσβαση σε διάφορα μέρη του νευρικού συστήματος. Με τον τρόπο αυτό η συνείδηση δημιουργεί καθολική πρόσβαση (global access) στις διεργασίες και τα αποτελέσματα αυτών που λαμβάνουν χώρα στα διάφορα νευρωνικά δίκτυα του εγκεφάλου. Ο Baars στοχεύει στην κατανόηση της εστιακής (focal) συνείδησης εύκολα περιγραφόμενων γεγονότων όπως πχ. βλέπω μια τυπωμένη σελίδα (Baars, 1997a), τα οποία μπορούν να αναφερθούν με ακρίβεια, όταν αυτό γίνεται άμεσα, χωρίς διασπαστές και με

---

<sup>4</sup> Ο καθολικός χώρος εργασίας ως έννοια έχει τις ρίζες του σε μοντέλα γνωσιακών αρχιτεκτονικών με παράλληλες διαδραστικές υπολογιστικές διεργασίες. Η ιδέα του καθολικού χώρου εργασίας προέρχεται από μια γνωσιακή αρχιτεκτονική, όπως είναι το μοντέλο κατανόησης λόγου HERSAY, το οποίο αποτελείται από συστήματα γνώσης ή "ειδικούς" που συνδέονται με έναν μοναδικό "μαυροπίνακα" ή αλλιώς χώρο επίλυσης προβλημάτων. Στην θεωρία του Baars, ο "χώρος εργασίας" λειτουργεί ως ένα σύστημα καθολικής ενοποίησης και αναμετάδοσης πληροφοριών, όπου ένας ανταγωνισμός του τύπου «ο νικητής τα παίρνει όλα» μεταξύ διαφόρων περιβαλλοντικών εισιόντων και φλοιϊκών συστημάτων, παράγει μια «ενιαία, συνεκτική ροή πληροφοριών» και με τον τρόπο αυτό μια αίσθηση του εαυτού. (Newman, Baars & Cho, 1997).

παρουσία εξωτερικού παρατηρητή που μπορεί να επαληθεύσει, δηλαδή με *επαληθεύσιμη δημόσια αναφορά*.

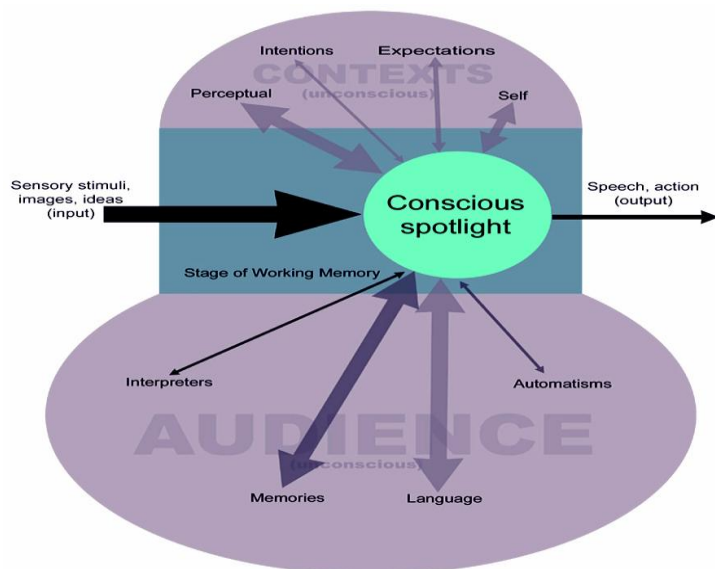
Ο εγκέφαλος είναι ένα ογκώδες σύνολο νευρωνικών δικτύων, στρωμάτων και συνδέσεων εξειδικευμένων σε συγκεκριμένα έργα, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων δρα παράλληλα, χωρίς να γίνεται συνειδητό και με μεγάλη αποτελεσματικότητα στην εκτέλεση έργων ρουτίνας. Το ερώτημα, λέει ο Baars βρίσκεται στο γιατί οι συνειδητές πλευρές του συστήματος είναι τόσο περιορισμένες ενώ οι ασυνειδητές τόσο μεγάλες; Για να απαντήσει σε αυτό το ερώτημα επιστρατεύει την περιορισμένη-σύμφωνα με το νόμο του Miller (1956)- ενεργό μνήμη, την επιλεκτικότητα της συνειδητής εμπλοκής μας με ένα ρεύμα πληροφοριών και την ύπαρξη αυτού του τεράστιου συνόλου μη συνειδητών διεργασιών που δρουν παράλληλα και καταναμημένα, ιδιότητες που επιλέχθηκαν μέσα από εκατομμύρια χρόνια βιολογικής εξέλιξης και προσαρμογής. Τα παραπάνω, υποστηρίζει ο Baars (1997a), είναι στοιχεία που ενισχύουν την ιδέα του πως «μπορούμε να δημιουργήσουμε πρόσβαση σε οποιοδήποτε μέρος του εγκεφάλου μας χρησιμοποιώντας τη συνείδηση».

Για παράδειγμα, ασυνείδητη, λέει ο Baars (1997a) είναι και η τεράστια αυτοβιογραφική μας μνήμη, που βρίσκεται με κάποιο τρόπο «αποθηκευμένη» σε νευρωνικά δίκτυα του εγκεφάλου, στις οποίες όμως τις λεπτομέρειες αποκτούμε πρόσβαση μέσω της συνείδησης. Έτσι, απλώς η συνείδηση των αποτελεσμάτων είναι αρκετή για να δημιουργήσει πρόσβαση σε σύνθετα ασυνείδητα συστήματα. Αυτή η ικανότητα να δημιουργεί πρόσβαση σε δισεκατομμύρια νευρώνες είναι που καθιστά τη συνείδηση εξαιρετικά χρήσιμη, είναι το όργανο δημοσιοποίησης του εγκεφάλου, μια λειτουργία πρόσβασης, μετάδοσης και ανταλλαγής πληροφοριών, όπως και άσκησης ολικού συντονισμού και ελέγχου.

## **2.2. Η μεταφορά του θεάτρου**

Η θεωρία του Baars, προτείνει πως το νοητικό μας σύστημα δομείται πάνω σε έναν καθολικό χώρο εργασίας (global workspace) τον οποίο παραλληλίζει με μια σκηνή στο θέατρο του νου (Baars, 1997a). Σ' αυτό το «θέατρο» (σχήμα 1.), η σκηνή αντιπροσωπεύεται από την ενεργό μνήμη, όπου μη-συνειδητές επεξεργασίες ανταγωνίζονται προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση στον φωτεινό προβολέα της προσοχής, και τα αποτελέσματά τους να γίνουν συνειδητά και να «αναμεταδοθούν» καθολικά στο μη συνειδητό κοινό (πχ. την γλώσσα και την μνήμη). Για τον Baars, αυτή η καθολική αναμετάδοση συνιστά την συνείδηση.

Σχήμα 1. Η μεταφορά του θεάτρου: Αισθητηριακά εισιόντα, εικόνες και ιδέες εισέρχονται στην “σκηνή” της ενεργού μνήμης και αποκτούν πρόσβαση στον “προβολέα” της προσοχής, από όπου αναμεταδίδονται στο ασυνείδητο “κοινό” που περιλαμβάνει λειτουργίες όπως η γλώσσα και η μνήμη, ενώ διαμορφώνονται από το πλαίσιο, τα “παρασκήνια” που περιλαμβάνουν τις προθέσεις, τις προσδοκίες και τον εαυτό.



Με τον όρο «πλαίσιο» (context, σχήμα 1.) ο Baars (1997a) εννοεί όλα τα μη συνειδητά πλαίσια που διαμορφώνουν τις εμπειρίες, ακριβώς όπως τα γεγονότα επί σκηνής διαμορφώνονται από ανθρώπους που βρίσκονται πίσω της. Τέλος, στο θέατρο αυτό υπάρχει το κοινό (audience, σχήμα 1.), ένα τεράστιο σύνολο εξειδικευμένων γνώσεων, μη συνειδητών στο παρόν, πύλη προς το οποίο είναι η συνείδηση. Από τη παραπάνω μεταφορά, προκύπτουν σύμφωνα με το Baars (1997a) εννιά λειτουργίες της συνείδησης που περιλαμβάνουν, τις λειτουργίες προσαρμογής και μάθησης, τις λειτουργίες ορισμού και τοποθέτησης πλαισίου, της πρόσβαση σε ένα σύστημα εαυτού, του ελέγχου της πρόσβασης, της επιστράτευσης ασυνείδητων διεργασιών, της απόφασης και των εκτελεστικών, της ανίχνευσης λάθους και της τροποποίησης, της ανατροφοδότησης και του ελέγχου του εαυτού και τέλος της προσαρμογής υπερμαθημένων λειτουργιών εν όψει μη προβλέψιμων καταστάσεων.

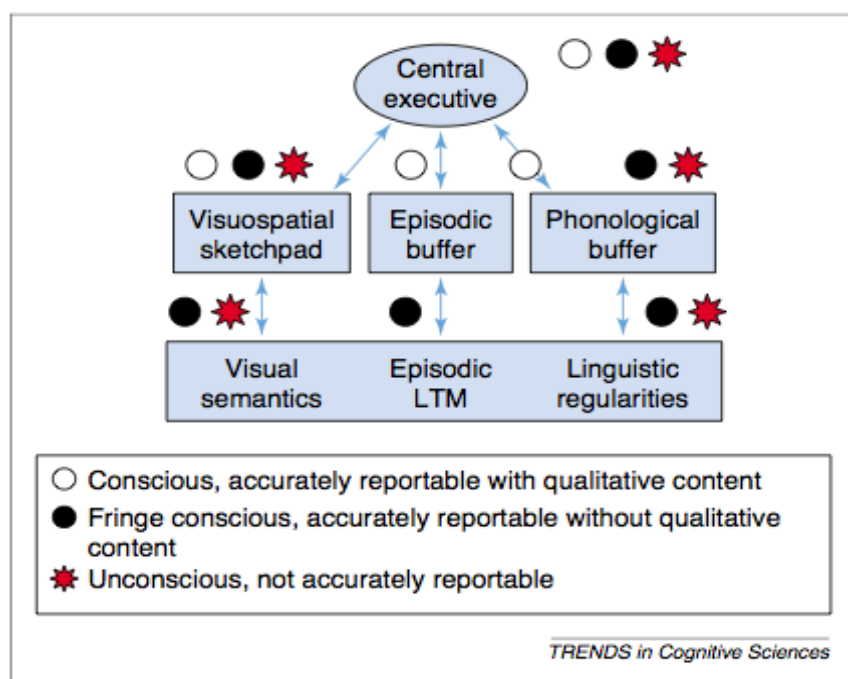
### 2.3. Κριτική

Η θεωρία του Baars (1997a) συνιστά μια απόπειρα προσέγγισης της συνείδησης, από την οποία όμως δεν λείπουν τα αναπάντητα ερωτήματα., όπως αυτά που αφορούν την σχέση της συνείδησης με έννοιες όπως η προσοχή και η ενεργός μνήμη, ο εαυτός καθώς και το πρόβλημα νου-σώματος



### 2.3.1. Προσοχή, Ενεργός Μνήμη και Συνείδηση

Ποιά είναι η σχέση της προσοχής και της ενεργούς μνήμης στη θεωρία του Baars; Είναι λειτουργίες ταυτόσημες με τη συνείδηση; Και αν όχι ποιά είναι η σχέση τους; Ο Baars (1988) απαντά “...είναι χρήσιμο να αντιμετωπίζουμε τη συνείδηση ως ένα είδος προσωρινής ενεργού μνήμης από ορισμένες απόψεις” η οποία είναι και αυτή που προσδίδει το χαρακτηριστικό της “περιορισμένης ικανότητας” της συνείδησης, ενώ η «...προσοχή είναι η λειτουργία ελέγχου πρόσβασης στη συνείδηση». Η προσοχή λοιπόν δεν είναι ταυτόσημη με τη συνείδηση, ενώ πλευρές της ενεργούς μνήμης όπως φαίνεται στο σχήμα 1. (Baars & Franklin, 2003) είναι.



Σχήμα 2. A model of working memory (από το άρθρο των Baars & Franklin, 2003)

Στο σχήμα αυτό υποδεικνύονται οι πλευρές της ενεργούς μνήμης οι οποίες είναι συνειδητές. Τι μπορεί να πει κάτι τέτοιο για τη συνείδηση; Εύλογα μπορεί να τεθεί εδώ το ερώτημα: Είναι όντως η συνείδηση μια συγκεκριμένη και υπαρκτή λειτουργική οντότητα, ή μήπως είναι κάτι άλλο; Ένα “construct”, μια εννοιολογική κατασκευή που δημιουργήθηκε στη βάση της υποκειμενικής μας διαίσθησης;

Σε μια τέτοια κατεύθυνση φαίνεται να κινείται ο Dan Dennett, ο οποίος υποστηρίζει πως υπάρχουν «διάφορα γεγονότα εστίασης περιεχομένου (content-fixating)-δηλαδή, γεγονότα κατά τα οποία γίνεται εστίαση σε συγκεκριμένες πληροφορίες- που

λαμβάνουν χώρα σε διάφορα σημεία και σε διάφορους χρόνους στον εγκέφαλο, και των οποίων οι επιδράσεις μεταδίδονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να οδηγούν στην έκφραση διαφορετικών «προτάσεων» οι οποίες δομούν την ιστορία όπου ο κεντρικός χαρακτήρας είναι ο εαυτός. Στη θεωρία του Dennett, η συνείδηση δεν είναι τίποτα άλλο από την “προφανή σειριακή ερμηνεία της υποκείμενης παράλληλης επεξεργασίας του εγκεφάλου” (Dennett, 1991, p.365), και εδώ τα κούαλια και η υποκειμενικότητα δεν έχουν θέση. Ο Dennett επιλέγει με τον τρόπο αυτό να μειώσει τη σημασία του προβλήματος της συνείδησης παρά να το εξηγήσει, και υποστηρίζει πως η αίσθηση του εαυτού είναι ένα είδος ψευδαίσθησης που δημιουργείται καθώς μιλάμε για αυτό που κάνουμε ή αυτό που βιώνουμε.

### **2.3.2. Η Υποκειμενικότητα και ο Εαυτός**

Ο Baars (1997a) εντάσσει στις λειτουργίες της συνείδησης τη «πρόσβαση σε ένα σύστημα εαυτού», όπου ο εαυτός παρακολουθεί και ελέγχει τα συνειδητά γεγονότα. Στη σχέση αυτή μεταξύ συνείδησης και εαυτού ωστόσο υπάρχει μια ασάφεια, καθώς άλλοτε αναφέρεται στον εαυτό ως μια «οντότητα», ένα σύστημα «...που παρακολουθεί και ελέγχει τα συνειδητά γεγονότα», και άλλοτε ως μια «αίσθηση»: consciousness is generally accompanied by a subjective sense of self (Baars, 1996).

Σε άρθρο του ο Baars (1998) αναφέρει : “Φαίνεται πως ο “εαυτός” μπορεί να ειπωθεί ως το συνεχές (enduring) πλαίσιο της εμπειρίας το οποίο οργανώνει και σταθεροποιεί εμπειρίες πολλών διαφορετικών πλαισίων. Η έννοια του εαυτού στη περίπτωση αυτή μπορεί να ειπωθεί ως ένα σύστημα ελέγχου που χρησιμοποιεί τη συνείδηση για να παρακολουθήσει, να αξιολογήσει και να ελέγξει το σύστημα του εαυτού. (Baars, 1988, chapter 9). Ο Baars θεωρεί πως «η έννοια του εαυτού στη ψυχολογική θεωρία δεν είναι πολυτέλεια, ούτε μεταφυσικό ή τεχνητό θέμα, αλλά μια αναγκαιότητα για οποιοδήποτε ολοκληρωμένο ψυχολογικό πλαίσιο. Από αυτή την άποψη ο εαυτός είναι όπως η συνείδηση, «ένα κεντρικό ψυχολογικό πρόβλημα που επίμονα νικά όλες τις προσπάθειες να αγνοηθεί ή να παραληφθεί» (Baars, 1988, chapter 9).

Η θέση του Baars για τον εαυτό και την υποκειμενικότητα, αν και ο ίδιος τοποθετείται ως υλιστής, είναι συνεπής με την διαισθητική κατανόηση που έχουμε για τον «εαυτό» μας, και τον έλεγχο που μπορούμε να ασκήσουμε οι ίδιοι σε εμάς.

Ωστόσο, η θεωρία του Baars στην πραγματικότητα δεν είναι σε θέση να λύσει ή να αντιμετωπίσει θέματα όπως «το δύσκολο πρόβλημα» και το πως ένα σύνολο

νευρώνων με διαρκώς εναλλασσόμενη δραστηριότητα και συνδέσεις μπορεί να είναι ένας εαυτός που συνεχόμενα και σταθερά βιώνει εμπειρίες.

Αναπόφευκτα, στο σημείο αυτό ενδιαφέρον παρουσιάζει η άποψη του Daniel Dennett, του οποίου η θεωρία του νου βασίζεται στον εμπειρισμό της επιστήμης και όχι σε διαισθητικές εννοήσεις. Έτσι στη θεωρία του Dennett (1991), ο εαυτός συνιστά μια “αφαίρεση” (Dennett, 1991, ch.3), ένα φανταστικό «αφηρημένο αντικείμενο» (abstract object) (p.411), που δημιουργείται όπως αναφέρουμε και παραπάνω, καθώς κρίνουμε και καθώς μιλάμε για αυτά που κάνουμε ή βιώνουμε, μια ψευδαίσθηση που δημιουργείται καθώς διερευνούμε το ρεύμα της συνείδησης. Έτσι, για τον Dennett η ερώτηση για την πραγματικότητα του προσώπου δεν αξίζει να ερωτηθεί.

Είναι όμως η άρνηση της ύπαρξης του εαυτού -όπως και της συνείδησης- πραγματική λύση στο πρόβλημα; Ο Bernard Baars επιλέγει να απαντήσει με ένα διαφορετικό τρόπο, όπως αναφέρεται παρακάτω.

### **2.3.3. Το “Δύσκολο Πρόβλημα”**

Για τον Baars, “the hard problem is hard because it involves an implausible criterion” (1996). Δηλαδή, “το δύσκολο πρόβλημα είναι δύσκολο γιατί περιλαμβάνει ένα παράλογο κριτήριο”. Κατά αυτόν, το κριτήριο του Nagel, το οποίο ονομάζει “observer’s empathy”, απαιτεί κάτι που δεν έχει μέχρι στιγμής υπάρξει επιστημονικός στόχος, ότι δηλαδή ένας παρατηρητής θα πρέπει με κάποιο τρόπο να μοιράζεται την εμπειρία ενός άλλου. Είναι όμως ένα κριτήριο που δε μπορεί, κατά τον Baars να μας βοηθήσει πρακτικά να αποφασίσουμε αν κάποιο άτομο έχει συνείδηση πχ. μιας καρέκλας την οποία κοιτάει. Αντιθέτως θεωρεί πως το κριτήριο αυτό μας εμποδίζει από το να σκεφτόμαστε για την υποκειμενικότητα, όπως κατ’ αναλογία το “ζωικό πνεύμα” (elan vital) των βιταλιστών του προηγούμενου αιώνα εμπόδιζε τους βιολόγους να εξηγήσουν τα προβλήματα της βιολογίας με μηχανιστικές απαντήσεις.

Την άποψη αυτή υποστηρίζει και η φιλόσοφος Patricia Churchland (1996) η οποία μας προτρέπει αντί να ανησυχούμε για το «μετα-πρόβλημα» του εάν η συνείδηση είναι ένα δύσκολο πρόβλημα ή όχι, να προχωρήσουμε και να δούμε πόσο μακριά μπορούμε να πάμε αντιμετωπίζοντας τα προβλήματα των νοητικών φαινομένων από μια νευροβιολογική σκοπιά (Churchland, 1996).

### 2.3.4. Η μεταφορά του θεάτρου και το πρόβλημα νου-σώματος

Η μεταφορά του θεάτρου δεν είναι καινούρια στην μελέτη της συνείδησης, καθώς έχει χρησιμοποιηθεί για το κλασικό παράδειγμα του Descartes, όπου η συνειδητή εμπειρία προκύπτει από μια σύγκλιση των εμπειριών σε ένα σημείο στον εγκέφαλο, την υπόφυση, η οποία αλληλεπιδρά κατόπιν με το μη-υλικό πνεύμα. Η θέση αυτή έχει γίνει αντικείμενο κριτικής από πολλούς, όπως αφενός ο Daniel Dennett, ο οποίος την χαρακτηρίζει ως «καρτεσιανό υλισμό»<sup>5</sup> γιατί προϋποθέτει μια μη υλική πνευματική οντότητα-παρατηρητή που παρακολουθεί τα δεδομένα που φτάνουν στο τελικό σημείο-την επίφυση, και αφετέρου ο φιλόσοφος Ryle (2002), που υποστήριζε πως είναι παράλογο να αξιωνούμε την ύπαρξη ενός «εαυτού-παρατηρητή», γιατί δεν εξηγεί απολύτως τίποτα, απλά μεταφέρει τη δουλειά της εξήγησης σε ένα άλλο επίπεδο. Όμως, λέει ο Baars (1996) είναι δυνατόν να σκεφτούμε τους παρατηρητές ως συστήματα αναγνώρισης προτύπων.

Όμως, παρόλο που ο Baars δε μιλά για ένα μόνο σημείο, όπως η επίφυση στην θεωρία του Descartes, στο οποίο βρίσκεται η συνείδηση, αλλά για μια κατανεμημένη λειτουργία, δε καταφέρνει ούτε να λύσει αλλά ούτε και να αποφύγει, όπως ο Dennett, το πολύ σημαντικό δυϊστικό πρόβλημα του πως η συνείδηση, έστω και ως κατανεμημένη λειτουργία, προκύπτει από τις λειτουργίες του εγκεφάλου.

Έτσι παρόλο που αρνείται το πρόβλημα νου-σώματος ως μύθο (Baars, 1997b) όπως και οποιοδήποτε αιτιακό ρόλο της συνείδησης εντός του νευρικού συστήματος, εν τούτοις, ο ορισμός που δίνει για τη συνείδηση ως μια «λειτουργία πρόσβασης, διάδοσης και ανταλλαγής πληροφοριών ...με σκοπό την άσκηση καθολικού συντονισμού και ελέγχου» (Baars, 1997b), φαίνεται να συμφωνεί με αυτό που κατανοούμε διαισθητικά, πως οι συνειδητές μας προθέσεις δηλαδή είναι αυτές που προκαλούν τη δράση μας, όπως σημειώνουν οι Eysenck & Keane (2000, p. 534), ενώ παραμένει θολό το εάν η συνείδηση είναι το αίτιο ή το αποτέλεσμα της πρόσβασης στον «καθολικό χώρο εργασίας» (β. Παράγραφο 2.1.).

### 2.4. Συνεισφορά

---

<sup>5</sup> Ο Καρτεσιανός υλισμός αναφέρεται στην άποψη πως υπάρχει μια κρίσιμη τελική γραμμή ή όριο κάπου στον εγκέφαλο, το οποίο αποτελεί το μέρος όπου η σειρά άφιξης των πληροφοριών ισούται με την σειρά της “παρουσίασής” τους στην εμπειρία καθώς ότι συμβαίνει εκεί, είναι αυτό του οποίου έχουμε συνείδηση.

Για πολύ καιρό οι περισσότεροι ψυχολόγοι και νευροεπιστήμονες χρησιμοποιούσαν με δισταγμό τον όρο «συνείδηση». Αυτός ο δισταγμός όμως φαίνεται πως έχει παρέλθει, και η συνείδηση έχει μετατραπεί σε ένα συναρπαστικό και γρήγορα αναπτυσσόμενο πεδίο μελέτης. Χάρη στην ανάπτυξη της νευροψυχολογίας και των νευροαπεικονιστικών τεχνικών αλλά και στην επανερμηνεία και επαναξιολόγηση παλαιότερων ψυχολογικών και νευροψυχολογικών ερευνών σε διάφορους τομείς της νόησης, μια νέα κατανόηση του νευρωνικού υπόβαθρου της συνείδησης αναδύεται.

Οι φιλοσοφικές και θεωρητικές προσεγγίσεις στη συνείδηση έχουν προσφέρει πολλά στη κατανόηση που έχουμε για το θέμα, όμως όπως όλα τα ζητήματα στα οποία δεν έχει δοθεί ακόμη μια αντικειμενική και καλά τεκμηριωμένη εξήγηση, οι απόψεις είναι πολλές και δίστανται.

Η θεωρία του καθολικού χώρου εργασίας του Bernard Baars έχει επηρεάσει αρκετούς μελετητές προσφέροντας ένα γόνιμο θεωρητικό πλαίσιο για τη συνείδηση, απαγκιστρωμένο από «δύσκολα προβλήματα», «υποκειμενικότητες» και «κουάλια» μέσα στο οποίο μπορούν να ενταχθούν και να συμφιλιωθούν δεδομένα από τη σύγχρονη νευροβιολογική μελέτη του εγκεφάλου (Edelman, Gally & Baars, 2011; Dehaene, Changeux, Naccache, Sackur & Sergent, 2006; Dehaene & Naccache, 2001).

### 3. Η Γνωσιακή Νευροεπιστήμη του Stanislas Dehaene και το πλαίσιο του καθολικού νευρωνικού χώρου εργασίας<sup>6</sup> (Global Neuronal Workspace Framework).

#### 3.1. Ορισμοί της Συνείδησης και Νευρωνικά αντίστοιχα.

Ένας από τους πρώτους ερευνητές που χρησιμοποίησε το πλαίσιο του Καθολικού Χώρου Εργασίας είναι ο Stanislas Dehaene (2001), ο οποίος υποστηρίζει πως το πρόβλημα της συνείδησης πρέπει να απλοποιηθεί έτσι ώστε να μπορεί να ελεγχθεί στο εργαστήριο. Για το λόγο αυτό επιλέγει από τις διάφορες έννοιες της συνείδησης τη μόνη που μπορεί να ελεγχθεί πειραματικά, αυτό δηλαδή που ονομάζουμε «πρόσβαση στη συνείδηση», την μεταβατική έννοια της συνείδησης κατά την οποία είμαστε σε θέση να αντιληφθούμε ένα αισθητηριακό ερέθισμα ( Dehaene, Changeux, Naccache, Sackur, & Sergent, 2006).

*Πρόσβαση στη συνείδηση.* Στο «νευρωνικό καθολικό χώρο εργασίας» του Dehaene η «πρόσβαση στην συνείδηση» είναι διαφορετική από την «εγρήγορση», η οποία αποτελεί προϋπόθεση της πρώτης (Dehaene et al., 2006).

Για παράδειγμα, η “εγρήγορση”, ή αλλιώς η μη μεταβατική έννοια της συνείδησης, σύμφωνα με το neural workspace model (Dehaene, et al. 2006) είναι μια διαβαθμισμένη μεταβλητή, ένα ελάχιστο επίπεδο της οποίας είναι απαραίτητο για τη τοποθέτηση των θαλαμοφλοιϊκών συστημάτων σε προσληπτική κατάσταση (receptive state), χαμηλώνοντας το κατώφλι για αισθητηριακά εισιόντα. Η νευρωνική κατάσταση που αντιστοιχεί στην εγρήγορση περιλαμβάνει δραστηριότητα πυρήνων του στελέχους (κυρίως χολινεργικών) με μεγάλες προβολές στο θάλαμο και το φλοιό (Balkin, 2002). Η εγρήγορση αποτελεί αναγκαία, αλλά όχι επαρκή συνθήκη για τη μεταβατική έννοια της συνείδησης, δηλαδή την “πρόσβαση στη συνειδητή αναφορά”, η οποία έχει συσχετιστεί με δραστηριότητα σε περιοχές του ταινιωτού, εξωταινωτού και βρεγματομετωπιαίου φλοιού (Moutoussis & Zeki, 2002; Ress & Heeger, 2003). Με βάση δεδομένα από παρόμοιες μελέτες, ο Zeki έχει προτείνει πως η συνειδητή αντίληψη ενός συγκεκριμένου οπτικού χαρακτηριστικού (πχ. Χρώμα) βρίσκεται στην

---

<sup>6</sup> Ο νευρωνικός καθολικός χώρος εργασίας είναι ένα σύστημα καθολικής ενοποίησης και αναμετάδοσης πληροφοριών που αποτελείται από μια μεγάλη κλίμακα, κατανεμημένη σειρά από εξειδικευμένους βιοεπεξεργαστές, που ελέγχει την κατανομή των επεξεργαστικών πόρων του νευρικού συστήματος (Cho, Baars & Newman, 1997).

εξωταινιωτή περιοχή που εξειδικεύεται στο χαρακτηριστικό αυτό (πχ. Για το χρώμα αντιστοιχεί η περιοχή V<sub>4</sub>) (Zeki, 2003).

Ωστόσο, ο Dehaene και οι συνεργάτες του (2006) υποστηρίζουν πως η πρόιμη αισθητηριακή ενεργοποίηση είναι αναγκαία αλλά όχι επαρκής για τη συνειδητή πρόσβαση καθώς σε πολλές μελέτες παρατηρείται δραστηριότητα σε εξωταινιωτές περιοχές όταν οι συμμετέχοντες αρνούνται πως έχουν δει κάποιο ερέθισμα (Moutoussis & Zeki, 2002; Sergent, Baillet, & Dehaene, 2005).

Στην άποψη αυτή συνηγορούν δεδομένα από μελέτες fMRI όπως αυτή των Beck, G Rees, C. D. Frith, & Lavie, (2001), οι οποίοι προσπάθησαν να διαφοροποιήσουν τα νευρωνικά αντίστοιχα ανάμεσα στη συνθήκη κατά την οποία οι συμμετέχοντες μπορούσαν να εντοπίσουν την αλλαγή στα ερεθίσματα που προβάλλονταν σε μια οθόνη, και τη συνθήκη κατά την οποία δεν εντόπιζαν την αλλαγή (change blindness). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν πως όταν οι συμμετέχοντες μπορούσαν να εντοπίσουν την αλλαγή, υπήρχε αυξημένη δραστηριότητα στο βρεγματικό και το δεξί πλαγιοραχιαίο προμετωπιαίο φλοιό, καθώς και σε περιοχές του εξωταινιωτού οπτικού φλοιού. Αντιθέτως στις περιπτώσεις μη εντοπισμού της αλλαγής (change blindness) κάποια αυξημένη ενεργοποίηση παρουσιαζόταν σε περιοχές του εξωταινιωτού, αλλά όχι στις πρόσθιες μετωπιαίες, ή στις βρεγματικές περιοχές, υποδεικνύοντας συσχέτιση των τελευταίων με τη παρουσία της συνείδησης. Παρόμοια αποτελέσματα είχαν ο Dehaene και οι συνεργάτες του (2001), όταν προσπάθησαν να διαφοροποιήσουν τα νευρωνικά αντίστοιχα κατά τη παρουσίαση κρυμμένων (masked) λέξεων σε σχέση με μη κρυμμένες (unmasked). Στη πρώτη περίπτωση η ενεργοποίηση περιοριζόταν σε αριστερές εξωταινιωτές περιοχές, στην αριστερή ατρακτοειδή (fusiform) έλικα και σε αριστερές προκεντρικές περιοχές, σε αντίθεση με τη συνθήκη παρουσίασης των μη κρυμμένων λέξεων που προκαλούσε και ενεργοποίηση επιπλέον προμετωπιαίων περιοχών. Ακόμη, οι Gross και συνεργάτες (2004) υποστήριζαν πως αλλαγές στις απαιτήσεις της οπτικής προσοχής που αφορά μια συνθήκη σχετίζεται με αλλαγές στο συγχρονισμό φάσης νευρωνικής πυροδότησης μεταξύ του δικτύου προσοχής το οποίο περιλαμβάνει, μετωπιαίες, βρεγματικές και κροταφικές περιοχές. Επιπλέον, παρά την άποψη που υποστηρίζει πως η ορατότητα συγκεκριμένων οπτικών χαρακτηριστικών όπως πχ. η φωτεινότητα, σχετίζεται μόνο με την ενεργοποίηση συγκεκριμένων περιοχών του πρώιμου οπτικού φλοιού, οι Haynes, Driver, & Rees (2005) έδειξαν πως διακυμάνσεις στην ορατότητα τέτοιων χαρακτηριστικών σχετίζονταν με την ενεργοποίηση μετέπειτα οπτικών

περιοχών καθώς και βρεγματο-κροταφικών. Οι Kranczioch, Debener, Schwarzbach, Goebel, & Engel, (2005) σε μια μελέτη attentional blink έδειξαν πως ενώ η ενεργοποίηση ινιακοκροταφικών περιοχών μπορεί να αντικατοπτρίζει κυρίως τη διάρκεια της προσοχής, οι μετωποβρεγματικές περιοχές φαίνεται να εμπλέκονται σε ένα ευρέως καταναμημένο δίκτυο που ελέγχει την οπτική συνείδηση. Έτσι, βασιζόμενοι σε μελέτες όπως οι παραπάνω, ο Dehaene (2006) προτείνει πως 1. Η γρήγορη βρεγματομετωπιαία ενεργοποίηση και 2. Η top-down (από πάνω προς τα κάτω) ενίσχυση των οπίσθιων -σχετικών με τα αισθητηριακά ερεθίσματα- περιοχών μετά την ενεργοποίηση των πρόσθιων “συνειρμικών”, φαίνεται πως είναι τα πρότυπα ενεργοποίησης<sup>7</sup> που δραστηριοποιούνται συστηματικά κατά τη συνθήκη πρόσβασης στη συνειδητή αναφορά, δηλαδή κατά τη συνθήκη όπου το υποκείμενο μπορεί να αναφέρει με κάποιο τρόπο, λεκτικό ή μη πως έχει αντιληφθεί ένα ερέθισμα.

### **3.2. Ο ρόλος της Προσοχής και της Έντασης του Ερεθίσματος: Η Υπο-οριακή, Προσυνειδητή και Συνειδητή επεξεργασία**

Στην παρούσα προσέγγιση σημαντικό θεωρείται το θέμα της προσοχής σε σχέση με την ένταση του ερεθίσματος και τη συνειδητή αντίληψη. Έτσι, οι συγγραφείς υποστηρίζουν πως προκειμένου να υπάρξει πρόσβαση στη συνειδητή αντίληψη χρειάζεται να υπάρχει και bottom up αισθητηριακή ένταση (του ερεθίσματος) και top down ενίσχυση μέσω εστίασης της προσοχής (attentional amplification) για να προκύψει συνειδητή αντίληψη. Γι’ αυτό και πρέπει πάντα να ελέγχεται με υποκειμενική αναφορά για κάθε δοκιμή (trial) (Dehaene et al., 2006). Έτσι, με βάση τα παραπάνω, ο Dehaene (2006) σε αντίθεση με το κλασικό δυαδικό διαχωρισμό ανάμεσα σε συνειδητή και μη συνειδητή επεξεργασία, προτείνει δύο βασικά είδη μη συνειδητής επεξεργασίας. Συγκεκριμένα:

A. Η *υπο-οριακή επεξεργασία* ορίζεται ως η κατάσταση όπου η bottom up ενεργοποίηση δεν είναι επαρκής ώστε να διεγείρει μια μεγάλης κλίμακας ανατροφοδοτική κατάσταση (reverberating state) σε ένα μεγάλο δίκτυο νευρώνων με μεγάλους άξονες. Ουσιαστικά πρόκειται για τη περίπτωση όπου ένα μικρής έντασης

---

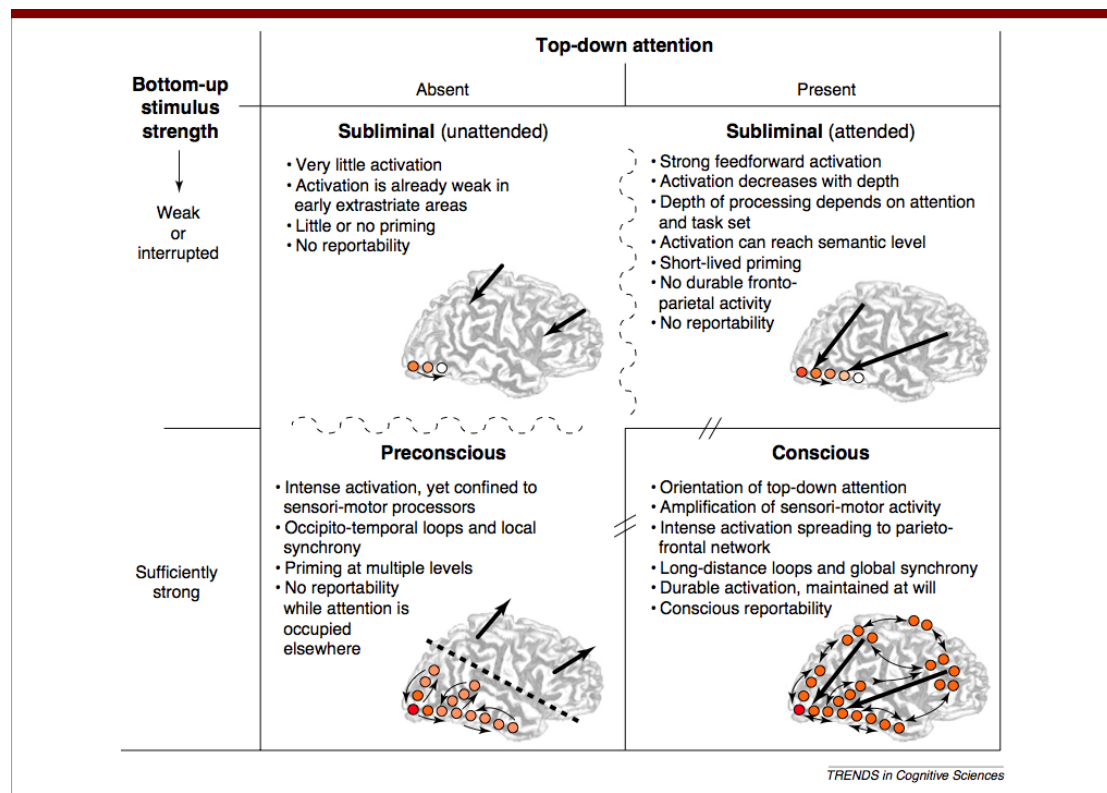
<sup>7</sup> Ο όρος “πρότυπα” και “πρότυπα ενεργοποίησης” στην παρούσα μελέτη συνιστά μετάφραση του αγγλικού όρου “patterns”, και αναφέρεται στα μοτίβα νευρωνικής δραστηριότητας.



ερέθισμα, προκαλεί μια μικρή ενεργοποίηση που σύντομα όμως σβήνει χωρίς να προκαλέσει συνείδηση του ερεθίσματος.

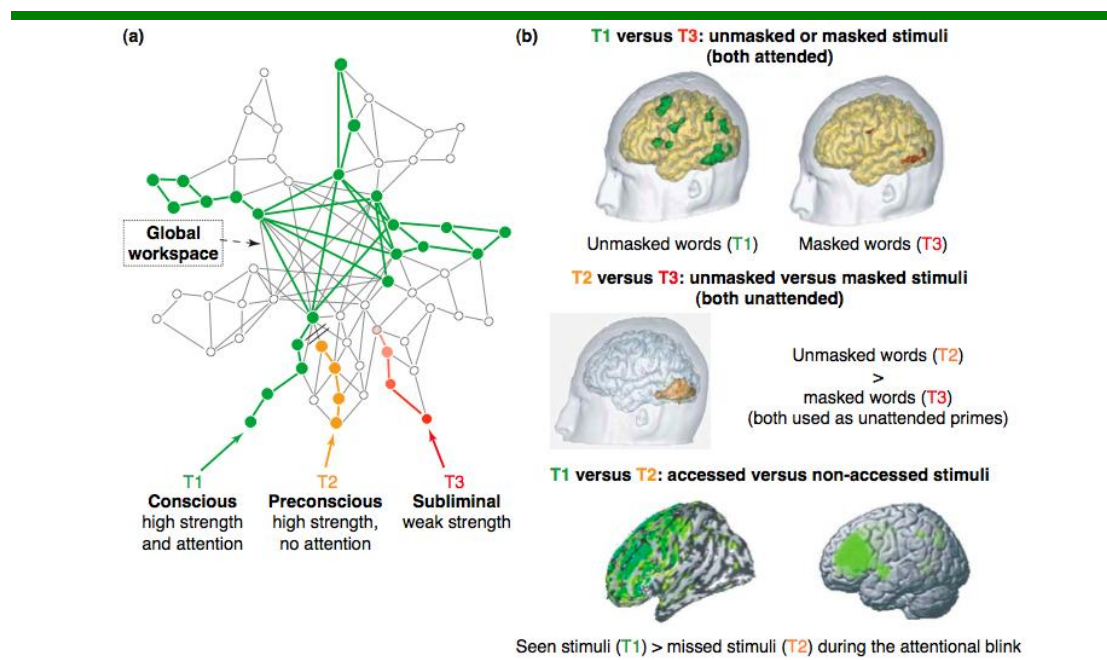
B. Η *προσυνειδητή* επεξεργασία αφορά μια διεργασία όπου ένα ερέθισμα είναι ικανό να γίνει συνειδητό, κουβαλά δηλαδή δυνάμει αρκετή ενεργοποίηση για πρόσβαση στη συνείδηση αλλά προσωρινά μένει σε μια μη συνειδητή αποθήκευση λόγω έλλειψης top down ενίσχυσης μέσω προσοχής.

Σχήμα 3. Η Υπο-οριακή, Προσυνειδητή και Συνειδητή επεξεργασία σύμφωνα με την ένταση του ερεθίσματος και την παρουσία προσοχής. (Απο το άρθρο των Deheane et al., 2006)



Προκειμένου όμως να καλύψει το σύνολο των περιπτώσεων κατά τις οποίες δεν επιτυγχάνεται συνείδηση, ο Dehaene προτείνει, άλλους τρεις τύπους μη συνειδητής επεξεργασίας, που αφορούν πληροφορίες μόνιμα αποθηκευμένες στο σύστημα, οι οποίες όμως δεν αποκτούν πρόσβαση στη συνείδηση. Αυτοί περιλαμβάνουν 1. Λανθάνοντα πρότυπα ή αλλιώς μοτίβα, συνδεσιμότητας, όπου η πληροφορία κωδικοποιείται σε λανθάνουσα μορφή, ως μήτρες συναπτικού βάρους. 2. Κατανεμημένα πρότυπα πυροδότησης, όπου η πληροφορία κωδικοποιείται στη κατανεμημένη πυροδότηση πολλών νευρώνων. 3. Λειτουργικά αποσυνδεδεμένα

συστήματα, όπου η πληροφορία κωδικοποιείται στη πυροδότηση νευρώνων λειτουργικά αποσυνδεδεμένους από το «χώρο εργασίας». Σύμφωνα με τον Dehaene (2006) συνείδηση ενός ερεθίσματος επιτυγχάνεται μόνο εφόσον η ένταση του ερεθίσματος είναι αρκετά δυνατή (bottom up), αλλά και εφόσον υπάρχει η απαραίτητη top down ενεργοποίηση μέσω της προσοχής. Στη περίπτωση αυτή ένα ερέθισμα αποκτά πρόσβαση στη συνείδηση όταν ενεργοποιεί με ένα συγχρονισμένο, διπλής κατεύθυνσης και διαρκείας τρόπο, ένα σύνολο νευρώνων του “κεντρικού χώρου εργασίας”, που βρίσκονται κυρίως σε περιοχές του βρεγματικού και προμετωπιαίου φλοιού, καθώς και σε περιοχές του προσαγωγίου. Αυτές οι μεγάλων αποστάσεων συνδέσεις επιτρέπουν την αναμετάδοση της πληροφορίας σε πολλές απομακρυσμένες περιοχές.



Σχήμα 4. Αριστερά: Αναπαράσταση της νευρωνικής ενεργοποίησης κατά την υπο-οριακή, προσυνειδητή και συνειδητή επεξεργασία. Δεξιά: Νευρωνική ενεργοποίηση κατά τις συνθήκες masked και unmasked ερεθισμάτων με τη παρουσία ή όχι προσοχής. (Από το άρθρο των Dehaene et al., 2006)

Η προσέγγιση του Dehaene καθίσταται ιδιαίτερα γοητευτική καθώς εκτός από την σχετική απόσταση που λαμβάνει από τις φιλοσοφικές τοποθετήσεις, παρέχει ένα πλαίσιο που στηρίζεται σε εμπειρικά δεδομένα και μπορεί να διαψευστεί πειραματικά από αυτά, ενώ όπως ο ίδιος σημειώνει (Dehaene, 2006) το παραπάνω θεωρητικό

πλαίσιο θα μπορούσε να συμφιλιώσει αλλά και να συμπληρώσει άλλες σημαντικές θεωρίες όπως του Lamme (2003) και Zeki (2003). Έτσι, ο διαχωρισμός ανάμεσα σε συνειδητή και προσυνειδητή επεξεργασία είναι συνεπής με τη πρόταση του Lamme (2003) για μία προοδευτική εξέλιξη ανατροφοδοτικών νευρωνικών αλληλεπιδράσεων (recurrent interactions), πρώτα τοπικά εντός του οπτικού συστήματος και έπειτα πιο καθολικά σε βρεγματομετωπιαίες περιοχές. Είναι επίσης συνεπής με την υπόθεση του Zeki για μια ασύγχρονη κατασκευή της οπτικής αντίληψης σε πολλαπλά καταναμημένα σημεία πριν αυτή ενωθεί σε μια «μακρο-συνείδηση». Η μόνη διαφορά βρίσκεται στην απόδοση της «φαινομενικής συνείδησης» στην θεωρία του Lamme ή της «μικρο-συνείδησης» στην θεωρία του Zeki, σε αυτό που οι συγγραφείς έχουν ονομάσει προσυνειδητή επεξεργασία.. Πρόκειται για μια σημαντική διαφορά καθώς για τον Dehaene και τους συνεργάτες του, η φαινομενική συνείδηση, η πλούσια υποκειμενική εμπειρία που πιστεύουμε ότι έχουμε, αν και μπορεί να αδυνατούμε να αναφέρουμε, έχει αμφισβητηθεί έντονα από πειράματα «τύφλωσης αλλαγής» (change blindness)(Simons & Sensink, 2005). Στην περίπτωση «τύφλωσης στην αλλαγή» οι παρατηρητές μιας οπτικής σκηνής αποτυγχάνουν να αντιληφθούν μια αλλαγή σε ένα πολύ σημαντικό στοιχείο της σκηνής αυτής. Τα πειράματα αυτά δείχνουν πως στην πραγματικότητα λίγα στοιχεία μιας οπτικής σκηνής υφίστανται συνειδητή επεξεργασία, ενώ πιθανότητα υποδεικνύουν πως αυτή η ψευδαίσθηση ότι βλέπουμε τα πάντα, προκύπτει γιατί γνωρίζουμε πως εφόσον το θελήσουμε, μπορούμε να κατευθύνουμε την προσοχή μας σε οποιοδήποτε σημείο και να αποκτήσουμε συνειδητή πληροφορία. Έτσι, ο Dehaene και οι συνεργάτες του (2006) πιστεύουν πως η φαινομενική συνείδηση είναι μια ψευδαίσθηση βασισμένη στην υποκειμενική μας διαίσθηση πως έχουμε πλούσια εμπειρία μιας οπτικής σκηνής ακόμα και αν δεν μπορούμε να την αναφέρουμε, και δεν ταυτίζεται με την προσυνειδητή επεξεργασία κατά την οποία η ένταση ενός ερεθίσματος μπορεί να είναι αρκετά δυνατή για να προκαλέσει bottom-up ενεργοποίηση, ωστόσο λείπει η προσοχή για να περάσει η πληροφορία σε συνειδητό επίπεδο (Σχήμα 4.) Ακόμη, οι μικροσυνειδήσεις στην θεωρία του Zeki (2003), αφορούν την συνείδηση θεμελιωδών οπτικών χαρακτηριστικών όπως την αντίληψη του χρώματος ή την κίνηση, και μπορούν να είναι ανεξάρτητα συνειδητές σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, όπως πχ. σε έναν ασθενή με βλάβη στην οπτική περιοχή V5 και ακινητοψία, ο οποίος μπορεί να αντιληφθεί το χρώμα ενός κινούμενου αντικειμένου, αλλά όχι την κίνηση του. Σε γενικές γραμμές, η πρόταση του Dehaene φαίνεται πολλά υποσχόμενη, ωστόσο και άλλοι σύγχρονοι

συγγραφείς όπως οι Lamme (2003), Zeki (2003), Crick & Koch (1994) και Tononi (2000) έχουν διατυπώσει πολύ ελκυστικές ιδέες που υποστηρίζονται από αντίστοιχες μελέτες με fMRI και evoked potentials. Στη παρούσα μελέτη κρίνεται σκόπιμη η παρουσίαση τους με στόχο μια γόνιμη κριτική πάνω στα σημεία σύγκλισης τους αλλά και στο τι μπορεί η κάθε μια να προσφέρει.

#### **4. Η θεωρία της Εστιακής Ανατροφοδότησης του Viktor Lamme (The Local Recurrence Theory)**

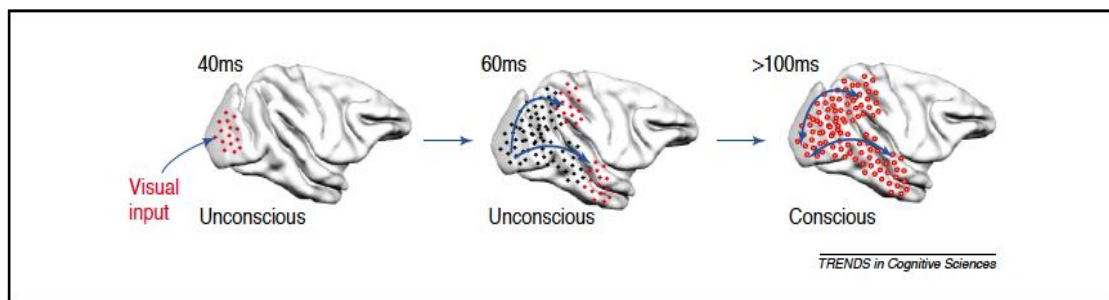
##### **4.1. Ένας νευρωνικός ορισμός της Συνείδησης.**

Ο Lamme (2006), έχοντας εντοπίσει τα προβλήματα που προκύπτουν από τη προσπάθεια ορισμού της συνείδησης με βάση μόνο ενδοσκοπικές ή συμπεριφορικές παρατηρήσεις, προτείνει έναν επιστημονικό ορισμό που να βασίζεται στη σύγκλιση νευρωνικών και συμπεριφορικών μετρήσεων. Συγκεκριμένα επιχειρεί να προσδιορίσει την συνείδηση με ένα νευρωνικό τρόπο, ταυτίζοντάς την με την ανατροφοδοτική επεξεργασία (recurrent processing). Για να υποστηρίξει την παραπάνω άποψη, επικαλείται μελέτες που υποδεικνύουν πως αυτό που είναι απαραίτητο για την συνειδητή επεξεργασία είναι η εμπλοκή νευρώνων στις οπτικές περιοχές σε ανατροφοδοτική, συντονισμένη επεξεργασία (Lamme, 2003; Pascual-Leone & Walsh, 2001) μέσω αλληλεπίδρασης με άλλες υψηλότερου και χαμηλότερου επιπέδου περιοχές. Παραδείγματα συνείδησης με αδυναμία αναφοράς περιλαμβάνουν περιπτώσεις με ασθενείς με διατομή του μεσολοβίου (split brain patients), που αδυνατούν να ονομάσουν ερεθίσματα που παρουσιάζονται στο αριστερό οπτικό τους πεδίο, αλλά μπορούν να τα ζωγραφίσουν, αφαιρώντας με το τρόπο αυτό τη σύγχυση της συνείδησης με τη γλωσσική ικανότητα (Sperry, 1984; Gazzaniga, 2005). Παρόλα αυτά το πρόβλημα της επαλήθευσης της συνειδητής εμπειρίας χωρίς τη παρεμβολή καμίας άλλης νοητικής λειτουργίας παραμένει, και κατά τον Lamme, αυτό σχετίζεται άμεσα με την διαμάχη περί της ύπαρξης μιας «μη-προσβάσιμης» ή φαινομενικής συνείδησης. Κατά τον ίδιο, η θεωρία του καθολικού χώρου εργασίας δε λύνει το πρόβλημα της φαινομενικής συνείδησης, αν και επιχειρεί να το ενσωματώσει (Dehaene, 2006) με τη μορφή μιας «προσυνειδητής επεξεργασίας», ενώ η τοποθέτηση του Dehaene πως ένα τέτοιο ερώτημα δε φαίνεται να είναι επιστημονικά διαχειρίσιμο, μάλλον αποφεύγει μια απάντηση, παρά την παρέχει (Lamme, 2006). Αντιθέτως, ο Lamme επιχειρεί να εξηγήσει τη φαινομενική συνείδηση διαχωρίζοντας

την οπτική συνείδηση από την οπτική προσοχή, και ταυτίζοντάς την φαινομενική συνείδηση με την δεύτερη.

Πριν παρουσιάσουμε τον ακριβή νευρωνικό ορισμό που δίνει ο Lamme (2006) για την φαινομενική συνείδηση, κρίνεται σκόπιμη η παρουσίαση των τριών σταδίων νευρωνικής επεξεργασίας που σχετίζονται με την συνείδηση στην παρούσα θεωρία.

*Σχήμα 5. Τα τρία στάδια της νευρωνικής επεξεργασίας της συνείδησης (από το άρθρο του Lamme, 2003): Η συνειδητή οπτική εμπειρία απαιτεί ανατροφοδοτική επεξεργασία. Τα οπτικά εισιόντα φτάνουν στις πρώιμες οπτικές περιοχές (V1) 40ms μετά την εμφάνιση του ερεθίσματος. Τότε η οπτική πληροφορία άμεσα μεταδίδεται εμπροσθοδρομικά στις εξωταινιωτές περιοχές και τον βρεγματικό και κροταφικό φλοιό (60ms). Αυτή η εμπροσθοδρομική μετάδοση της πληροφορίας είναι μη συνειδητή. Στα περίπου 100ms, οι πρώιμες οπτικές περιοχές και υψηλότερες ιεραρχικά περιοχές αποκτούν ανατροφοδοτική αλληλεπίδραση, που είναι απαραίτητη για την συνειδητή οπτική εμπειρία.*



Στην θεωρία της εστιακής ανατροφοδότησης (local recurrence theory) γίνεται διαχωρισμός ανάμεσα σε τρεις ιεραρχικούς τύπους νευρωνικής επεξεργασίας που σχετίζεται με την συνείδηση ενός οπτικού ερεθίσματος (σχήμα 5.) Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει μια εμπροσθοδρομική ενεργοποίηση κατά την οποία η πληροφορία μεταδίδεται από των ταινιωτό οπτικό φλοιό προς εξωταινιωτές περιοχές καθώς και προς βρεγματικές και κροταφικές περιοχές χωρίς να συνοδεύεται από συνειδητή εμπειρία του οπτικού ερεθίσματος (Lamme, 2003)

Κατά το δεύτερο στάδιο η πληροφορία μεταδίδεται από τις περιοχές αυτές ξανά πίσω στις πρώιμες οπτικές περιοχές. Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει την «εστιασμένη ανατροφοδοτική επεξεργασία», και είναι αυτές οι ανατροφοδοτικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις πρώιμες και τις ανώτερες περιοχές που οδηγεί την συνειδητή εμπειρία, η οποία στο στάδιο αυτό έχει την έννοια της φαινομενικής εμπειρίας (Lamme, 2003). Το τελευταίο στάδιο χαρακτηρίζεται από ευρεία ανατροφοδοτική επεξεργασία, η οποία περιλαμβάνει καθολικές/ευρείες νευρωνικές αλληλεπιδράσεις -παρόμοιες με αυτές που προτείνει το μοντέλο του καθολικού χώρου εργασίας- και επεκτείνεται πως τα μετωποβρεγματικά δίκτυα. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει επιτελικές και λειτουργικές διεργασίες που είναι απαραίτητες για την συνειδητή πρόσβαση και

δυνατότητα αναφοράς του ερεθίσματος.

#### **4.2. Τρεις Βασικοί άξονες της Θεωρίας του Lamme**

Τρεις είναι οι βασικές παρατηρήσεις του Lamme, οι οποίες δίνονται με την μορφή απαντήσεων σε τρία σημαντικά ερωτήματα:

1. Είναι η εμπλοκή του μετωποβρεγματικού δικτύου το νευρωνικό αντίστοιχο της συνειδητής επεξεργασίας, όπως υποστηρίζει η θεωρία του καθολικού χώρου εργασίας, ή μήπως είναι η ανατροφοδοτική επεξεργασία; Η απάντηση του Lamme υποστηρίζει το δεύτερο ενδεχόμενο, επικαλούμενος μελέτες masking που υποστηρίζουν πως η ενεργοποίηση φλοιϊκών νευρώνων *per se*, ακόμη και μετωποβρεγματικών είναι ανεπαρκής για τη συνειδητή εμπειρία (Moutoussis & Zeki, 2002; Haynes, J. Driver, & G. Rees, 2005)

2) Είναι η ανατροφοδοτική επεξεργασία (ΑΕ) πραγματικά διαφορετική από την εμπροσθοδρομική; Ο Lamme, απαντά πως η ΑΕ ικανοποιεί τον κανόνα του Hebb όπου οι προ και μετασυναπτικοί νευρώνες είναι ταυτόχρονα ενεργοί, γεγονός που προκαλεί ενεργοποίηση της διαδικασίας της συναπτικής πλαστικότητας, που είναι η νευρωνική βάση της μάθησης και της μνήμης. Αντιθέτως μια εμπροσθοδρομική ενεργοποίηση δεν έχει αποτέλεσμα διαρκείας. Μια τέτοια θεώρηση δε μπορεί να προσδώσει ιδιαίτερο ρόλο στα μετωποβρεγματικά κυκλώματα.

3) Σύμφωνα με τη θεωρία του Tononi (2004), η συνείδηση συνίσταται στη δυνατότητα ενός συστήματος να ολοκληρώσει, να ενοποιήσει τις πληροφορίες (Tononi, 2005). Αυτή η ικανότητα εξαρτάται από την δυνατότητα του συστήματος να διαμορφώσει ένα δυναμικό πυρήνα (dynamic core), χαρακτηριζόμενο από δυνατές αμοιβαίες αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα στοιχεία του, και ικανό να αλλάξει σε πολλές διαφορετικές καταστάσεις. Τέτοιοι δυναμικοί πυρήνες, η παραπάνω θεωρία υποστηρίζει πως διαμορφώνονται εντός του θαλαμοφλοιϊκού δικτύου. Στην ίδια θεωρία οι ανατροφοδοτικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε φλοιϊκούς νευρώνες είναι το κρίσιμο χαρακτηριστικό της συνείδησης, και όχι το ποιές περιοχές συμμετέχουν σε αυτές. Τέτοια συμπλέγματα αλληλεπιδράσεων μπορούν να λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα και κάθε ένα να συνιστά μια διαφορετική συνειδητή αναπαράσταση.

#### **4.3. Συζήτηση**

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην θεωρία της εστιακής ανατροφοδότησης παρουσιάζει το γεγονός πως προσφέρει μια εξήγηση για την διαφορά ανάμεσα στην συνειδητή και

την μη συνειδητή αντίληψη σε όρους μηχανιστικούς παρά σε όρους «αρχιτεκτονικούς» (δηλαδή, *τι είδους ενεργοποίηση σε αντίθεση με τις περιοχές της ενεργοποίησης*). Επίσης, στην θεωρία αυτή η διάκριση μεταξύ υπο-οριακής και συνειδητής αντίληψης περιλαμβάνει τις ίδιες περιοχές με αυτές που αναφέρονται στην θεωρία του Dehaene (βλ. Σχήμα 3.)

Επιπλέον, η θεωρία του Lamme (2003) υποστηρίζει πως η συνείδηση δεν θα πρέπει να ορίζεται με συμπεριφορικό τρόπο, όπως πχ. με ενδοσκοπικές αναφορές, αλλά αντιθέτως θα πρέπει να στηριζόμαστε στους νευρωνικούς δείκτες της συνείδησης, ένας από τους οποίους είναι και η εστιακή ανατροφοδότηση (δηλαδή το δεύτερο από τα στάδια επεξεργασίας που αναφέρονται στην παράγραφο 4.1.), παρέχοντας έτσι έναν διαφορετικό τρόπο μελέτης της συνείδησης, απαλλαγμένο μεν από ζητήματα συμπεριφορικής αναφοράς της συνείδησης, αλλά επιφορτισμένο δε από το πρόβλημα του εάν όντως μια ενεργοποίηση σχετίζεται με συνειδητή εμπειρία.

## **5. Η προσέγγιση του Semir Zeki στη συνείδηση**

Ο Semir Zeki, έχοντας σε πολλές μελέτες του εντυπώσει στην δομική και λειτουργική οργάνωση του οπτικού φλοιού, προτείνει ένα θεωρητικό πλαίσιο με το οποίο επιχειρεί να εξηγήσει κλινικά δεδομένα που έχουν προκύψει από μελέτες του οπτικού συστήματος (Zeki & Bartels, 1999; Zeki, 2003).

### **5. 1. «Μικρο-συνειδήσεις»**

Το θεωρητικό πλαίσιο που υποστηρίζει ο Zeki και οι συνεργάτες του συνοψίζεται στην υπόθεση πως η συνείδηση αποτελείται από πολλές μικρο-συνειδήσεις που κατανέμονται στον χώρο και το χρόνο και πως η ενοποιημένη συνείδηση για την οποία συνήθως μιλάμε είναι δυνατή μόνο με τη χρήση της γλώσσας και της επικοινωνίας. Οι πολλαπλές αυτές συνειδήσεις συνιστούν μια ιεραρχία, με την “συνθετική, υπερβατική” ενοποιημένη συνείδηση (αυτή του εαυτού μου ως ένα πρόσωπο που αντιλαμβάνεται) να βρίσκεται στη κορυφή της (Zeki, 2003).

Την υπόθεση αυτή στηρίζουν συμπεράσματα από μελέτες που αφορούν τη λειτουργία του οπτικού φλοιού και οι οποίες μπορούν να συνοψισθούν στις εξής κατηγορίες:

### **5.1. Ο οπτικός φλοιός αποτελείται από παράλληλα, λειτουργικά εξειδικευμένα συστήματα επεξεργασίας, με χρονική ιεραρχία.**

Ο οπτικός φλοιός αποτελείται από παράλληλα λειτουργικά εξειδικευμένα *συστήματα επεξεργασίας*, όπου το καθένα περιλαμβάνει διάφορα στάδια ή κόμβους, που ολοκληρώνουν το έργο τους σε διαφορετικούς χρόνους (Moutoussis & Zeki, 1997b; Zeki, 1978). Για παράδειγμα, το χρώμα γίνεται αντιληπτό πριν τον προσανατολισμό, ο οποίος γίνεται αντιληπτός πριν την κίνηση με περίπου 30 και 40ms καθυστέρηση αντίστοιχα (Moutoussis & Zeki, 1997a; Zeki, 2003). Προκειμένου να μελετήσουν αυτό το ενδεχόμενο, οι Moutoussis & Zeki (1997a) άλλαζαν το χρώμα και την κατεύθυνση της κίνησης ενός αφηρημένου προτύπου τετραγώνων σε μια οθόνη και ζητούσαν από τους συμμετέχοντες να αντιστοιχίσουν το χρώμα του προτύπου των τετραγώνων με την κατεύθυνση της κίνησης. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν διαφορετικούς χρόνους αντίληψης της κίνησης και του χρώματος, υποστηρίζοντας πως ο εγκέφαλος «δένει» οπτικά χαρακτηριστικά που γίνονται αντιληπτά ταυτόχρονα, παρά χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται ή συμβαίνουν μαζί σε πραγματικό χρόνο.

Κάθε περιοχή εντός του οπτικού συστήματος έχει συγκεκριμένες συνδέσεις αφενός με τις περιοχές V1 και V2 και αφετέρου με επιπλέον περιοχές στον κροταφικό, βρεγματικό και μετωπιαίο λοβό. Έτσι οι συγγραφείς ορίζουν ένα *σύστημα επεξεργασίας* ως ένα σύστημα που περιλαμβάνει τα εξειδικευμένα κύτταρα της V1 και V2 καθώς και τις εξειδικευμένες περιοχές στις οποίες προβάλλουν, καθώς και τις επιπλέον προβολές μιας εξειδικευμένης περιοχής (Zeki & Bartels, 1999).

### **5.2. Κάθε σύστημα επεξεργασίας αποτελείται από πολλούς κόμβους**

Κάθε σύστημα επεξεργασίας αποτελείται από πολλά στάδια ή κόμβους (Bartels & Zeki, 1998). Για παράδειγμα, το κινητικό σύστημα αποτελείται από τη στιβάδα 4B της V1, τις παχιές λωρίδες της V2, την περιοχή V5 και άλλες περιοχές σχετιζόμενες με τη κίνηση που την περιλαμβάνουν. Κάθε μια από αυτές τις περιοχές συνιστά έναν κόμβο του συστήματος επεξεργασίας της κίνησης ενώ οι εμπροσθόδρομες συνδέσεις εντός του συστήματος είναι τύπου “like-with-like”, δηλαδή “όμοιο με όμοιο”. Με αυτό οι συγγραφείς εννοούν πως πχ. τα κύτταρα της στιβάδας 4B που είναι επιλεκτικά της κατεύθυνσης συνδέονται είτε άμεσα, είτε μέσω των παχιών λωρίδων της V2 με τη περιοχή V5, που είναι επίσης πλούσια σε



επιλεκτικά της κατεύθυνσης κύτταρα (Zeki, 1969b). Τέλος, οι εμπροσθόδρομες συνδέσεις εντός ενός συστήματος επεξεργασίας οδηγούν σε κύτταρα με αυξανόμενο μέγεθος υποδεκτικού πεδίου και συνθετότητα, με ιεραρχικό τρόπο (Hubel & Wiesel, 1962).

### **5.3. Τα συστήματα επεξεργασίας μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα**

Κλινικά δεδομένα, όπως αυτά που προέκυψαν από τη μελέτη μιας περίπτωσης τυφλής όρασης (Weiskrantz, 1990; Barbur, Watson, Frackowiak, & Zeki, 1993; Zeki & ffytche, 1998), αλλά και από μελέτες περιπτώσεων αχρωματοψίας (Zeki, 1990) ή ακινητοψίας (Zeki, 1991) υποστηρίζουν πως αυτά τα συστήματα επεξεργασίας μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα, καθώς βλάβη που εστιάζεται σε ένα σύστημα (πχ. στην περιοχή που σχετίζεται με την αντίληψη του χρώματος, όπως η V4) περιορίζει συγκεκριμένα την αντίληψη του χαρακτηριστικού στο οποίο το σύστημα αυτό εξειδικεύεται, δηλαδή στο χρώμα. Ακόμη βλάβη σε ένα συγκεκριμένο κόμβο ενός συστήματος επεξεργασίας που αφήνει προηγούμενους κόμβους άθικτους έχει ως αποτέλεσμα μια υποβαθμισμένη αντιληπτική ικανότητα για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, που συνδέεται άμεσα με τις φυσιολογικές δυνατότητες των κυττάρων που δεν έχουν επηρεαστεί από τη βλάβη. Για παράδειγμα, ασθενείς με βλάβη στην περιοχή V5 δεν είναι ικανοί να αντιληφθούν αντικείμενα που βρίσκονται σε γρήγορη κίνηση, όμως μπορούν να τα αντιληφθούν όταν βρίσκονται σε πιο αργή, προφανώς αντικατοπτρίζοντας τις δυνατότητες των κόμβων που έχουν μείνει άθικτοι από την βλάβη (Hess, Baker & Zhi, 1989)

Αντιθέτως, το σύστημα που μένει άθικτο όταν όλα τα άλλα έχουν υποστεί βλάβη, μπορεί να λειτουργήσει σχετικά φυσιολογικά.

### **5.4. Το “δέσιμο” (binding) των μικροσυνειδήσεων**

Ανατομικά δεδομένα υποδεικνύουν πως δεν υπάρχει κάποιος τελικός ολοκληρωτικός σταθμός στον εγκέφαλο, ο οποίος να λαμβάνει εισιόντα από όλες τις οπτικές περιοχές. Αντιθέτως κάθε κόμβος έχει πολλαπλές εξόδους, και κανένας κόμβος δεν είναι μόνο προσληπτικός. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, οι Zeki & Bartels (1999) προτείνουν πως κάθε κόμβος ενός συστήματος επεξεργασίας της αντίληψης δημιουργεί τη δική του «μικροσυνείδηση». Αν όντως κάποιο δέσιμο το οποίο προσδίδει την ολοκληρωμένη εικόνα που έχουμε για τον οπτικό κόσμο λαμβάνει χώρα, αυτό πρέπει να είναι το δέσιμο ανάμεσα σε μικροσυνειδήσεις

παραγόμενες σε διαφορετικούς κόμβους. Καθώς οποιεσδήποτε δύο μικροσυνειδήσεις που παράγονται σε δύο κόμβους μπορούν να “δεθούν”, η αντιληπτική ολοκλήρωση (δηλαδή η ενοποίηση διαφορετικών αισθητηριακών πληροφοριών) δεν είναι ιεραρχική αλλά παράλληλη και μετα-συνειδητή<sup>8</sup> επίγνωση της όπως πχ. μέσω συγχρονισμένης πυροδότησης ή οποιαδήποτε άλλης μορφής επικοινωνία ανάμεσα σε σύνολα κυττάρων. Κατά τους συγγραφείς, το “δέσιμο” πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα μια αλλαγή στην δραστηριότητα των κόμβων που εμπλέκονται, ώστε παραλλαγμένες μικροσυνειδήσεις να παράγονται στον καθένα από αυτούς. Αντιθέτως, ο νευρωνικός μηχανισμός που προσδίδει ιδιότητες σε αυτά τα κύτταρα, των οποίων η δραστηριότητα έχει κάποιο νευρωνικό αντίστοιχο, είναι ιεραρχικός και προ-συνειδητός, και οι συγγραφείς αναφέρονται σε αυτόν ως παραγωγικό δέσιμο (generative binding), για να το διαχωρίσουν από το δέσιμο που μπορεί να συμβαίνει ανάμεσα στις μικροσυνειδήσεις.

### **5.5. Τα ιεραρχικά επίπεδα της Συνείδησης**

Ο Zeki (2003) διακρίνει τρία ιεραρχικά επίπεδα συνείδησης που περιλαμβάνουν τα επίπεδα της μικρο-συνείδησης, της μακρο-συνείδησης και της ενοποιημένης συνείδησης. Οι μικροσυνειδήσεις, που αντιστοιχούν σε κόμβους των διαφόρων συστημάτων επεξεργασίας, όπως αναφέρεται και προηγουμένως μπορεί να αφορούν χαρακτηριστικά όπως το χρώμα ή η κίνηση. Η μακροσυνείδηση αναφέρεται στο αποτέλεσμα του δεσίματος μεταξύ δύο ή περισσότερων μικροσυνειδήσεων και άρα σε μια πιο ολοκληρωμένη μορφή αντίληψης, ενώ η ενοποιημένη συνείδηση, το υψηλότερο ιεραρχικά επίπεδο συνείδησης, αναφέρεται στην συνείδηση του εαυτού μου ως ατόμου που αντιλαμβάνεται. Το κάθε επίπεδο εξαρτάται από την παρουσία του προηγούμενου ενώ εντός του κάθε επιπέδου μπορεί να υποτεθεί η ύπαρξη μιας χρονικής ιεραρχίας. Τα δύο πρώτα επίπεδα συνείδησης με τις δικές τους χρονικές ιεραρχίες οδηγούν στην τελική ενοποιημένη συνείδηση, αυτή του εαυτού μου ως άτομο που αντιλαμβάνεται (Zeki, 2003).

---

<sup>8</sup> *Μετα-συνειδητή, με την έννοια πως υπάρχει συνείδηση της συνείδησης. Το υποκείμενο δηλαδή, γνωρίζει πως έχει συνείδηση ενός ερεθίσματος ή ενός χαρακτηριστικού του ερεθίσματος.*

## 5.6 Σύνοψη

Η Θεωρία των μικροσυνειδήσεων του Zeki, υποστηρίζει την ύπαρξη τριών σταδίων συνειδητής επεξεργασίας που ξεκινά από τις μικροσυνειδήσεις, η οποία συνίσταται στη επεξεργασία και ταυτόχρονα αντίληψη οπτικών χαρακτηριστικών όπως το χρώμα ή η κίνηση, προχωρά στην μακροσυνείδηση η οποία προκύπτει από τον συνδυασμό αλληλεπιδρώντων κόμβων και μικροσυνειδήσεων και αφορά πιο ολοκληρωμένη αντίληψη (βλέπω έναν κόκκινο κύκλο που κινείται), καταλήγοντας στην ανώτερη ιεραρχικά ενοποιημένη συνείδηση, αυτή του εαυτού μου ως ατόμου που αντιλαμβάνεται.

Ωστόσο, η συγκεκριμένη θεωρία παρουσιάζει επίσης κάποια προβλήματα τα οποία θα μπορούσαν να εστιαστούν στην αρκετά ασαφή ενοποιημένη συνείδηση του εαυτού, και στο γεγονός πως ενώ αναφέρεται στο ζήτημα της αίσθησης του εαυτού, το θέμα της υποκειμενικότητας και της εξήγησης του πως προκύπτει η εμπειρία από την νευρωνική δραστηριότητα, μάλλον παρακάμπτεται. Ένα επιπλέον πρόβλημα αφορά την πρόταση πως οποιαδήποτε περιοχή επεξεργασίας στον εγκέφαλο θα πρέπει, τουλάχιστον εκ πρώτης όψεως να είναι ένα νευρωνικό αντίστοιχο της συνείδησης, αφού συνιστά έναν κόμβο επεξεργασίας. Έτσι παραμένει αδιευκρίνιστο το γιατί η συνειδητή αντίληψη δεν σχετίζεται στην θεωρία αυτή με δραστηριότητα σε άλλες εγκεφαλικές περιοχές, όπως η παρεγκεφαλίδα και οι υποφλοιϊκές δομές, οι οποίες επίσης συμμετέχουν στην επεξεργασία οπτικών πληροφοριών.

## 6. Η Θεωρία της Ενοποίησης των Πληροφοριών: Giulio Tononi.

### 6.1. Εισαγωγικά

Πριν παρουσιάσουμε την Θεωρία της ενοποίησης των πληροφοριών, είναι πολύ σημαντικό να αναφερθούμε στην υπόθεση του δυναμικού πυρήνα (Edelman and Tononi 2000; Tononi and Edelman 1998) που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της θεωρίας του “νευρωνικού δαρβινισμού”, μιας θεωρίας επιλογής για την εγκεφαλική ανάπτυξη και λειτουργία, και που αποτελεί μια από τις σημαντικότερες επιρροές της θεωρίας της ενοποίησης πληροφοριών.

Σύμφωνα με την θεωρία του δυναμικού πυρήνα η συνείδηση αντιστοιχεί στην ικανότητα ενός συστήματος να ενοποιεί πληροφορίες. Αυτός ο ισχυρισμός προέρχεται από δυο φαινομενολογικά χαρακτηριστικά της συνείδησης. Το πρώτο

αφορά την *διαφοροποίηση*<sup>9</sup> -δηλαδή την διαθεσιμότητα ενός πολύ μεγάλου αριθμού συνειδητών εμπειριών, και την *ενοποίηση* – δηλαδή την ενότητα, την αίσθηση της συνολικότητας μιας τέτοιας εμπειρίας.

Κεντρική θέση της υπόθεσης του δυναμικού πυρήνα είναι πως οι νευρωνικοί μηχανισμοί που υπόκεινται της συνείδησης αποτελούνται από ένα λειτουργικό σύνολο εντός του θαλαμοφλοιϊκού συστήματος, στο οποίο επαναεισαγόμενες (reentrant) νευρωνικές διαδράσεις παράγουν μια διαδοχή διαφοροποιημένων (differentiated) μετασταθερών (metastable), ή αλλιώς παροδικών καταστάσεων. Τα όρια του δυναμικού πυρήνα αλλάζουν στη διάρκεια του χρόνου ανάλογα με συγκεκριμένα εσωτερικά και εξωτερικά σήματα, με κάποιες νευρωνικές ομάδες να φεύγουν από τον δυναμικό πυρήνα- να μην εντάσσονται δηλαδή στην δραστηριότητά του- και άλλες ενσωματώνονται (Edelman and Tononi 2000).

Σημαντική είναι και η έννοια της ποσοτικής μέτρησης της “νευρωνικής πολυπλοκότητας” (Tononi et al., 1994), της οποίας οι υψηλές τιμές υποστηρίζεται πως συνοδεύουν τη συνείδηση. Συγκεκριμένα, η νευρωνική πολυπλοκότητα θεωρείται πως μετρά το βαθμό στον οποίο οι δυναμικές ενός νευρωνικού συστήματος είναι ενοποιημένες αλλά και διαφοροποιημένες (Tononi et al., 1994).

## **6.2. Η Θεωρία Ενοποίησης της Πληροφορίας**

Η Θεωρία Ενοποίησης της Πληροφορίας του Tononi (2004, 2008) υποστηρίζει πως η συνείδηση αντιστοιχεί στην ικανότητα ενός συστήματος να ενοποιεί πληροφορίες, να συνδυάζει, δηλαδή, πληροφορίες προκειμένου να δημιουργηθεί ένα ενιαίο τελικό αντιληπτικό αποτέλεσμα. Ένα σύστημα είναι ικανό για ενοποίηση πληροφορίας στο βαθμό που έχει διαθέσιμο ένα μεγάλο ρεπερτόριο καταστάσεων και στο βαθμό που οι κατάσταση του κάθε του στοιχείου είναι αιτιακά εξαρτημένα από τη κατάσταση των άλλων στοιχείων (Tononi, 2004; Tononi, 2008). Η θεωρία προτείνει πως η ποσότητα της συνείδησης που είναι διαθέσιμη σε ένα σύστημα μπορεί να μετρηθεί με τη μορφή της τιμής  $\Phi$  ενός συμπλέγματος βασικών στοιχείων (elements). Ως  $\Phi$  ορίζεται η ποσότητα της πληροφορίας που μπορεί να ενοποιηθεί κατά τον πληροφοριακά πιο αδύναμο σύνδεσμο ενός υποσύνολου στοιχείων (Tononi, 2004). Ως σύμπλεγμα ορίζεται το υποσύνολο των στοιχείων με  $\Phi > 0$ , το οποίο δεν είναι μέρος ενός

---

<sup>9</sup> Η θεωρία ενοποίησης πληροφοριών υποστηρίζει πως η εμφάνιση μιας οποιασδήποτε συνειδητής σκηνής αυτομάτως αποκλείει την εμφάνιση ενός μεγάλου αριθμού εναλλακτικών και έτσι η διαδικασία αυτή αποτελεί μια υψηλής πληροφορίας διάφοροποίηση (Tononi, 2004).

υποσυνόλου με μεγαλύτερο  $\Phi$ . Η θεωρία επίσης υποστηρίζει πως η ποιότητα της συνείδησης καθορίζεται από τις πληροφοριακές σχέσεις ανάμεσα στα στοιχεία ενός συμπλέγματος, τα οποία προσδιορίζονται από τις τιμές της αποτελεσματικής πληροφορίας μεταξύ τους. Τέλος κάθε συγκεκριμένη συνειδητή εμπειρία προσδιορίζεται ανά πάσα στιγμή από την τιμή των μεταβλητών που διαμεσολαβούν της πληροφοριακές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα στοιχεία ενός συμπλέγματος (Tononi, 2004).

Όπως και στην υπόθεση του Δυναμικού Πυρήνα, η θεωρία Ενοποίησης Πληροφοριών βασίζεται στην ιδέα ότι η εμφάνιση οποιασδήποτε συνειδητής σκηνής ταυτόχρονα αποκλείει την εμφάνιση ενός τεράστιου αριθμού εναλλακτικών και γι' αυτό το λόγο συνιστά μια διαφοροποίηση υψηλής πληροφορίας, με την έννοια πως πρόκειται για μια διαφοροποίηση που προσφέρει μεγάλη ποσότητα πληροφορίας. Ακόμη, πάλι όπως στην Υπόθεση του Δυναμικού πυρήνα, η Θεωρία Ενοποίησης Πληροφοριών προτείνει πως το θαλαμοφλοιϊκό σύστημα παρέχει το νευροανατομικό υπόστρωμα για τις νευρωνικές διεργασίες που υπόκεινται της συνείδησης (βλ. Παράγραφο 6.4.). Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η θεωρία αυτή προτείνει έναν νέο τρόπο μέτρησης της ποσότητας της συνείδησης που παράγεται από ένα σύστημα. Αυτή η μονάδα μέτρησης,  $\Phi$ , ορίζεται ως η ποσότητα της αποτελεσματικής πληροφορίας που μπορεί να ενοποιηθεί κατά την πιο αδύναμη σύνδεση ενός συστήματος (Tononi and Sporns 2003; Tononi 2004). Μια σημαντική διάκριση ανάμεσα στην «νευρωνική πολυπλοκότητα» της Υπόθεσης του Δυναμικού Πυρήνα και της μονάδας  $\Phi$  είναι ότι το  $\Phi$  μετρά κατευθυνόμενες, αιτιακές αλληλεπιδράσεις εντός ενός συστήματος. Σύμφωνα με την Θεωρία της Ενοποίησης της πληροφορίας, η συνείδηση όπως μετράται από το  $\Phi$ , χαρακτηρίζεται ως «προδιάθεση» ή ως «δυναμικότητα». Τα περιεχόμενα μιας οποιασδήποτε συνειδητής σκηνής προσδιορίζονται ανά πάσα στιγμή από την τιμή των μεταβλητών που μεσολαβούν των πληροφοριακών διαδράσεων εντός του συστήματος. Ένα χαρακτηριστικό που διαφοροποιεί την Θεωρία ενοποίησης της Πληροφορίας από την θεωρία του δυναμικού πυρήνα, είναι πως η τιμή  $\Phi$  έχει προταθεί ως επαρκής συνθήκη για τη συνείδηση, έτσι ώστε οποιοδήποτε σύστημα με αρκετά υψηλή τιμή  $\Phi$  – είτε βιολογικό είτε μη βιολογικό- θα είναι συνειδητό (Tononi, 2004).

### **6.3. Το πρώτο πρόβλημα: ποιά είναι τα στοιχεία που καθορίζουν σε ποιό βαθμό ένα σύστημα έχει συνειδητή εμπειρία;**

Το πρώτο πρόβλημα που θέτει ο Tononi αφορά την κατανόηση των συνθηκών που καθορίζουν σε ποιό βαθμό ένα σύστημα έχει συνείδηση. Για παράδειγμα, γιατί συγκεκριμένα μέρη του εγκεφάλου είναι σημαντικά για τη συνειδητή εμπειρία ενώ άλλα εξίσου πλούσια σε νευρώνες και συνδέσεις δεν είναι;

Και για ποιό λόγο είμαστε συνειδητοί κατά τις ώρες που είμαστε ξύπνιοι ή κοιμόμαστε βλέποντας όνειρα, αλλά πολύ λιγότερο σε έναν ύπνο χωρίς όνειρα, ακόμα και αν ο εγκεφάλός μας παραμένει πολύ ενεργός; Τι μπορούμε να πούμε για την ύπαρξη και το είδος της συνείδησης των νεογέννητων, των ζώων ή ατόμων που πάσχουν από νευρολογικές ασθένειες και δεν μπορούν να επικοινωνήσουν; Για τον Tononi, η διευθέτηση τέτοιων ερωτημάτων αφορά άμεσα την κατανόηση που έχουμε για την συνείδηση και πρέπει να μπορούν να απαντηθούν από μια θεωρητική ανάλυση.

#### **6.3.1. Η συνείδηση ως ενοποίηση πληροφοριών**

Η παρούσα θεωρία υποστηρίζει πως η συνείδηση σχετίζεται με την δυνατότητα ενοποίησης πληροφοριών. Μια τέτοια υπόθεση μπορεί να μη φαίνεται αυταπόδεικτη, ίσως γιατί όταν είμαστε προικισμένοι με συνείδηση κατά το μεγαλύτερο μέρος της ύπαρξής μας, είναι εύκολο να θεωρήσουμε την ενοποίηση των πληροφοριών ως δεδομένη.

Έτσι για τον Tononi (2004) υπάρχουν τρία βασικά χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν ένα σύστημα με συνείδηση και ένα χωρίς συνείδηση, καθώς και το επίπεδο της συνείδησης το οποίο το σύστημα μπορεί να επιτύχει.

A. Η πληροφορία και η δυνατότητα διαφοροποίησης: σύμφωνα με τη θεωρία μια βασική διαφορά ανάμεσα σε ένα σύστημα με συνείδηση και ένα σύστημα χωρίς συνείδηση, το οποίο ωστόσο μπορεί να αντιδρά υπο συνθήκες με συγκεκριμένο τρόπο έχει να κάνει με το πόση πληροφορία παράγεται από το σύστημα. Η πληροφορία εδώ ορίζεται ως μείωση της αβεβαιότητας ανάμεσα σε έναν αριθμό εναλλακτικών αποτελεσμάτων. Συνεπώς ένα σύστημα που μπορεί να «μειώσει την αβεβαιότητα» μεταξύ πολλών εναλλακτικών αποτελεσμάτων, είναι ικανό να

«παράγει» υψηλότερη πληροφορία. Έτσι, πχ. ένας άνθρωπος σε εγρήγορση όταν πρέπει να διακρίνει ανάμεσα σε μια οθόνη που είναι αναμμένη ή όχι έχει την συνειδητή εμπειρία του «βλέπω φως» η «βλέπω σκοτάδι». Η διαφορά του με έναν ανιχνευτή φωτός είναι πως ενώ και αυτός μπορεί να διακρίνει ανάμεσα στις δυο καταστάσεις, η πληροφορία που παράγεται κατά την διαφοροποίηση από την πλευρά του ανθρώπου είναι πολύ μεγαλύτερη. Καθώς, όπως προαναφέρεται, η έννοια της πληροφορίας ορίζεται εδώ ως «μείωση της αβεβαιότητας ανάμεσα σε έναν αριθμό εναλλακτικών αποτελεσμάτων όταν ένα από αυτά εμφανίζεται» ο άνθρωπος έχει πολύ μεγαλύτερη δυνατότητα διαφοροποίησης, αφού μπορεί να διακρίνει ανάμεσα σε πολύ περισσότερες καταστάσεις από ότι ο ανιχνευτής φωτός που μπορεί να διακρίνει μόνο ανάμεσα στην ύπαρξη φωτός ή όχι.

B. Η ενοποίηση: Η ενοποίηση της πληροφορίας αποτελεί ένα δεύτερο χαρακτηριστικό των συνειδητών συστημάτων καθώς πχ. μια κάμερα της οποίας ο αισθητήρας θα ισοδυναμούσε με χιλιάδες ανιχνευτές φωτός, θα μπορούσε όντως να ανταποκριθεί με διαφορετικό τρόπο σε άπειρες εικόνες, όμως καθώς οι ανιχνευτές δεν επικοινωνούν μεταξύ τους η πληροφορία δε μπορεί να ενοποιηθεί. Και καθώς ο κάθε ανιχνευτής είναι αιτιακά ανεξάρτητος, μια ανάλυση στη πληροφορία του καθενός είναι εφικτή. Κάτι τέτοιο όμως δε μπορεί να συμβεί στην συνειδητή εμπειρία ενός συστήματος όπως ο άνθρωπος, λόγω των πολλαπλών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των στοιχείων (νευρώνων) του εγκεφάλου, η κατάσταση του κάθε στοιχείου είναι αιτιακά εξαρτημένο από τη κατάσταση πολλών άλλων. Έτσι, μπορεί και φαινομενολογικά να εξηγηθεί πως όταν βλέπουμε μια εικόνα συνειδητά, αυτή εικόνα γίνεται αντιληπτή ως όλο και δε μπορεί να διαχωριστεί.

### Γ. Τα χωρο-χρονικά Χαρακτηριστικά

Η συνειδητή εμπειρία σύμφωνα με τον Tononi (2004), ξεδιπλώνεται σε μια χαρακτηριστική χωρο-χρονική κλίμακα. Για παράδειγμα, έχει χαρακτηριστική ταχύτητα και δε μπορεί να πάει ούτε πιο αργά ούτε πιο γρήγορα. Για να υποστηρίξει το επιχείρημά του επικαλείται μελέτες που δείχνουν πως χρειάζονται περίπου κάποιες εκατοντάδες χιλιοστά του δευτερολέπτου προκειμένου να αναπτύξουμε μια ολοκληρωμένη αισθητηριακή εμπειρία (Libet, 1982). Συγκεκριμένα, μελέτες που περιλαμβάνουν την διέγερση του φλοιού με ηλεκτρικά σήματα σε μια ελάχιστη ένταση, όπως του Libet (1984) έχουν δείξει πως χρειάζεται μια μάλλον μεγάλη σειρά

σημάτων προκειμένου να “παραχθεί” μια συνειδητή αίσθηση, ενώ μια παρόμοια περίοδος φλοιϊκής διέγερσης φαίνεται να χρειάζεται στην περίπτωση ενός μοναδικού παλμού που εφαρμόζεται στο δέρμα. Επίσης, συνδυάζοντας περιφερειακά και φλοιϊκά ερεθίσματα, οι Libet et al. (1979) βρήκαν πως η συνειδητή αίσθηση αναφέρεται χρονικά πίσω στη στιγμή του εφαρμόστηκαν τα προκλητά δυναμικά στον φλοιό.

Έτσι, κατά τον Tononi (2004), φαινομενολογικά, η συνείδηση έχει να κάνει με την ικανότητα ενοποίησης ενός μεγάλου όγκου πληροφοριών, και μια τέτοια ενοποίηση συμβαίνει σε συγκεκριμένη, χαρακτηριστική χωρο-χρονική κλίμακα. Αν η συνείδηση ανταποκρίνεται στην δυνατότητα ενοποίησης πληροφορίας, τότε ένα φυσικό σύστημα θα πρέπει να είναι ικανό να παράγει συνείδηση στο βαθμό που έχει ένα μεγάλο ρεπερτόριο διαθέσιμων καταστάσεων (πληροφορία), ενώ δεν μπορεί να αποσυντεθεί σε μια συλλογή αιτιακά ανεξαρτήτων υποσυστημάτων (ενοποίηση).

Στο μοντέλο του ο Tononi, προκειμένου να μετρήσει τη δυνατότητα ενός συστήματος να ενοποιήσει τις πληροφορίες- η οποία δυνατότητα αντιστοιχεί και στην «ποσότητα» της συνείδησης- χρησιμοποιεί την τιμή  $\Phi$  ενός συμπλέγματος (πχ. νευρώνων). Ως  $\Phi$  ορίζεται η ποσότητα της «αποτελεσματικής πληροφορίας» που μπορεί να ανταλλαχθεί κατά την ελάχιστη διμερή πληροφορία ενός συμπλέγματος. (Ένα σύμπλεγμα είναι ένα σύνολο στοιχείων με  $\Phi > 0$  που δεν περιλαμβάνει υπο-σύνολο με μεγαλύτερο  $\Phi$ . Οι χωρικές και χρονικές κλίμακες που ορίζουν τα στοιχεία ενός συμπλέγματος και την χρονική πορεία των αλληλεπιδράσεών τους)

#### **6.4. Το δεύτερο πρόβλημα : ποιές οι συνθήκες που καθορίζουν τι είδους συνείδηση έχει ένα σύστημα;**

Το δεύτερο πρόβλημα με το οποίο ασχολείται ο Tononi (2004) αφορά την κατανόηση των συνθηκών που καθορίζουν τι είδους συνείδηση έχει ένα σύστημα. Με το πρόβλημα αυτό ο Tononi επιστρέφει στα αρχικά φιλοσοφικά ερωτήματα που αφορούν την επιστήμη της συνείδησης. Τι είναι λοιπόν αυτό που καθορίζει την συγκεκριμένη και φαινομενικά μη αναγώγιμη (irreducible) ποιότητα των διαφορετικών συστημάτων(modules) (πχ. όραση, ακοή, πόνος), υποσυστημάτων(submodules) (πχ. χρώμα ή κίνηση) και διαστάσεων (πχ μπλέ και κόκκινο) που χαρακτηρίζουν την συνειδητής μας εμπειρία; Γιατί τα χρώματα φαίνονται έτσι όπως φαίνονται και γίνονται αντιληπτά διαφορετικά από το τρόπο που ακούγεται η μουσική ή γίνεται αισθητός ο πόνος;



Με τη λύση του πρώτου προβλήματος θα γνωρίζαμε σε ποιά βαθμό ένα φυσικό σύστημα μπορεί να παράγει συνείδηση, δηλαδή την ποσότητα ή το επίπεδο της συνείδησης. Η επίλυση του δεύτερου προβλήματος θα απαντούσε στο ερώτημα του τι είδους συνείδηση παράγει, δηλαδή την ποιότητα ή το περιεχόμενο της συνείδησης.

### **6. 5. Συνείδηση, ενοποίηση πληροφοριών και ο εγκέφαλος**

Έτσι, σύμφωνα με τον Tononi (2004), η συνείδηση αντιστοιχεί στην ικανότητά ενοποίησης πληροφοριών. Όμως, ποιοί νευροανατομικοί και νευροφυσιολογικοί παράγοντες επηρεάζουν την συνείδηση, και με ποιά τρόπο;

*i. Η συνείδηση παράγεται από ένα καταναμημένο θαλαμοφλοιϊκό δίκτυο που αμέσως εξειδικεύεται και ενοποιείται:* Έχει υποστηριχθεί στο παρελθόν πως το θαλαμοφλοιϊκό σύστημα είναι βασικό για την συνείδηση (Plum, 1991). Ωστόσο οι απόψεις δίστανται όσον αφορά την συνεισφορά συγκεκριμένων φλοιϊκών περιοχών, όπως ο πρωτογενής οπτικός (Crick & Koch, 1995; Zeman, 2001; Dehaene & Naccache, 2001). Από την άλλη μελέτες ασθενών σε κωματώδη ή φυτική κατάσταση δείχνουν πως μια ολική απώλεια της συνείδησης προκαλείται συνήθως από βλάβες που διαταράσσουν πολλαπλούς τομείς του θαλαμοφλοιϊκού συστήματος, ή την δυνατότητά τους να εργαστούν μαζί ως ένα σύστημα (Adams, 2000; Laurey's et al., 2002). Ευρήματα όπως τα παραπάνω υποδεικνύουν κατά τον Tononi (2004), πως το νευρωνικό υπόστρωμα της συνείδησης είναι ένα καταναμημένο θαλαμοφλοιϊκό δίκτυο, και πως δεν υπάρχει μεμονωμένη φλοιϊκή περιοχή, όπου όλες οι πληροφορίες συγκλίνουν. Όσον αφορά την σύγκλιση της πληροφορίας, κατά τον Tononi (2004) τα εξειδικευμένα μέρη του θαλαμοφλοιϊκού συστήματος συνδέονται από ένα εκτεταμένο δίκτυο ενδο και διαφλοιϊκών συνδέσεων που επιτρέπουν αιφνίδιες και αποτελεσματικές αλληλεπιδράσεις εντός αλλά και μεταξύ διάφορων περιοχών (Engel, Fries & Singer, 2001). Έτσι, τα θαλαμοφλοιϊκά νευρωνικά σύνολα είναι έτοιμα να ανταποκριθούν σε πολλαπλές χωρικές και χρονικές κλίμακες αλλά και σε αλλαγές κοντινών ή απομακρυσμένων θαλαμοφλοιϊκών περιοχών. Συνεπώς, σύμφωνα με τον Tononi (2004) το θαλαμοφλοιϊκό σύστημα είναι οργανωμένο με ένα τρόπο που φαίνεται να δίνει έμφαση στην λειτουργική εξειδίκευση αλλά και στη λειτουργική ενοποίηση ταυτόχρονα.

*ii. Τα υποφλοιϊκά κέντρα μπορούν να ελέγξουν την συνείδηση τροποποιώντας την ετοιμότητα του θαλαμοφλοιϊκού συστήματος χωρίς να συνεισφέρουν απευθείας σε αυτό:* Τέτοιο ρόλο φαίνεται πως παίζει ο δικτυωτός σχηματισμός, βλάβες στον οποίο είναι δυνατόν να παράγουν απώλεια συνείδησης ή κώμα, ενώ η διέγερσή του φαίνεται πως εγείρει ένα ζώο σε κώμα και ενεργοποιεί το θαλαμοφλοιϊκό σύστημα, κάνοντάς το έτοιμο να ανταποκριθεί σε ερεθίσματα (Moruzzi & Mogoun, 1949). Ομάδες νευρώνων εντός του δικτυωτού σχηματισμού προβάλλουν σε πολλές περιοχές του εγκεφάλου εκκρίνοντας νευροδιαβιβαστές όπως ακετυλχολίνη, ισταμίνη, ντοπαμίνη, σεροτονίνη και νοραδρεναλίνη και επηρεάζοντας τη διεγερσιμότητα και την πλαστικότητα του εγκεφάλου. Παρόλα αυτά, ο δικτυωτός σχηματισμός πιθανότατα δεν συνεισφέρει στα πλαίσια συγκεκριμένων διαστάσεων της συνείδησης, αλλά μάλλον λειτουργεί ως ένας εξωτερικός διακόπτης ή ως ένας μεταβατικός ενισχυτής της θαλαμοφλοιϊκής πυροδότησης.

*iii. Η νευρωνική δραστηριότητα στις εισερχόμενες αισθητηριακές οδούς του θαλαμοφλοιϊκού συστήματος μπορούν να καθορίσουν τι βιώνουμε, χωρίς να συνεισφέρουν απευθείας σε αυτό.*

Ό, τι βλέπουμε συνήθως εξαρτάται από τα πρότυπα ενεργοποίησης που λαμβάνουν χώρα στον αμφιβληστροειδή και μεταδίδονται στον εγκέφαλο. Τα κύτταρα του αμφιβληστροειδή μπορούν να διαχωρίσουν το φως από το σκοτάδι και να μεταδώσουν αυτήν την πληροφορία στον οπτικό φλοιό, αλλά τα πρότυπα πυροδότησής τους αναφέρει ο Tononi (2004) δεν ανταποκρίνονται καλά με αυτό που αντιλαμβανόμαστε. Π.χ. κατά τη διάρκεια των οφθαλμικών κινήσεων η δραστηριότητα στον αμφιβληστροειδή αλλάζει δραματικά, αλλά η οπτική μας αντίληψη δεν αλλάζει. Ακόμη, ο αμφιβληστροειδής έχει ένα τυφλό σημείο στην έξοδο του οπτικού νεύρου όπου δεν υπάρχουν φωτοϋποδοχείς και έχει χαμηλή χωρική ανάλυση και καθόλου ευαισθησία χρώματος στην περιφέρεια του οπτικού μας πεδίο, όμως εμείς δεν είμαστε ενήμεροι για τίποτε από αυτά.

*iv. Η Νευρωνική δραστηριότητα στις εξερχόμενες κινητικές οδούς του θαλαμοφλοιϊκού συστήματος ενώ παράγουν ποικίλα συμπεριφορικά επίοντα, δεν συνεισφέρουν απευθείας στην συνειδητή εμπειρία.*

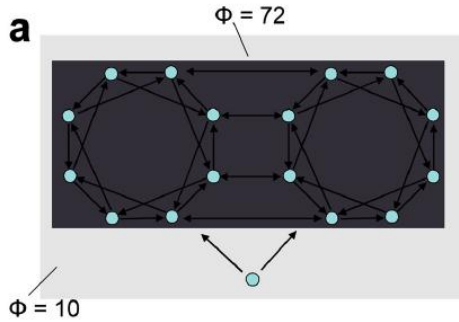
Εάν ρωτήσουμε κάποιον πολλές ερωτήσεις και πάρουμε τις αντίστοιχες κατάλληλες

απαντήσεις, θεωρούμε πως το άτομο αυτό είναι συνειδητό. Ένα τέτοιο κριτήριο δεν είναι παράλογο στα πλαίσια της θεωρίας της ενοποίησης της πληροφορίας καθώς ένα μεγάλο συμπεριφορικό ρεπερτόριο θεωρείται ενδεικτικό ενός μεγάλου ρεπερτορίου εσωτερικών καταστάσεων που είναι διαθέσιμες σε ένα σύστημα. Παρόλα αυτά φαίνεται πως η νευρωνική δραστηριότητα στις κινητικές οδούς, που είναι απαραίτητα για την εκδήλωση τέτοιων συμπεριφορών δεν συμβάλει στην συνείδηση κατά τον Tononi (2004).

Κάτι τέτοιο φαίνεται στους ασθενείς με Locked-In Syndrome οι οποίοι ενώ είναι εντελώς παράλυτοι και μπορούν μονάχα να κουνούν τα μάτια τους πάνω και κάτω, έχουν πλήρη συνείδηση, αλλά και σε άτομα με βλάβες στο κεντρικό κινητικό σύστημα στα οποία η συνείδηση δεν υφίσταται καμία διαταραχή.

*ν. Πολλές νευρωνικές διεργασίες εντός του θαλαμοφλοιϊκού συστήματος μπορούν επίσης να επηρεάζουν τη συνειδητή εμπειρία χωρίς να συμβάλλουν απευθείας σε αυτή:* Η πυροδότηση πολλών φλοιϊκών νευρώνων που εκτελούν τις υπολογιστικές διαδικασίες που επιτρέπουν την αναγνώριση αντικειμένων δεν ανταποκρίνονται σε τίποτα συνειδητό (Logothetis, Leopold & Sheinberg, 1996). Σύμφωνα με τη θεωρία της ενοποίησης πληροφοριών, η δραστηριότητα εντός συγκεκριμένων φλοιϊκών κυκλωμάτων δεν συμβάλλει στην συνείδηση γιατί τέτοια κυκλώματα περιλαμβάνουν πληροφοριακά αποκομμένα δίκτυα, που παραμένουν έξω από το κύριο θαλαμοφλοιϊκό σύμπλεγμα. Παρόλα αυτά, ο Tononi (2004) υπογραμμίζει πως προς το παρόν δεν είναι εύκολο να ειπωθεί με ακρίβεια ποιά φλοιϊκά κυκλώματα είναι μπορεί να είναι πληροφοριακά αποκομμένα, είτε αυτά βρίσκονται εκτός όπως π.χ. ο πρωτοταγής οπτικός φλοιός, είτε εντός όπως π.χ. το ραχιαίο οπτικό σύστημα, του θαλαμοφλοιϊκού κυκλώματος.

*νι. Η συνείδηση μπορεί να διαχωριστεί σε δύο συνειδήσεις εάν το θαλαμοφλοιϊκό σύστημα διαχωριστεί:* Κάτι τέτοιο υποστηρίζει ο Tononi (2004) πως συμβαίνει στις περιπτώσεις διατομής του μεσολοβίου, όπου τα δύο ημισφαίρια αποκόπτονται και πλέον το καθένα αποκτά τη δική του αντίληψη ή συνείδηση του εξωτερικού κόσμου (Sperry, 1984), όπως φαίνεται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6. Σύμφωνα με την θεωρία του Tononi (2004) ένα βασικό σύμπλεγμα με υψηλή τιμή  $\Phi$  περιλαμβάνει δύο σύνολα στοιχείων (ημισφαίρια) που έχουν παρόμοια εσωτερική αρχιτεκτονική και ενώνονται από μεσολοβιακές συνδέσεις. Όταν αυτές κοπούν, το αρχικό σύμπλεγμα διαχωρίζεται και αντικαθιστάται από δύο μικρότερα συμπλέγματα που αντιστοιχούν στα δύο ημισφαίρια, τα οποία πλέον μοιράζονται ελάχιστη πληροφορία (Tononi, 2004).

vii. Μέρη του θαλαμοφλοιϊκού συστήματος μπορεί να συμβάλλουν στη συνειδητή εμπειρία κάποια φορά αλλά όχι κάποια άλλη: Για παράδειγμα, είναι πιθανόν συγκεκριμένα φαινόμενα που αφορούν τη προσοχή να ανταποκρίνονται σε αλλαγές στο νευρωνικό υπόστρωμα της συνείδησης. Πχ. όταν κάποιος είναι απορροφημένος σε μια σκέψη ή εστιάζει αποκλειστικά σε μια συγκεκριμένη αισθητηριακή ενότητα, τότε το νευρωνικό υπόστρωμα της συνείδησης μπορεί να μην είναι το ίδιο όπως όταν διάχυτα ελέγχουμε το περιβάλλον. Βασισμένος στις προσομοιώσεις του εξομοιωτικού μοντέλου ενοποίησης πληροφοριών, ο Tononi (2004) προτείνει πως οι μηχανισμοί της προσοχής μπορεί να λειτουργούν και αλλάζοντας τους νευρωνικούς ρυθμούς πυροδότησης αλλά και μέσω τροποποιήσεων της νευρωνικής ετοιμότητας για πυροδότηση. Γι' αυτό και το σύνολο των στοιχείων που υπόκεινται της συνείδησης δεν είναι στατικό, αλλά μπορεί να θεωρηθεί πως σχηματίζει ένα δυναμικό σύνολο, ή αλλιώς έναν δυναμικό πυρήνα.

viii. Ανάλογα με συγκεκριμένες νευροφυσιολογικές παραμέτρους, το ίδιο θαλαμοφλοιϊκό δίκτυο μπορεί να παράγει πολύ ή λίγη συνειδητή εμπειρία: Έτσι για παράδειγμα, μπορούμε να έχουμε εναλλαγές ανάμεσα σε επίπεδα συνείδησης, όπως είναι η εγρήγορση, ο ύπνος αλλά και η στιγμή που ξυπνάμε, καταστάσεις που μας υποδεικνύουν πως η συνείδηση μπορεί να έρχεται να φεύγει να μεγαλώνει και να μικραίνει.

*ix. Στη συνειδητή εμπειρία υπάρχουν χρονικές προϋποθέσεις: Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, μελέτες για την αντίληψη υποδεικνύουν πως χρειάζονται 100-200 msec για να αναπτύξουμε μια πλήρη αισθητηριακή εμπειρία, ενώ η ανάδυση μιας συνειδητής σκέψης μπορεί να χρειαστεί ακόμη περισσότερο χρόνο.*

Το μοντέλο του Tononi (2004), προβλέπει πως οι χρονικές προϋποθέσεις για την δημιουργία της συνειδητής εμπειρίας στον εγκέφαλο προκύπτουν απευθείας από τις χρονικές προϋποθέσεις της δόμησης των αποτελεσματικών διαδράσεων ανάμεσα στα συστατικά του βασικού θαλαμοφλοιϊκού συμπλέγματος. Η συγκεκριμένη πρόβλεψη επιβεβαιώνεται από μεγάλης κλίμακας υπολογιστικές προσομοιώσεις του θαλαμοφλοιϊκού συστήματος (Lumer, Edelman & Tononi, 1997)

## **6.6. Συζήτηση**

Η θεωρία της ενοποίησης των πληροφοριών ενέχει ορισμένες ενδιαφέρουσες οντολογικές “επιπτώσεις”. Αρχικά, υποστηρίζει πως η υποκειμενική εμπειρία είναι το ίδιο με την ικανότητα του συστήματος να ενοποιήσει πληροφορίες. Εδώ η εμπειρία, δηλαδή η ενοποίηση της πληροφορίας είναι μια θεμελιώδης ποσότητα. Ως εκ τούτου οποιοδήποτε φυσικό σύστημα έχει υποκειμενική εμπειρία στον βαθμό που είναι ικανό να ενοποιήσει πληροφορία ανεξάρτητα από το τι είναι φτιαγμένο. Ακόμη, κάτι τέτοιο συνεπάγεται πως η συνείδηση είναι μια διαβαθμισμένη ιδιότητα, που σε διαφορετικό βαθμό θα πρέπει να υπάρχει στα περισσότερα φυσικά ή και τεχνητά συστήματα.

## **7. Η Θεωρία του Θαλαμικού Δυναμικού Πυρήνα για την συνειδητή εμπειρία: Lawrence M. Ward**

Κατά την διάρκεια των τελευταίων ετών πολλοί ερευνητές έχουν υποστηρίξει την ιδιαίτερη σημασία του θαλάμου για τις λειτουργίες της συνείδησης καθώς αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στον θάλαμο και τον φλοιό διαμεσολαβούν αλλαγές στην κατάσταση της συνείδησης, τον κύκλο ύπνου-εγρήγορσης ή την προσοχή (Steriade, Jones & McCormick 1997; Jones, 1985 ;Steriade & Timofeev, 2003), ενώ ως δομή διατηρεί πολύπλοκες συνδέσεις όχι μόνο με αισθητηριακές περιοχές αλλά και με ανώτερες φλοιϊκές (Zikopoulos & Barbas, 2007).

Φιλόδοξος στόχος του Lawrence Ward, ενός από τους μελετητές που υποστηρίζει τον ρόλο του θαλάμου στη συνείδηση, είναι η αποκάλυψη των νευρωνικών αντιστοιχών της ίδιας της συνειδητής κατάστασης, με την έννοια που ο Searle θέτει: “Αυτό που

θέλουμε να μάθουμε είναι πως είναι δυνατόν ένα υποκείμενο να είναι συνειδητό (Searle, 2000, σ. 572). Πρόσφατα, ο Lawrence Ward (2011), πρότεινε μια αναθεωρημένη έκδοση της θεωρίας του για τη σχέση θαλάμου και συνείδησης, υποστηρίζοντας πως η πρωτογενής συνειδητή ενημερότητα προκύπτει από τη συγχρονισμένη δραστηριότητα στους δενδρίτες των νευρώνων των ραχιαίων θαλαμικών πυρήνων, που διαμεσολαβούνται κυρίως από ανασταλτικές διαδράσεις με θαλαμικούς δικτυωτούς νευρώνες.

### **7.1. Οι τέσσερις βασικές αρχές που στηρίζουν τη Θεωρία του Ward**

*i. Πρώτη αρχή: Η συνείδηση περιορίζεται στα αποτελέσματα των φλοιϊκών υπολογισμών:* Βασική υπόθεση της παρούσας θεωρίας είναι πως ο φλοιός υπολογίζει τα περιεχόμενα της συνείδησης ενώ ο θάλαμος παρουσιάζει και έτσι «βιώνει» (experiences) τα αποτελέσματα αυτών των υπολογισμών (Ward, 2011). Έτσι η συνείδηση είναι το αποτέλεσμα των φλοιϊκών υπολογισμών και όχι οι ίδιοι οι υπολογισμοί

Ο Ward τονίζει (2011) « είμαστε «τυφλοί» , στις περισσότερες πληροφορίες που δεν εμπίπτουν στην προσοχή μας (Mack & Rock, 1998) και κατά τον ίδιο (Ward, 2011) πιθανότατα το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα του διαχωρισμού αυτών των λειτουργικών τομέων –δηλαδή, των φλοιϊκών υπολογισμών και της θαλαμικής «παρουσίασης» αυτών ως συνείδηση- προέρχεται από διάφορα είδη αντιληπτικών αποτυχιών όπως είναι η σακκαδική τυφλότητα (Matin, 1974), η τυφλότητα μη-προσοχής (inattention blindness) ( Mack & Rock, 1998), και η τυφλότητα αλλαγής (change blindness) (Simons & Rensink, 2005)

*ii. Δεύτερη αρχή: Ο θάλαμος είναι ο πιο κοινός τόπος εγκεφαλικών βλαβών στη περίπτωση των φυτικών καταστάσεων:* Όταν ένα γενικό αναισθητικό ή μια μεγάλη βλάβη εμποδίζει την δραστηριότητα στον θάλαμο, εμποδίζει την πολύπλοκη συνδεσιμότητα και εντός του θαλάμου αλλά και ανάμεσα στο φλοιό και το θάλαμο, από τον οποίο φαίνεται πως εξαρτάται η συνείδηση (Laberge & Kasevich, 2007; Llinás et al., 1998). Ο Βαθύς ύπνος συνιστά μια παρόμοια κατάσταση με την γενική αναισθησία, κατά την οποία η θαλαμική δραστηριότητα διαφέρει κατά πολύ από την κατάσταση εγρήγορης (Steriade et al., 1993).

*iii. Τρίτη αρχή: Η ανατομία και η φυσιολογία του θαλάμου υπονοεί ένα κεντρικό ρόλο για τη συνείδηση:* Ένας από τους πιο σημαντικούς λόγους για τον οποίο ο θάλαμος πρωταγωνιστεί στις θεωρίες συνείδησης, αναφέρει ο Ward (2011) είναι πως αναπαριστά έναν «μικρογραφικό χάρτη» του φλοιού. Ο θάλαμος χωρίζεται σε 50 πυρήνες και υποπυρήνες που δεν επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους, αλλά κάθε πυρήνας έχει αμφίδρομες συνδέσεις με συγκεκριμένες εγκεφαλικές περιοχές που περιλαμβάνουν κινητικές, αισθητηριακές, συνειρμικές και μεταιχμιακές δομές καθώς και με τον θαλαμικό δικτυωτό πυρήνα. Έτσι είναι πιθανό να μπορεί να αναπαριστά και να ενοποιεί τις εξόδους από όλες αυτές τις λειτουργικές δομές του εγκεφάλου (Edelman, 2004).

*iv. Τέταρτη αρχή: Ο νευρωνικός συγχρονισμός είναι ένα νευρωνικό αντίστοιχο της συνείδησης:* Ο Ward (2011) υποστηρίζει πως το βασικό νευρωνικό αντίστοιχο της συνείδησης είναι ένας δυναμικός πυρήνας συγχρονισμένης νευρωνικής δραστηριότητας μεταξύ των νευρώνων ενός υποσυνόλου υψηλής τάξης θαλαμικών πυρήνων, και ειδικότερα αυτών που συνδέονται με μετωπιαίες περιοχές, και τροποποιούνται ή διαμεσολαβούνται από τον δικτυωτό πυρήνα του θαλάμου, τον πυρήνα του προσκεφάλου στον έσω θάλαμο, διάφορα υποφλοιϊκά εισιόντα και διάχυτες φλοιοθαλαμικές προβολές.

Την ιδέα ενός δυναμικού πυρήνα συγχρονισμένης νευρωνικής δραστηριότητας ως ένα σημαντικό νευρωνικό αντίστοιχο της φαινομενικής συνείδησης υποστηρίζουν δεδομένα από πολλές μελέτες διοφθάλμιου ανταγωνισμού (binocular rivalry) με MEG (Cosmelli et al., 2004; Srinivasan et al., 1999; Tononi, Sriviniivasan, Russell, & Edelman, 1998). Πρόσφατες μελέτες του ίδιου του Ward, υπέδειξαν πως ενδογενώς παραγόμενος συγχρονισμός γόμμα συχνοτήτων σχετίζεται με πρωτογενή αντιληπτική συνείδηση. Μετά από τα ευρήματα των Doesburg, Kitajo, και Ward (2005) πως μια ριπή συγχρονισμού γάμμα συχνοτήτων σε μεγάλο μέρος του εγκεφάλου προηγείται των αλλαγών των αντιλημμάτων στον διοφθάλμιο ανταγωνισμό ακόμα και σταθερών οπτικών ερεθισμάτων, οι Doesburg, Green, McDonald and Ward (2009) βρήκαν πως ένας τέτοιος συγχρονισμός συμβαίνει μεταξύ συγκεκριμένων περιοχών όντος ενός εγκεφαλικού δικτύου που σχετίζεται με τη συνείδηση. Ο Ward (2003) υποστηρίζει πως ο νευρωνικός συγχρονισμός παίζει πολλαπλούς ρόλους στην υλοποίηση των γνωσιακών διεργασιών στον εγκέφαλο εκτός από την διαμόρφωση του δυναμικού πυρήνα και αυτό το επιτυγχάνει μέσω

πολλαπλών μηχανισμών, όπως το αισθητηριακό δέσιμο και η ενοποίηση (Singer, 1999), η μνημονική κωδικοποίηση, παγίωση και ανάκληση (Buzsaki & Draguhn, 2004) και ο χρονικός συντονισμός (Bressler & Kelso, 2001).

## 7.2. Συζήτηση

Η παρούσα πρόταση διατηρεί την ιδέα του κατανεμημένου υπολογισμού εντός του εγκεφάλου που έχει υιοθετηθεί από πολλούς μοντέρνους θεωρητικούς και κυρίως τους Tononi and Edelman (1998a, 1998b; Edelman, 2004; Edelman & Tononi, 2000) καθώς και την κεντρική σημασία της συγχρονισμένης δραστηριότητας εντός των φλοιοθαλαμικών κυκλωμάτων (Llinás et al., 1998).

Παρόλα αυτά, δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη θαλαμική νευρωνική δραστηριότητα που συνιστά κατά τον Ward (2011) έναν «ενεργό μαυροπίνακα που παρουσιάζει τα αποτελέσματα των φλοιϊκών υπολογισμών και έτσι γίνεται το σημείο της εγκεφαλικής δραστηριότητας που συνδέεται πιο στενά από όλες με την εμπειρία»

Ωστόσο ο Ward τονίζει πως υπάρχουν ακόμη αναπάντητα ερωτήματα και προβλήματα. Για παράδειγμα, μια ενδεχόμενη διατομή του μεσολοβίου παράγει όντως δύο “συνειδήσεις,” όπως θα προέβλεπε μια θαλαμοφλοιϊκή προσέγγιση σαν αυτήν του Tononi (2008), ή μήπως υπάρχει μόνο μια συνείδηση που εδρεύει στην ενοποιημένη θαλαμική δραστηριότητα ή ίσως ακόμη σε έναν από τους δύο θαλάμους, στον συνδεδεμένο με το γλωσσικό αριστερό ημισφαίριο; Όπως φαίνεται από τις περιπτώσεις διατομής του μεσολοβίου, αν και κάθε ημισφαίριο μπορεί να λειτουργεί ανεξάρτητα οι ικανότητες του μη-γλωσσικού ημισφαιρίου είναι αρκετά περιορισμένες, ενώ οι ασθενείς δεν αναφέρουν πως βιώνουν κάποια διπλή συνείδηση (Gazzaniga, 2000).

Επιπλέον πρόβλημα συνιστά η δυσκολία πειραματικού ελέγχου της αναγκαιότητας και επάρκειας του νευρωνικού συγχρονισμού για την συνειδητή ενημερότητα, αλλά και του ειδικού ρόλου του θαλάμου σε σχέση με το θαλαμοφλοιϊκό δίκτυο, καθώς βλάβη που επηρεάζει το θάλαμο, επηρεάζει και τη λειτουργία του δικτύου και το αντίθετο (Frith, Perry, & Lumer, 1999).

## 8. Συνολική Κριτική: Η συνεισφορά και τα προβλήματα των σύγχρονων θεωριών για την συνείδηση.

Στην παρούσα μελέτη παρουσιάστηκαν έξι διαφορετικές προσεγγίσεις για την συνείδηση. Αν και κάθε μια από τις παραπάνω προσεγγίσεις εστιάζει σε διαφορετικά



σημεία, είτε αυτά είναι νευρωνικά είτε συνειδησιακά και ενώ μια πρώτη ανάγνωση θα εντοπίσει εύκολα σημεία σημαντικής απόκλισης, υπάρχουν πολλά κοινά σημεία στα οποία συγκλίνουν. Ακόμη, οι διαφορές τους θα μπορούσαν να βοηθήσουν σημαντικά σε μια πιο ολοκληρωμένη άποψη του θέματος της συνείδησης και της σχέσης της με τον εγκέφαλο.

### **8.1. Συνεισφορά: Με ποιό τρόπο μπορούν οι παραπάνω θεωρητικές προσεγγίσεις να συμβάλλουν στην κατανόηση του φαινομένου της συνείδησης;**

Κατά τα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάστηκαν έξι θεωρητικές προσεγγίσεις για τη συνείδηση, συγκεκριμένα: i. Η θεωρία του Καθολικού Χώρου Εργασίας του Bernard Baars, ii. Η θεωρία του Νευρωνικού Καθολικού Χώρου Εργασίας του Stanislas Dehaene, iii. Η θεωρία των Μικροσυνειδήσεων του Semir Zeki, iv. Η θεωρητική προσέγγιση της Εστιακής Ανατροφοδότησης από τον Victor Lamme, v. Η Θεωρία της Ενοποίησης των Πληροφοριών, του Giulio Tononi και vi. Η Θεωρία του Θαλαμικού Δυναμικού Πυρήνα για την συνειδητή εμπειρία του Lawrence M. Ward.

Η θεωρία του Baars περιλαμβάνει δύο πολύ ενδιαφέροντα στοιχεία. Το πρώτο αφορά την μεταφορά του θεάτρου και το δεύτερο την λειτουργία της συνείδησης ως «καθολική πρόσβαση» των εισερχόμενων πληροφοριών, ιδεών σκέψεων στην ενεργό μνήμη και μέσω του προβολέα της προσοχής στα μη-συνειδητά συστήματα όπως η μνήμη και η γλώσσα. Η συνείδηση λοιπόν σε αυτό το πλαίσιο ουσιαστικά είναι η αναμετάδοση της πληροφορίας από τον προβολέα της προσοχής στις μη-συνειδητές λειτουργίες του νοητικού μας συστήματος όπως πχ η μνήμη και η γλώσσα (βλ. Παράγραφο 2.2.). Όντως ένα τέτοιο θεωρητικό πλαίσιο πιθανόν να διευκολύνει την κατανόηση του φαινομένου, ωστόσο ο παραλληλισμός αυτός όπως αναλύσαμε παραπάνω περισσότερο εντείνει παρά λύνει το πρόβλημα του «επεξηγηματικού κενού» (βλ. Παράγραφος 2.3.4.) ενώ η σχέση της συνείδησης με την προσοχή (βλ. Παράγραφο 2.3.1.) δεν είναι αρκετά σαφής και οι ρόλοι τους εύκολα συγχέονται.

Ωστόσο, η σχέση συνείδησης και προσοχής δίνεται με πολύ μεγαλύτερη σαφήνεια στην θεωρία του νευρωνικού καθολικού χώρου εργασίας από τον Stanislas Dehaene (2001) έναν από τους πρώτους ερευνητές που χρησιμοποίησε το πλαίσιο του Καθολικού Χώρου Εργασίας, ο οποίος επιλέγει από τις διάφορες έννοιες της συνείδησης αυτό που ονομάζουμε «πρόσβαση στη συνείδηση» ή αλλιώς «συνείδηση πρόσβασης» με την έννοια που χρησιμοποιείται από τον Ned Block (1998), κατά την οποία το άτομο έχει την δυνατότητα λεκτικής ή μη-λεκτικής αναφοράς. Η βασική

λοιπόν, συμβολή της συγκεκριμένης προσέγγισης συνίσταται αφενός στην ιδέα πως η πρώιμη αισθητηριακή ενεργοποίηση είναι αναγκαία αλλά όχι επαρκής για τη συνειδητή πρόσβαση, με την τελευταία να σχετίζεται με περιοχές του μετωποβρεγματικού φλοιού (βλ. Παράγραφο 3.1.) και αφετέρου στον ρόλο της προσοχής που σε συνδυασμό με την ένταση του ερεθίσματος, διαμορφώνει την υπο-οριακή, προσυνειδητή και συνειδητή επεξεργασία (βλ. Παράγραφο 3.2.). Με τον τρόπο αυτό, η θεωρία του Dehaene (2006) είναι σε θέση να εξηγήσει μελέτες που περιλαμβάνουν masking ή υπο-οριακή επεξεργασία ερεθίσματος.

Ο Victor Lamme υποστηρίζει επίσης τον ρόλο των μετωποβρεγματικών περιοχών στην συνείδηση ωστόσο, η ξεχωριστή συνεισφορά της συγκεκριμένης θεωρίας έγκειται στην σημασία που προσδίδει στην “ανατροφοδοτική επεξεργασία” (recurrent processing), ιδέα που υποστηρίζει επικαλούμενος μελέτες masking που υποδεικνύουν πως η ενεργοποίηση φλοιϊκών νευρώνων, ακόμη και μετωποβρεγματικών είναι ανεπαρκής για τη συνειδητή εμπειρία χωρίς την «ανατροφοδοτική επεξεργασία» (βλ. Παράγραφο 4.2.).

Από την άλλη, η θεωρία των μικροσυνειδήσεων του Semir Zeki, αν και αντίθετη με την υποκειμενική μας διαίσθηση ή οποία έχει χαρακτηριστικά ενιαίο χαρακτήρα παρουσιάζει με πολύ ενδιαφέρον τρόπο το θέμα της χωρικής και χρονικής κατανομής των χαρακτηριστικών που απαρτίζουν την συνείδηση, τονίζοντας πως τα διάφορα παράλληλα, αυτόνομα και λειτουργικά εξειδικευμένα συστήματα είναι επίσης και αντιληπτικά. Ακόμη, η ιδέα πως δεν υπάρχει τελικός σταθμός στον φλοιό εφόσον η δραστηριότητα σε κάθε κόμβο αναπαριστά κατά μια έννοια ένα τελικό σταθμό της δικής της εξειδικευμένης διεργασίας, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς είναι συνεπής με την οργάνωση του νευρικού μας συστήματος, στο οποίο φαίνεται πως δεν υπάρχει κάποιο σημείο όπου όλα συγκινούν.

Η ανατροφοδοτική επεξεργασία της θεωρίας του Lamme, φαίνεται πως παίζει σημαντικό ρόλο και στην θεωρία ενοποίησης πληροφορίας του Tononi, κυρίως στα πλαίσια του σχηματισμού του δυναμικού πυρήνα. Η έννοια της ενοποίησης των πληροφοριών της οποίας το νευρωνικό υπόστρωμα συνίσταται στο ευρύτερο θαλαμοφλοιϊκό κύκλωμα, είναι αρκετά σημαντική και υποστηρίζεται σε μεγάλο βαθμό από μελέτες ασθενών σε φυτική κατάσταση ή με άλλες διαταραχές συνείδησης, καθώς και από μελέτες ύπνου (βλ. Παράγραφο 6.4). Ως έννοια, η ενοποίηση των πληροφοριών βρίσκεται πολύ κοντά στην μακροσυνείδηση και τη συνείδηση του εαυτού της θεωρίας του Zeki. Επιπλέον, η θεωρία αυτή παρέχει την

δυνατότητα ελέγχου της μέσω υπολογιστικών προσομοιώσεων, με την χρήση της τιμής  $\Phi$  ενός συμπλέγματος, δηλαδή της ποσότητας της «αποτελεσματικής πληροφορίας» που μπορεί να ανταλλαχθεί κατά την ελάχιστη διμερή πληροφορία ενός συμπλέγματος (βλ. Παράγραφο 6.2, 6.4). Ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό της θεωρίας αυτής είναι η ιδιαίτερα λεπτομερής περιγραφή του νευρωνικού υποστρώματος του δυναμικού πυρήνα, και του ρόλου διαφόρων δομών, συνδέσεων και νευρωνικών λειτουργιών, ενώ ιδιαίτερης σημασίας είναι το χαρακτηριστικό της “δυναμικότητας” ή “προδιάθεσης” της συνείδησης που μετράται από την τιμή  $\Phi$  (βλ. Παράγραφο 6.1.). Τέλος, η θεωρία του Ward δίνει επίσης μεγάλη σημασία στα θαλαμοφλοιϊκά κυκλώματα, υποστηρίζοντας όμως ιδιαίτερα το ρόλο του θαλάμου, τόσο λόγω των διάχυτων διασυνδέσεων του με τον φλοιό όσο και λόγω μελετών ασθενών με διαταραχές συνείδησης και μελετών ύπνου (βλ. Παράγραφο 7.1.). Ακόμη, κομβικής σημασίας είναι η ιδέα του νευρωνικού συγχρονισμού και κυρίως του νευρωνικού συγχρονισμού στον θάλαμο, ως αντίστοιχο της συνείδησης, ιδέα που έχει παρουσιαστεί και παλιότερα από άλλους μελετητές (Crick & Koch, 1990; Engel, Fries & Singer, 2001).

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε πως οι περισσότερες από τις θεωρίες που παρουσιάστηκαν παραπάνω φαίνεται να συμφωνούν:

A. Στην σημασία των θαλαμοφλοιϊκών δικτύων για την συνείδηση, κυρίως λόγω των εκτεταμένων διασυνδέσεων τους με τις πολλές και μακρινές μεταξύ τους περιοχές του εγκεφάλου αλλά και λόγω των ευρημάτων μελετών που σχετίζουν τη διαταραχή τους με διαταραχές της συνείδησης (Cho, Baars, & Newman, 1997; Tononi, 2004; Dehaene et al., 2006; Ward, 2011).

B. Στον ρόλο των πρωτογενών αισθητηριακών περιοχών στην αντίληψη, η ενεργοποίηση των οποίων υποστηρίζεται από τους περισσότερους μελετητές πως σχετίζεται με την αντίληψη βασικών αντιληπτικών χαρακτηριστικών (Zeki, 2003; Dehaene et al., 2006; Lamme, 2004; Tononi, 2004) αλλά και με την φαινομενική συνείδηση (Lamme, 2004), ή την προσυνειδητή επεξεργασία (Dehaene et al., 2006), όροι που αναφέρονται στην συνείδηση η οποία δεν μπορεί να δηλωθεί μέσω αναφοράς.

Γ. Στον ρόλο των ανώτερων ιεραρχικά περιοχών (μετωποβρεγματικά φλοιϊκά κυκλώματα) των οποίων η συμμετοχή θεωρείται προϋπόθεση για την πρόσβαση στην συνειδητή αναφορά όπως υποστηρίζουν οι θεωρίες των Zeki (2003), Lamme (2004),

Tononi (2004), Dehaene et al. (2006) Ward (2011), αλλά και εφαρμογές της θεωρίας του Baars (Cho, Baars & Newman, 1997).

## **8.2. Το θέμα του ορισμού**

Κάθε μια απο τις παραπάνω προσεγγίσεις ξεκινά δίνοντας έναν ορισμό του είδους της συνείδησης στο οποίο εστιάζει. Το θέμα του ορισμού είναι πολύ σημαντικό καθώς είναι δυνατόν πολλές φορές να εξηγήσει την απόκλιση ανάμεσα σε δύο θεωρίες αλλά και να αναδείξει πιθανά σημεία σύγκλισης.

Έτσι ο Dehaene (2006), ορίζει το είδος της συνείδησης που χρησιμοποιεί ως την “πρόσβαση στην συνειδητή αναφορά” -δηλαδή, συνείδηση την οποία το υποκείμενο είναι σε θέση να αναφέρει λεκτικά ή μη λεκτικά- η οποία όπως αναφέρεται προηγουμένως έχει συσχετιστεί με δραστηριότητα σε περιοχές του ταινιωτού, εξωταινωτού και βρεγματομετωπιαίου φλοιού. Την έννοια αυτή διαφοροποιεί από την εγρήγορση, δηλαδή μια διαβαθμισμένη μεταβλητή της οποίας ένα ελάχιστο επίπεδο είναι απαραίτητο για την τοποθέτηση των θαλαμοφλοιϊκών κυκλωμάτων σε προσληπτική κατάσταση. Ομοίως ο Lamme (2004), όταν υποστηρίζει την ανατροφοδοτική δραστηριότητα μεταξύ υψηλότερων και χαμηλότερων ιεραρχικά περιοχών ως το νευρωνικό αντίστοιχο της συνείδησης, αναφέρεται στην συνείδηση περιεχομένου, την περίπτωση όπου υπάρχει δυνατότητα αναφοράς της εμπειρίας. Αντιθέτως, ο Ward (2011) μιλά για μια πρωτογενή συνειδητή ενημερότητα, χρησιμοποιώντας έτσι έναν ορισμό πιο κοντά στην μη μεταβατική έννοια της συνείδησης, ή αλλιώς στην εγρήγορση. Καθόλου τυχαία, για τον Ward η πρωτογενής αυτή συνειδητή ενημερότητα προκύπτει απο τη συγχρονισμένη δραστηριότητα στους δενδρίτες των νευρώνων των ραχιαίων θαλαμικών πυρήνων, ιδέα την οποία υποστηρίζει με μελέτες ύπνου, αναισθησίας και φυτικής κατάστασης.

Ομοίως, όταν ο Zeki μιλά για την συνειδητή αντίληψη ενός συγκεκριμένου οπτικού χαρακτηριστικού (πχ. Χρώμα) που βρίσκεται στην εξωταινωτή περιοχή η οποία εξειδικεύεται στο χαρακτηριστικό αυτό (Zeki, 2003) αναφέρεται σε μικροσυνειδήσεις, η σύνθεση των οποίων δομεί μακροσυνειδήσεις-δηλαδή, πιο ολοκληρωμένη αντίληψη ερεθισμάτων, με μια “συνθετική, υπερβατική” ενοποιημένη συνείδηση (αυτή του εαυτού μου ως ένα πρόσωπο που αντιλαμβάνεται) να βρίσκεται στη κορυφή της (Zeki, 2003). Ο ορισμός της μακροσυνείδης στη θεωρία του Zeki (2003) ταυτίζεται με την μεταβατική έννοια της συνείδησης, δηλαδή, την “πρόσβαση στην συνειδητή αναφορά” που χρησιμοποιεί ο Dehaene (2006), ενώ οι

μικροσυνειδήσεις ως συστατικά των μακροσυνειδήσεων μοιάζουν με αυτό που ο Dehaene (2006) ορίζει ως προσυνειδητή επεξεργασία (βλ. Παράγραφο 3.2.). Στην πραγματικότητα, και ο ορισμός της μικροσυνείδησης, αλλά και της μακροσυνείδησης έχουν τα χαρακτηριστικά της συνείδησης περιεχομένου (βλ. Παράγραφο 1.2.). Έτσι, για τον Dehaene (2006), η ενεργοποίηση των εξωταινωτών περιοχών (που σχετίζεται με την προσυνειδητή επεξεργασία στην θεωρία του) είναι απαραίτητη αλλά όχι επαρκής για την πρόσβαση στην συνείδηση, όπως αντιθέτως φαίνεται πως είναι οι μετωποβρεγματικές περιοχές (που σχετίζει με την συνειδητή επεξεργασία).

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό πως οι μελετητές της συνείδησης παρουσιάζουν εκ πρώτης όψεως σημαντικές αποκλίσεις ως προς τους μηχανισμούς και τα εγκεφαλικά κυκλώματα που προτείνουν και ένας από τους πιο βασικούς λόγους για αυτό είναι ο λειτουργικός ορισμός που χρησιμοποιούν για την έννοια της συνείδησης.

### **8.3. Τα Νευρωνικά Αντίστοιχα: Μεθοδολογικά και φιλοσοφικά προβλήματα**

#### **8.3.1. Η αποκωδικοποίηση των φαινομενολογικών περιεχομένων της συνείδησης.**

Οι εξελίξεις στην τεχνολογία της δομικής και κυρίως της λειτουργικής νευροαπεικόνισης έχουν αυξήσει σε μεγάλο βαθμό την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα των απεικονιστικών δυνατοτήτων (Kamitani & Tong, 2005). Η εξέλιξη αυτή εύλογα μπορεί να προκαλεί ενθουσιασμό και προσδοκίες για τη δυνατότητα μας να μπορούμε μελλοντικά να αποκωδικοποιήσουμε ή ακόμη και να “διαβάσουμε” τα εγκεφαλικά πρότυπα ή μοτίβα ενεργοποίησης. Όμως, σε ποιο βαθμό τα φαινομενολογικά περιεχόμενα της συνείδησης μπορούν να αποκωδικοποιηθούν από τα πρότυπα ενεργοποίησης εντός λειτουργικά εξειδικευμένων εγκεφαλικών περιοχών;

Μέχρι σήμερα έχουν γίνει πολλές απόπειρες διαχωρισμού και αποκωδικοποίησης ακόμη και σύνθετων ερεθισμάτων με μικρές διαφορές μεταξύ τους που μπορεί να αφορούν κατηγορίες αντικειμένων (Macevoy et al., 2009), φυσικές εικόνες (Walther et al., 2009) αλλά και πιο αφηρημένες καταστάσεις και συνθήκες όπως νοητικές καταστάσεις (πχ. μνήμες, σκέψεις) (Johnson et al., 2009) και κεκαλυμμένες νοητικές καταστάσεις (πχ. εξαπάτηση ή πρόθεση) (Haynes et al., 2007). Πράγματι, φαίνεται πως μεταξύ συγκεκριμένων ερεθισμάτων/καταστάσεων, ακόμα και αν οι διαφορές τους είναι πολύ μικρές, μπορεί με σύγχρονες τεχνικές νευροαπεικόνισης, όπως η

MVPA (Multivariate Pattern Analysis) να γίνει αποκωδικοποίηση και αντιστοίχιση νευρωνικών ενεργοποιήσεων. Έτσι, για παράδειγμα ο Haynes (2007) χρησιμοποιώντας MVPA, σε ένα πείραμα που οι συμμετέχοντες έπρεπε απλά να αποφασίσουν αν θέλουν να κάνουν πρόσθεση ή αφαίρεση και να κρατήσουν αυτήν την πρόθεση, μπορούσε να αποκωδικοποιήσει το εάν κάποιος από τους εθελοντές σχεδίαζαν να κάνουν πρόσθεση ή αφαίρεση, από το πρότυπο των σημάτων στον προμετωπιαίο φλοιό, ενώ οι Johnson et al., 2009 μπορούσαν να προβλέψουν ποιά συγκεκριμένη μνήμη ανακαλείτο σε μια συγκεκριμένη στιγμή από το πρότυπο δραστηριότητας στον ιππόκαμπο.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν συγκεκριμένα προβλήματα που τουλάχιστον προς το παρόν δεν επιτρέπουν να δηλώσουμε πως έχουμε φτάσει σε ένα τεχνολογικό σημείο στο οποίο μπορούμε να αποκωδικοποιήσουμε τα νευρωνικά πρότυπα ενεργοποίησης. Δύο από τους πιο σημαντικούς λόγους είναι οι εξής:

A. Το γεγονός πως οι μελέτες αποκωδικοποίησης προβαίνουν σε κατηγοριοποιήσεις των εγκεφαλικών προτύπων δραστηριοποίησης τα οποία όμως συσχετίζονται με περιορισμένο εύρος ερεθισμάτων ή συνθηκών. Αντιθέτως, στην πραγματική ζωή ένα άτομο μπορεί δυνητικά να έχει μεγάλο αριθμό σκέψεων ταυτόχρονα ενώ πολύ συχνά έχουμε δύο ή περισσότερες ταυτόχρονες σκέψεις, και αυτό συνιστά σημαντικό πρόβλημα για την έρευνα που χρησιμοποιεί λειτουργική νευροαπεικόνιση ή νευρωνικές καταγραφές.

B. Το γεγονός πως η αυτούσια επανάληψη της εμπειρίας ενός ερεθίσματος, έστω και αν αυτό είναι κάτι πολύ απλό όπως η εικόνα ενός λουλουδιού, όπως έχει αναφέρει και ο Παπανικολάου (2008), μάλλον δεν είναι εφικτή, καθώς ποτέ δεν μπορούμε να βιώσουμε το ίδιο ερέθισμα με τον ίδιο τρόπο δύο φορές. Συγκεκριμένα, ο Παπανικολάου αναφερόμενος στην λειτουργική απεικόνιση νευρωνικών αντιστοιχών υποστηρίζει πως «...κάθε φορά που ενεργοποιείται ο μηχανισμός μιας λειτουργίας, ο σχηματισμός που προκύπτει είναι και λίγο διαφορετικός, δεδομένου ότι ποτέ κάποια εμπειρία δεν επαναλαμβάνεται αυτούσια. Αν λοιπόν υπάρχει αντιστοιχία εμπειριών και σχηματισμών, μέρος μόνον του σχηματισμού επαναλαμβάνεται, συγκεκριμένα αυτό που αντιστοιχεί στα επαναλαμβανόμενα γνωρίσματα της όποιας εμπειρίας, σε αυτά που μας επιτρέπουν να αναγάγουμε την κάθε εμπειρία σε κάποιο είδος. Παράδειγμα: Βλέπω αυτό το αντικείμενο. Το ξαναβλέπω. Οι δύο εμπειρίες είναι παράγωγα της ίδιας λειτουργίας, αλλά η δεύτερη οπτική εμπειρία δεν είναι απολύτως ίδια με την πρώτη – αν όχι για άλλο λόγο, τουλάχιστον γιατί η δεύτερη είναι

εμπλουτισμένη από την ανάμνηση της προηγούμενης της, επειδή η δεύτερη αναδύεται στο ευρύτερο πλαίσιο που περιλαμβάνει την προηγούμενη εμπειρία».

### **8.3.2. Το πρόβλημα ορισμού των νευρωνικών αντιστοιχών της συνείδησης: τι συνδιακειμίνεται τελικά με την εμπειρία;**

Πολλοί υποστηρίζουν πως όχι μόνο η συνείδηση ως όρος είναι προβληματικός όσον αφορά την έρευνα για τα νευρωνικά της αντίστοιχα, αλλά ακόμη και ο ίδιος ο όρος “αντίστοιχα” αντιμετωπίζει προβλήματα (Graaf, Hsieh & Sack, 2011)

Ο λόγος για αυτό είναι πως όταν συγκεκριμένα εγκεφαλικά γεγονότα φαίνεται πως συνδιακουμούνται με την συνειδητή εμπειρία, τότε αυτά τα γεγονότα μπορεί να είναι είτε α. Το νευρωνικό υπόστρωμα της εμπειρίας, είτε β. Νευρωνικές προϋποθέσεις για την συγκεκριμένη εμπειρία, είτε γ. Νευρωνικές συνέπειες της εμπειρίας.

Για την εμπειρική επίλυση τέτοιων προβλημάτων έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι όπως για παράδειγμα

α. Οι μέθοδοι παρεμβολής στον εγκέφαλο: μια τέτοια μέθοδος είναι η Transcranial magnetic stimulation (TMS), που επιτρέπει όχι μόνο την μη-παρεμβατική αλλαγή της εγκεφαλικής δραστηριότητας σε σχετικά περιορισμένες εγκεφαλικές περιοχές αλλά και την παραγωγή «εικονικών βλαβών» (Pascuale-Leone et al., 2000), καθώς και την αύξηση της διεγερσιμότητας μιας περιοχής (Hallett, 2007). Η λογική της χρήσης του TMS στην μελέτη της συνείδησης είναι πως αν μια περιοχή είναι σχετική με μια λειτουργία, τότε η παροδική διαταραχή της συγκεκριμένης περιοχής μέσω TMS θα επιφέρει αλλαγές στις λειτουργίες που διαμεσολαβούνται από αυτήν.

β. Μέθοδοι χρονικού προσδιορισμού των νευρωνικών γεγονότων με τεχνικές υψηλής χρονικής ευαισθησίας όπως το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (HEΓ)(Van Dijk et al., 2008) ή συγκεκριμένες εφαρμογές fMRI (Friston et al., 2003;Goebel et al., 2003): Oti de Graaf et al. (2011) προτείνουν πως μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να προσφέρει συσχέτιση της ενεργοποίησης συγκεκριμένων περιοχών με συγκεκριμένες χρονικές φάσεις της αντίληψης ενός ερεθίσματος ώστε να προκύψει διαχωρισμός των ενεργοποιήσεων περιοχών που σχετίζονται με την συνείδηση απο αυτών που σχετίζονται με «προ» και «μετά-συνειδητά γεγονότα».

γ. Παραδείγματα μη-συνειδητής επεξεργασίας όπως μέσω παρουσίασης υπο-οριακών ερεθισμάτων και διερεύνηση του ποιές νευρωνικές διεργασίες μπορούν να λάβουν χώρα ακόμη και χωρίς συνειδητή αντίληψη μπορούν επίσης να διαχωρίσουν τις

περιοχές που είναι απαραίτητες για την συνειδητή αναφορά από αυτές που σχετίζονται με την μη-συνειδητή επεξεργασία (de Graaf et al., 2011). Για παράδειγμα, μελέτες που δείχνουν πως η περιοχή της ατρακτοειδούς έλικας του κροταφικού φλοιού FFA (fusiform area) παρουσιάζει δραστηριότητα που σχετίζεται με την παρουσίαση προσώπων, απουσία συνειδητής αντίληψης των προσώπων (Moutoussis & Zeki, 2002) υποδεικνύουν πως η δραστηριότητα στην περιοχή αυτή από μόνη της δεν είναι επαρκής για την συνειδητή εμπειρία ενός προσώπου.

δ. Μέθοδοι διαχωρισμού της συνείδησης από την προσοχή: Κάποιοι μελετητές υποστηρίζουν τον διαχωρισμό των νευρωνικών αντιστοιχών της συνείδησης από την προσοχή (Koch & Tsuchiya, 2007), η οποία μπορεί να περιορίζει τα αποτελέσματα των μελετών για τα νευρωνικά αντίστοιχα της συνείδησης (Van Boxtel et al., 2011)

Αν και σήμερα δεν είναι εύκολο να προβούμε σε έναν σαφή διαχωρισμό των τριών αυτών νευρωνικών καταστάσεων, υπάρχει η ελπίδα πως στο μέλλον, η χρήση νέων εργαλείων ανάλυσης θα επιτρέψει τον διαχωρισμό ανάμεσα στο νευρωνικό υπόστρωμα της εμπειρίας και στις νευρωνικές προϋποθέσεις ή τα νευρωνικά αποτελέσματά της.

**8.3.3. Τα νευρωνικά αντίστοιχα: σχέση συσχέτισης ή αιτιακή σχέση;** Το 2000 ο Chalmers όρισε την μελέτη για τα νευρωνικά αντίστοιχα της συνείδησης ως την προσπάθεια συσχέτισης των συνειδητών εμπειριών με τα περιεχόμενα των αναπαραστάσεων σε συγκεκριμένους νευρωνικούς πληθυσμούς. Μια τέτοια προσέγγιση έχει υποστηριχθεί πως απελευθερώνει την μελέτη της συνείδησης απο φιλοσοφικές διαμάχες για τη σχέση νου-σώματος επιτρέποντας στην επιστήμη να κινηθεί ανεξάρτητα (Crick, 1996). Παρόλα αυτά, όπως υπογραμμίζει ο Neisser (2011) φαίνεται πως υπάρχουν ορισμένα σημαντικά προβλήματα

ι. Το πρώτο είναι πως η προσέγγιση των νευρωνικών αντιστοιχών της συνείδησης δεν είναι φαινομενολογικά έγκυρη γιατί χρησιμοποιεί τα περιεχόμενα της συνείδησης ως ικανά να σταθούν μόνα τους, σαν ξεχωριστά κομμάτια που μπορούν να απομονωθούν απο το πλαίσιό τους (όπως πχ. το κόκκινο χρώμα, χωρίς κανένα συναισθηματικό φορτίο ή μνημονικό συνειρμό). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε τον ορισμό του Chalmers (2000, p.31) για τη σχέση συνείδησης και νευρωνικών αντιστοιχών που λέει πως « ένα νευρωνικό αντίστοιχο της συνείδησης είναι ένα ελάχιστο νευρωνικό σύστημα N, τέτοιο που να υπάρχει μια χαρτογράφηση από τις καταστάσεις του N στις καταστάσεις της συνείδησης, όπου μια συγκεκριμένη



κατάσταση N είναι επαρκής, υπο συνθήκες συνείδησης Σ, για την αντιστοιχιακή κατάσταση της συνείδησης.

Συνεπώς οποτεδήποτε υπάρχει μια νευρωνική συνθήκη N, αυτή είναι επαρκής για «την εμπειρία» της οποίας το περιεχόμενο προσδιορίζεται απο τα πρότυπα ενεργοποίησης N. Όμως η φαινομενολογική ορθότητα της παραπάνω σχέσης είναι αμφισβητήσιμη, καθώς η εμπειρία που διαχωρίζεται με αυτόν τον τρόπο δεν μπορεί να υπάρξει, παρά μόνον ως μέρος μιας καθολικής συνείδησης που σίγουρα δεν συσχετίζεται μόνο με την νευρωνική συνθήκη N. Έτσι, δεν υπάρχει, υποστηρίζει ο Neisser (2011) καμία εμπειρία με νόημα, που να μπορεί να σταθεί μόνη της και να έχει ακριβώς το περιεχόμενο που αποδίδεται στο N. Θα μπορούσε με αυτή την έννοια μια νευρωνική δραστηριότητα να αναγνωρισθεί σαν κάτι που συμβάλλει στην ανάδυση μιας συνολικής συνειδητής εμπειρίας, όμως στην περίπτωση αυτή είναι αναγκαία αλλά όχι «επαρκής», όπως ορίζει ο Chalmers (2000), για μια πραγματική εμπειρία. Πράγματι, φαίνεται πως τίποτα στην υποκειμενική μας εμπειρία δεν συνάδει με την ανεξαρτησία των «απλών» λειτουργιών αλλά ούτε και της συνείδησης από άλλες λειτουργίες όπως πχ. τις αισθητικές ή γλωσσικές.

Ήν όντως ο ισχυρισμός πως καμία εμπειρία δεν μπορεί να διαχωριστεί με αυτόν τον τρόπο, τότε μια οπτική εμπειρία πχ. ενός λουλουδιού συνιστώμενη και απο άλλα χαρακτηριστικά δε θα μπορεί πχ. να περιορισθεί μόνο στον οπτικό φλοιό, αλλά ενδεχομένως να προκαλούσε και ενεργοποίηση μνημονικών περιοχών ή περιοχών σχετικών με το συναίσθημα. Στην ίδια λογική οι Noe & Thompson (2004a, 2004b) υποστηρίζουν πως τα περιεχόμενα της οπτικής συνείδησης έχουν συγκεκριμένα καθολικά χαρακτηριστικά που δεν μπορούν να περιορισθούν στους ρυθμούς πυροδότησης των νευρώνων σε συγκεκριμένες περιοχές του οπτικού συστήματος και άρα η εμπειρία και τα υποθετικά νευρωνικά αντίστοιχα δεν έχουν το ίδιο περιεχόμενο.

ii. Το δεύτερο είναι πως τα πειραματικά παραδείγματα και οι εξηγηματικοί κανόνες της νευροεπιστήμης δεν είναι ουδέτεροι ως προς την μηχανική σχέση ανάμεσα στην συνείδηση και τον εγκέφαλο. Ο Neisser, υποστηρίζει πως η μέχρι στιγμής έρευνα για τα νευρωνικά αντίστοιχα της συνείδησης χαρακτηρίζεται καλύτερα ως μια προσπάθεια εντοπισμού ενός αιτιακά σχετικού νευρωνικού μηχανισμού και όχι ως προσπάθεια ταυτοποίησης διακριτής νευρωνικής αναπαράστασης, της οποίας το περιεχόμενο σχετίζεται με κάποια πραγματική εμπειρία.

Ο Neisser (2011) υπογραμμίζει πως εμπειρικά, είναι λογικό να πιστεύουμε πως συγκεκριμένες νευρωνικές ενεργοποιήσεις είναι αυτές που προσδίδουν τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της εμπειρίας. Ωστόσο, αδυνατούμε να εξηγήσουμε γιατί αυτοί οι νευρωνικοί μηχανισμοί προκαλούν τα συγκεκριμένα κουάλια. Έτσι, το πρόβλημα αυτό του «επεξηγηματικού κενού» δεν αφορά μια άρνηση του ότι συγκεκριμένοι νευρωνικοί μηχανισμοί είναι οι αιτιακοί μηχανισμοί μιας συγκεκριμένης εμπειρίας, αλλά το γεγονός πως στην πραγματικότητα αδυνατούμε να κατανοήσουμε γιατί το πρώτο προκαλεί το δεύτερο και με ποιόν τρόπο. Ο Neisser (2011) πολύ εύστοχα τονίζει πως μια πιθανή πηγή σύγχυσης είναι το γεγονός πως η έννοια της επεξήγησης που χρησιμοποιείται από τους φιλοσόφους του νου είναι πολύ διαφορετική από την έννοια της επεξήγησης που χρησιμοποιείται από τους νευροεπιστήμονες. Η πρώτη έννοια αφορά μια λογική απαγωγή που προέρχεται από την παρατήρηση σε συνδυασμό με φυσικούς νόμους. Ωστόσο η λειτουργική έννοια της εξήγησης στην νευροεπιστήμη είναι πιο αδύναμη, καθώς εδώ το να εξηγήσεις κάτι ισούται με το να γνωρίζεις πως ταιριάζει στην αιτιακή δομή του κόσμου, σύμφωνα με τον Neisser (2011). Και οι δύο αυτές έννοιες είναι εύλογες, σε κάθε περίπτωση όμως, υπογραμμίζει ο Neisser (2011) αυτό που μελετάται από την έρευνα των νευρωνικών αντιστοιχών της συνείδησης είναι αιτιακοί μηχανισμοί και όχι λογικές συσχετίσεις, όπως θα έπρεπε σύμφωνα με το όνομά τους, που υπενθυμίζουμε πως είναι αντίστοιχα, ή στα αγγλικά correlates.

#### **8.4 Επίλογος**

Η συνεχώς αυξανόμενη γνώση που προέρχεται από το χώρο της νευροψυχολογίας, της νευροεπιστήμης και της υπολογιστικής επιστήμης τα τελευταία χρόνια έχει προσφέρει πολλά νέα δεδομένα στη μελέτη του εγκεφάλου και της συνείδησης. Ακόμη, οι εξελίξεις στο χώρο της λειτουργικής νευροαπεικόνισης έχουν βελτιώσει την κατανόησή μας για την λειτουργία του εγκεφάλου σε σχέση με τις διάφορες νοητικές λειτουργίες.

Επιπλέον, με τη συσσώρευση τεράστιας σχετικής βιβλιογραφίας, πολλές θεωρίες που προσπαθούν να πλαισιώσουν και να ερμηνεύσουν τα δεδομένα έχουν αναδυθεί. Παρόλο που όλες έχουν να προσφέρουν στην γνώση για τον εγκεφαλο, την λειτουργική του οργάνωση και την σχέση του με την νόηση, καμία δεν έχει καταφέρει να καλύψει το “επεξηγηματικό κενό” - δηλαδή το πως η συνείδηση ή η εμπειρία προκύπτει από την νευρωνική λειτουργία - δίνοντας μια πλήρη εξήγηση της

αιτιακής σχέσης ανάμεσα στον εγκέφαλο και την συνείδηση, με τον τρόπο που απαιτεί η φιλοσοφία του νου (βλ. Παράγραφο 8.3.3.), ενώ η διάψευση και η επαλήθευσή τους συχνά δεν είναι εφικτή. Ένας ακόμη λόγος είναι πως καμία δεν έχει καταφέρει Παρόλα αυτά, αλλά και τα υπόλοιπα φιλοσοφικά καθώς και τα μεθοδολογικά προβλήματα, η μελέτη της συνείδησης φαίνεται πως έχει προσφέρει πολλά μέχρι στιγμής και αναμένεται στο μέλλον να προσφέρει ακόμη περισσότερα. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει πως το πρόβλημα του “επεξηγηματικού κενού” θα λυθεί απαραίτητα, και όχι απαραίτητα με τον τρόπο που ορίζεται σήμερα.

Η ιστορία έχει δείξει πως η διεύρυνση της γνώσης δεν είναι πάντα αυτή που φέρνει την λύση σε ένα σημαντικό επιστημονικό πρόβλημα.. Είναι πολύ πιθανόν λοιπόν, η συσσώρευση γνώσης να μην είναι αυτή που θα δώσει τη λύση στο πρόβλημα της συνείδησης, αλλά η απάντηση να έρθει απο μια αλλαγή του επικρατούντος επιστημονικού παραδείγματος, όπως ορίζεται απο τον Kuhn (1962), μια επιστημονική επανάσταση<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Η βασική ιδέα στο έργο του Kuhn (1962) είναι ότι οι επιστημονικές γνώσεις κάθε ιστορικής περιόδου αποτελούν ένα αυτόνομο σύστημα με την δική του αξία και λειτουργικότητα, που δεν μπορεί να γίνει κατανοητό με τα κριτήρια επιστημονικότητας μιας άλλης περιόδου. Η διάρθρωση των συστημάτων επιστημονικών γνώσεων βασίζεται στην έννοια του παραδείγματος, σε συνάρτηση με την οποία ορίζεται η επιστημονική κοινότητα, που μετέχει σε ένα τέτοιο σύστημα. Η σύνδεση παραδείγματος με επιστημονική κοινότητα σταθεροποιείται στα πλαίσια της κανονικής επιστήμης. Αλλά η ανάπτυξη της επιστήμης είναι μια ασυνεχής διαδικασία, που προχωρά με επιστημονικές επαναστάσεις. Έτσι, όταν κάποιες συσσωρευμένες ανωμαλίες οδηγήσουν σε περιόδους κρίσεων, στις οποίες αντιστοιχούν οι ιδιόρρυθμες επιστήμες, ανατρέπεται μια κανονική επιστήμη, για να επιβληθεί μια άλλη. Τέτοιες όμως επιστημονικές αλλαγές είναι απότομες και ολοκληρωτικές και αντιστοιχούν σε ασυμβίβαστες μεταξύ τους, ασύμμετρες θεωρίες (Kuhn, 1962)

## **Βιβλιογραφικές Αναφορές**

Adams, J. H., Graham, D. I., & Jennett, B. (2000). The neuropathology of the vegetative state after an acute brain insult. *Brain* 123(Pt 7):1327-1338.

Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Barbur, J. L., Watson, J. D. G., Frackowiak, R. S. J., & Zeki, S. (1993). Conscious visual perception without V1. *Brain*, 116:1293–1302.

Baars, B. J. (1983). *Conscious contents provide the nervous system with coherent, global information*. In R.J. Davidson, G.E. Schwartz & D. Shapiro (Eds.). *Consciousness & Self-regulation*. New York, NY: Plenum Press.

Baars, B.J. (1988). *A cognitive theory of consciousness*. NY: Cambridge University Press

Baars, B. (1996) Understanding Subjectivity: Global Workspace Theory and the Resurrection of the Observing Self. *Journal of Consciousness Studies*, 3:211-16.

Baars, B. (1997a) In the theater of consciousness: Global workspace theory, a rigorous scientific theory of consciousness. *Journal of consciousness Studies*, 4:292-309.

Baars, B. (1997b) *In the theater of consciousness: The workspace of the mind*. New York: Oxford University Press.

Baars, B.J. (1998). Metaphors of consciousness and attention in the brain. *Trends in Neurosciences*, 21(2):58-62.

Baars, B., J. & Franklin, S. (2003) How conscious experience and working memory interact. *Trends in Cognitive Science* 7(4):166–172.

Bachmann, T. (2000). *Microgenetic approach to the conscious mind*. Amsterdam; Philadelphia: John Benjamins Pub.

Baddeley, A., Della Sala, S. (1996). "Working memory and executive control" (PDF). *Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.*, 351(1346):1397–403.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). *Working memory*. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.

Balkin, T. J. (2002). The process of awakening: a PET study of regional brain activity patterns mediating the re-establishment of alertness and consciousness. *Brain*, 125(10):2308-2319.

Bartels, A., & Zeki, S. (1998). The theory of multi-stage integration in the visual brain. *Proceedings of the Royal Society (London) B*, 265:2327–233.

Beck, D. M., Rees, G, Frith, C. D., & Lavie, N. (2001). Neural correlates of change detection and change blindness. *Nature neuroscience*, 4(6):645-50. doi: 10.1038/88477.

Blackmore, S. (2004). *Consciousness: an introduction*. Oxford University Press, New York

- Block, N. (1996). "What is functionalism?" a revised version of the entry on functionalism in The Encyclopedia of Philosophy Supplement, Macmillan.
- Block, N. (1998). "On a confusion about a function of consciousness". In N. Block, O. Flanagan, G. Guzeldere. *The Nature of Consciousness: Philosophical Debates*. MIT Press. pp. 375–415.
- Bressler, S. L., & Kelso, J. A. S. (2001). Cortical coordination dynamics and cognition. *Trends In Cognitive Sciences*, 5:26–36.
- Buzsaki, G., & Draguhn, A. (2004). Neuronal oscillations in cortical networks. *Science*, 304:1926–1929.
- Chalmers, D. J. (1996). *The Conscious Mind*. New York: Oxford University Press.
- Chalmers, D. (2000). *What is a neural correlate of consciousness?* In Metzinger (Ed.), *Neural correlates of consciousness: Empirical and conceptual questions*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cho, S. B., Baars, B. J., & Newman, J. (1997). A Neural Global Workspace Model for Conscious Attention. *Neural networks*, 10(7):1195-1206.
- Churchland, P. M. (1988). *Matter and Consciousness*, Revised Edition. Cambridge, MA: MIT Press
- Churchland, P. S. (1996). *The Hornswoggle Problem*. *Journal of Consciousness Studies* 3 (5-6):402-8
- Clarke, C.J.S. (1995). The nonlocality of mind. *Journal of consciousness studies*, 2(3):231-240.
- Cohen, Y. E. & Andersen, R. A. (2002). A common reference frame for movement plans in the posterior parietal cortex. *Nat Rev Neurosci*. 3(7):553-562.
- Cosmelli, D., David, O., Lachaux, J. P., Martinerie, J., Garnero, L., Renault, B., et al (2004). Waves of consciousness: Ongoing cortical patterns during binocular rivalry. *NeuroImage*, 23:128–140.
- Crick, F., & Koch, C. (1990). *Towards a neurobiological theory of consciousness*. *Seminars in the Neurosciences*, 2:263-275.
- Crick, F. & Koch, C. (1995). Are we aware of neural activity in primary visual cortex? *Nature*, 375(6527):121-123.
- Crick, F. (1996). Visual perception: Rivalry and consciousness. *Nature*, 379:485–486.
- Crick, F. & Koch, C. (2003). A framework for consciousness. *Nature Neuroscience*, 6:119-126.
- de Graaf, T. A., Hsieh, P. J., & Sack, A. T. (2012) The ‘correlates’ in neural correlates of consciousness. *Neurosci. Biobehav*, 36(1):191-197. doi:10.1016/j.neubiorev.2011.05.012
- Dehaene, S., & Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework, *Cognition*, 79(1–2):1-37.

- Dehaene, S., Naccache, L., Cohen, L., Bihan, D., Mangin, J. F., Poline, J. B., et al. (2001). Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming. *Nature neuroscience*, 4(7), 752–758.
- Dehaene, S., & Changeux, J. P. (2005). Ongoing spontaneous activity controls access to consciousness: a neuronal model for inattention blindness. *PLoS Biology*, 3(5), e141.
- Dehaene, S., Changeux, J.-P., Naccache, L., Sackur, J., & Sergent, Claire. (2006). Conscious, preconscious, and subliminal processing: a testable taxonomy. *Trends in cognitive sciences*, 10(5):204-11. doi: 10.1016/j.tics.2006.03.007.
- Dennett, D. (1991). *Consciousness Explained*, Allen Lane, ed :The Penguin Press
- Dennett, D. C. (1992) The Self as a Center of Narrative Gravity. In: F. Kessel, P. Cole and D. Johnson (eds.) (1986). *Self and Consciousness: Multiple Perspectives*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. *Philosophia*, 15:275-88.
- Dennett, D. (2005). *Sweet dreams*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Descartes, R. (1641). *Meditations on first philosophy*. Paris, Trans. J. Veicht (1901).
- Dietrich, A. (2007) *Introduction to Consciousness*. New York and Basingstoke United Kingdom: Palgrave Macmillan.
- Doesburg, S. M., Green, J. J., McDonald, J. J., & Ward, L. M. (2009). Rhythms of consciousness: Binocular rivalry reveals large-scale oscillatory network dynamics mediating visual perception. *PLoS One*, 7. e6142 (1–14).
- Doesburg, S., Kitajo, K., & Ward, L. M. (2005). Increased gamma-band synchrony precedes switching of conscious perceptual objects in binocular rivalry. *NeuroReport*, 16:1139–1142.
- Edelman, G. (1978). *Neural Darwinism. The Theory of Neuronal Group Selection*. Basic Books, New York.
- Edelman, G. M. (2004). *Wider than the sky*. New Haven, CN: Yale University Press.
- Edelman, G. M., & Tononi, G. (2000). *A universe of consciousness*. New York: Basic Books.
- Edelman, G. M., Gally, J. A., & Baars, B. J. (2011). Biology of consciousness. *Frontiers in psychology*, 2:4. Epub 2011 Jan 2. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00004.
- Engel, A. K., Fries, P., & Singer, W. (2001) Dynamic predictions: oscillations and synchrony in top-down processing. *Nat Rev Neurosci*, 2(10):704-716.
- Eysenck, M.W. & M.T. Keane, (2000) *Cognitive Psychology: A Student's Handbook* (4th Edition). Psychology Press.
- Freud, S. (1933) *New Introductory Lectures on Psycho-Analysis*. In James Strachey (ed.), (1964). *The Standard Edition of the Complete Psychological Works of Sigmund Freud*, Vol. 22:70.
- Frith, C., Perry, R., & Lumer, E. (1999). The neural correlates of conscious experience: An experimental framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 3:105–114.

- Gazzaniga, M. S. (2000). Cerebral specialization and interhemispheric communication: Does the corpus callosum enable the human condition? *Brain*, 123:1293–1326.
- Gazzaniga, M. S. (2005). Forty-five years of split-brain research and still going strong. *Nat. Rev. Neurosci.*, 6:653–65.
- Gross, J., Schmitz, F., Schnitzler, I., Kessler, K., Shapiro, K., Hommel, B., et al. (2004). Modulation of long-range neural synchrony reflects temporal limitations of visual attention in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(35):13050-5. doi: 10.1073/pnas.0404944101.
- Hallett, M., 2007. Transcranial magnetic stimulation: a primer. *Neuron*, 55:187–199
- Haynes, J. D., Driver, J., & Rees, G. (2005). Visibility reflects dynamic changes of effective connectivity between V1 and fusiform cortex. *Neuron*, 46(5):811–821.
- Haynes, J. D., Sakai, K., Rees, G., Gilbert, S., Frith, C., & Passingham, R. E. (2007). Reading hidden intentions in the human brain. *Current Biology*, 17:323–328.
- Hess, R. H., Baker, C. L. & Zihl, J. (1989). The 'motion-blind' patient: low level spatial and temporal filters. *J. Neurosci.*, 9:1628-1640.
- Hohwy, J. (2009). The Neural Correlates of Consciousness: New Experimental Approaches Needed? *Consciousness and Cognition*, 18(2):428-438.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *Journal of Physiology*, 160:106–154.
- Huxley, T. (1874) "*On the Hypothesis that Animals are Automata, and its History*", The Fortnightly Review, n.s. 16, pp. 555–580. Reprinted in *Method and Results: Essays by Thomas H. Huxley* (New York: D. Appleton and Company, 1898).
- James, W. (1890) *The principles of psychology*. 2 vols. London: McMillan.
- James, W. (1904) Does Consciousness Exist? *Journal of Philosophy, Psychology, and Scientific Methods*, 1:477-491.
- Johnson, J. D., McDuff, S., G, Rugg, M. D., & Norman, K. A. (2009) Recollection, familiarity, and cortical reinstatement: a multivoxel pattern analysis. *Neuron*, 63:697–708.
- Jones EG (1985) *The Thalamus*. New York (NY): Plenum Press.
- Kamitani, Y. & Tong, F. (2005) Decoding the visual and subjective contents of the human brain. *Nature Neuroscience*, 8:679–685.
- Kranczioch, C., Debener, S., Schwarzbach, J., Goebel, R., & Engel, A. K. (2005). Neural correlates of conscious perception in the attentional blink. *NeuroImage*, 24(3), 704-14. doi: 10.1016/j.neuroimage.2004.09.024.
- Kuhn, T.S. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, ISBN 0-226-45808-3
- Laberge, D., & Kasevich, R. (2007). The apical dendrite theory of consciousness. *Neural Networks*, 20:1004–1020.

- Lamme, V. (2004). Separate neural definitions of visual consciousness and visual attention; a case for phenomenal awareness. *Neural Networks*, 17(5-6), 861-872.
- Lamme, V. A. F. (2006). Towards a true neural stance on consciousness. *Trends in cognitive sciences*, 10(11):494-501. doi: 10.1016/j.tics.2006.09.001.
- Laureys, S., Antoine, S., Boly, M., Elinx, S., Faymonville, M. E., Berre, J., et al. (2002) Brain function in the vegetative state. *Acta Neurol Belg*, 102(4):177-185.
- Libet, B. (1982). Brain stimulation in the study of neuronal functions for conscious sensory experiences. *Human Neurobiology*, 1(4):235-242.
- Libet, B. (2004). *Mind time: The temporal factor in consciousness*, Cambridge, MA: Harvard University Press
- Libet, B., Wright, Jr, E.W., & Feinstein, B. & Pearl, D.K. (1979). Subjective referral of the timing for a conscious sensory experience. *Brain*, (102):193-224.
- Llinás, R., Ribary, U., Contreras, D., & Pedroarena, C. (1998). The neuronal basis for consciousness. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Series B, 353, 1841–1849.
- Logothetis, N. K., Leopold, D. A. & Sheinberg, D. L. (1996). What is rivalling during binocular rivalry? *Nature*, 380(6575):621-624.
- Lumer, E. D., Edelman, G. M., & Tononi, G. (1997). Neural dynamics in a model of the thalamo-cortical system.2. The role of neural synchrony tested through perturbations of spike timing. *Cerebral Cortex* 7(3):228-236.
- Macevoy, S. P., & Epstein, R., A. (2009). Decoding the representation of multiple simultaneous objects in human occipitotemporal cortex. *Current Biology*, 19:943–947.
- Mack, A., & Rock, I. (1998). *Inattention blindness: Perception without attention*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Matin, E. (1974). Saccadic suppression: A review and an analysis. *Psychological Bulletin*, 81:899–917.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information, *Psychological Review*, 63(2):343–355.
- Miller, G. A. (1962). *Psychology: The science of Mental Life*. New York: Harper & Row.
- Moutoussis, K., & Zeki, S. (1997a). Functional segregation and temporal hierarchy of the visual perceptive systems. *Proceedings of the Royal Society (London) B*, 264:1407–1414.
- Moutoussis, K., & Zeki, S. (1997b). A direct demonstration of perceptual asynchrony in vision. *Proc Biol Sci*, 264(1380):393-9. doi: 10.1098/rspb.1997.0056.
- Moutoussis, K., & Zeki, S. (2002). The relationship between cortical activation and perception investigated with invisible stimuli. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(14):9527-9532.



- Moruzzi, G., & Magoun, H. W. (1949). Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *Electroencephalog Clin Neurophysiol*, 1:455-473.
- Nagel, T. (1974). What is it like to be a bat? *Philosophy*, 73(285):337-352.
- Nagel, T. (1998). Conceiving the Impossible and the Mind-Body Problem, *Philosophy*, 73(285):337-352.
- Neisser, J. (2011) Neural correlates of consciousness reconsidered. *Consciousness and Cognition*, Apr 12, epub. doi:10.1016/j.concog.2011.03.012
- Newell, A. (1990). *Unified theories of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Newell, A., & Simon, H.A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- O'Connor, B. (2009). Introduction: German Idealism and Normativity. *International Journal of Philosophical Studies*, 17(1):3-7.
- O'Hara, K. & Scutt, T. (1996). There is no hard problem of consciousness. *Journal of consciousness studies*, 3(4):290-302.
- Papanicolaou, A. (2008). Brain and Consciousness. *Archives of Hellenic Medicine*, 25(1):16-23
- Pascual-Leone, A., & Walsh, V. (2001). Fast backprojections from the motion to the primary visual area necessary for visual awareness. *Science*, 292(5516):510-2. doi: 10.1126/science.1057099.
- Pinker, S. (1997). *How the mind works*. New York: W.W. Norton
- Plum, F. (1991). *Coma and related global disturbances of the human conscious state*. In In: Normal and Altered States of Function Volume 9. Peters A, Jones EG edition. New York: Plenum Press; 1991:359-425.
- Rees, Geraint, Wojciulik, E., Clarke, K., Husain, M., Frith, C., & Driver, Jon. (2002). Neural correlates of conscious and unconscious vision in parietal extinction. *Neurocase*, 8(5):387-93. doi: 10.1076/neur.8.4.387.16190.
- Ress, D., & Heeger, D. J. (2003). Neuronal correlates of perception in early visual cortex. *nature neuroscience*, 6(4):414.
- Ryle, G. (1949). *The Concept of Mind* (New University of Chicago Press edition 2002) University of Chicago Press.
- Searle, J. R. (2000). Consciousness. *Annual Review of Neuroscience*, 23:557-578.
- Sergent, C., Baillet, S., & Dehaene, S. (2005). Timing of the brain events underlying access to consciousness during the attentional blink. *Nature Neuroscience*, 8(10):1391-1400.
- Sperry, R. (1984). Consciousness, personal identity and the divided brain. *Neuropsychologia*, 22:661-673.
- Srinivasan, R., Russell, D. P., Edelman, G. M., & Tononi, G. (1999). Increased synchronization of neuromagnetic responses during conscious perception.

*Journal of Neuroscience*, 19:5435–5448.

Simons, D. J., & Rensink, R. A. (2005). Change blindness: Past, present, and future. *Trends in Cognitive Sciences*, 9:16–20.

Singer, W. (1999). Neuronal synchrony: A versatile code for the definition of relations. *Neuron*, 24:49–65.

Steriade, M., Jones, E. G., & McCormick, D. A. (1997) *Thalamus: Organisation and function*. Oxford: Elsevier Science.

Steriade, M., & Timofeev, I. (2003) Neuronal plasticity in thalamocortical networks during sleep and waking oscillations. *Neuron* 37: 563–576.

Tononi, G., Srivivasan, R., Russell, D. P., & Edelman, G. M. (1998). Investigating neural correlates of conscious perception by frequency-tagged neuromagnetic responses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95:3198–3203.

Tononi, G. (2004). An Information Integration Theory of Consciousness. *BMC Neuroscience*, 5:42.

Tononi, G., Sporns, O. & Edelman, G. M. (1994). A measure for brain complexity: Relating functional segregation and integration in the nervous system. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 91:5033–5037.

Tononi, G. (2005). Consciousness, information integration, and the brain. *Progress in brain research*, 150:109–26. doi: 10.1016/S0079-6123(05)50009-8.

Tononi, G. (2008). *Consciousness as integrated information: a provisional manifesto*. *Biological Bulletin*, (215):216–242.

Tononi, G., & Edelman, G. M. (1998a). *Consciousness and the integration of information in the brain*. In H. H. Jasper, L. Descarries, V. F. Castellucci, & S. Rossignol (Eds.), *Consciousness: At the frontiers of neuroscience* (pp. 245–279). Philadelphia: Lippencott-Raven.

Tononi, G., & Edelman, G. M. (1998b). Consciousness and complexity. *Science*, 282:1846–1851.

Walther, D. B, Caddigan, E., Fei-Fei, L., Beck, D. M. (2009). Natural scene categories revealed in distributed patterns of activity in the human brain. *J Neurosci*, 29:10573–10581.

Ward, L. M. (2011). The thalamic dynamic core theory of conscious experience. *Consciousness and Cognition*, 20:464–486. doi:10.1016/j.concog.2011.01.007

Weiskrantz, L. (1990). The Ferrier lecture, 1989. Outlooks for blindsight: Explicit methodologies for implicit processes. *Proceedings of the Royal Society (London) B*, 239:247–278.

Waxman, W. 1991. *Kant's Model of the Mind*. New York: Oxford University Press.

Zeki, S. M. (1969b). The secondary visual areas of the monkey. *Brain Research*, 13:197–226.

- Zeki, S. M. (1975). The functional organization of projections from striate to prestriate visual cortex in the rhesus monkey. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 40:591–600.
- Zeki, S. M. (1978). Functional specialization in the visual cortex of the monkey. *Nature*, 274: 423–428.
- Zeki, S. (1990). A century of cerebral achromatopsia. *Brain*, 113:1721-1777.
- Zeki, S. (1991). Cerebral akinetopsia (visual motion blindness). A review. *Brain*, 114:811-824.
- Zeki, S. (2003). The disunity of consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(5):214–218. Elsevier.
- Zeki, S., & Ffytche, D. (1998). The Riddoch Syndrome: Insights into the neurobiology of conscious vision. *Brain*, 121:25–45.
- Zeki, S. M. & Bartels A. (1999). Toward a Theory of Visual Consciousness. *Consciousness and Cognition*, 8(2):225-59.
- Zeman, A. (2001). Consciousness. *Brain*, 124(Pt 7):1263-1289.
- Zikopoulos B, & Barbas H (2007). Parallel Driving and Modulatory Pathways Link the Prefrontal Cortex and Thalamus. *Plos one* 2(9):e848. doi:10.1371/journal.pone.0000848