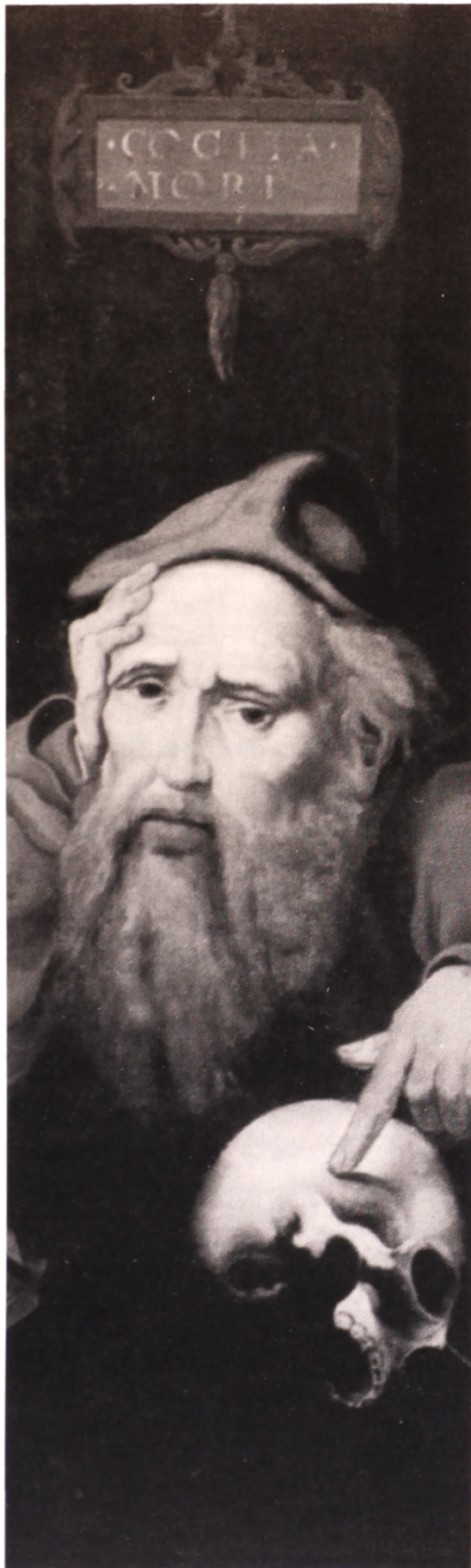


Η ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΝΟΥ ΣΕ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

ΑΝΤΩΝΗΣ ΜΟΣΧΟΒΑΚΗΣ



Ο Αντώνης Μοσχοβάκης διδάσκει Φυσιολογία στο τμήμα Ιατρικής του Πανεπιστημίου Κρήτης.

1. Το πρόβλημα και πώς σκοπεύω να το απαντήσω: Η εισήγηση αναφοράς παραδέχεται ότι οι νευροεπιστήμες προοδεύουν σταθερά σε ένα ευρύ μέτωπο. Αφορούν τη βδέλλα και την κουκουβάγια, την ακρίδα και τον πίθηκο, το βάτραχο και τον άνθρωπο, κ.ο.κ. Μας έχουν επιτρέψει να κατανοήσουμε διεργασίες όπως η όραση, η ακοή, η όσφρηση, η ισορροπία, οι κινήσεις των οφθαλμών, της κεφαλής, του χεριού, η βάδιση κ.λπ. Τα δεδομένα που αντλούμε από τη νευροανατομία, τη νευροφυσιολογία, την ψυχολογία και τη νευρολογία ενσωματώνονται σε υπολογιστικά μοντέλα που αναπαράγουν ψυχοφυσικούς νόμους, πρότυπα εκφόρτισης νευρώνων, στατιστικές σχέσεις μεταξύ κυτταρικής δραστηριότητας και μεταβλητών που περιγράφουν τη συμπεριφορά, καθώς και τα αποτελέσματα πειραμάτων που στηρίζονται σε βλάβες του εγκεφάλου ή ηλεκτρικό ερεθισμό του. Ασυμφωνία μεταξύ μοντέλου και πραγματικότητας κινητοποιεί περαιτέρω έρευνα που δημιουργεί νέα δεδομένα σε ένα σπειροειδές επιστημονικό εγχείρημα που ο στόχος του είναι να κατανοήσουμε τον εγκέφαλο και τον τρόπο με τον οποίο αυτός παράγει το νου. Είναι απόλυτα λογικό να αναρωτιόμαστε «πώς προκύπτουν τα νοητικά και συνειδητά φαινόμενα από τα διάφορα πρότυπα ηλεκτροχημικών συμβάντων στον εγκέφαλο». Αν ζούσα σε μια εποχή που θα αρκούσαν στη διατύπωση αναλογιών, θα προσυπέγραφα την άποψη ότι «ο νους είναι ένα φαινόμενο που αναδύεται από τις διάφορες φυσιολογικές διαδικασίες του σώματος όπως ακριβώς η μουσική αναδύεται μέσα από τις συντονισμένες κινήσεις των μερών της λύρας», τελεία. Στις μέρες μας όμως αυτό δεν θα μπορούσε να θεωρηθεί αρκετό, και συνεπώς θα προσπαθήσω να δώσω, σχηματικά, ορισμένα επιχειρήματα υπέρ της θέσης που άλλοτε ονομάζεται ψυχο-νευρωνική αναγωγή, άλλοτε φυσικαλισμός, άλλοτε θεωρία ταυτότητας (εκτός από μια μικρή νύξη στο # 3 πιο κάτω, δεν θα επιχειρήσω να οριοθετήσω διαφορές αναμεσά τους).

2. Ο πυρήνας του επιχειρήματός μου έχει ως εξής:

- 2.1. Προβλέπω τη διαθεωρητική αναγωγή (που όμως δεν θα είναι ομαλή) της ψυχολογίας στη νευροεπιστήμη (η οποία συζητείται στο #3 πιο κάτω)
- 2.2. Αυτό συνεπάγεται την οντολογική αναγωγή του νου στο σώμα (η οποία συζητείται στο #4 πιο κάτω) που ανατρέπει τα #5 και #6 της εισήγησης αναφοράς.
- 2.3. Θα δώσω παραδείγματα που αφορούν τα επιχειρήματα τύπου «βάλε τα λεφτά σου ή πάψε» (στο οποίο αναφέρομαι στο #5 πιο κάτω), αναιρώντας έτσι το δεύτερο μέρος του σημείου #7 και τα σημεία #11 και #12 της εισήγησης αναφοράς.
- 2.4. Για να γίνω πιο πειστικός, θα χρειαστεί ίσως να αντιμετωπίσω τα εξής σχετιζόμενα ζητήματα:
 - 2.4.1. Το ζήτημα των ποιοτήτων (qualia) – το οποίο, κατά μία έννοια, είναι τετριμμένο για την επιστήμη και ψευδοπρόβλημα για τη φιλοσοφία.
 - 2.4.2. Την αιτιότητα.
 - 2.4.3 Το επιστημονικό στάτους της ψυχολογίας και τον ανώμαλο μονισμό.

3. Διαθεωρητική αναγωγή: Μια ιδιαίτερα επεξεργασμένη παρουσίαση αυτού του επιστημολογικού φαινομένου είναι αυτή του Hooker (Hooker1981a-γ). Με λίγα λόγια, αναγωγή είναι η ειδική σχέση μεταξύ δύο θεωριών που ζουν σε δύο διαφορετικά επίπεδα σε μια ιεραρχική κατάταξη των επιστημών (με τη φυσική στο κατώτατο επίπεδο και την κοινωνιολογία στο ανώτατο). Αναγωγή συμβαίνει κάθε φορά που κατασκευάζεται μοντέλο της θεωρίας του ανώτερου επιπέδου (των προτάσεων, των νόμων, των εννοιών της, κ.ό.κ.) εντός της θεωρίας του κατώτερου επιπέδου (με τη βοήθεια συνδετικών συνθηκών που ονομάζονται «διατυπώσεις γεφύρωσης»). Προσέξτε ότι αυτό που ανάγεται είναι θεωρίες, όχι αντικείμενα. Οι διαθεωρητικές αναγωγές ορθώς χαιρετίζονται σαν σταθμοί στην ιστορία της ανθρωπότητας γιατί εξασφαλίζουν εννοιολογική απλοποίηση και εξηγητική ενοποίηση. Όταν όμως επιχειρείται να γίνει αναγωγή, τα πράγματα μερικές φορές πηγαίνουν καλά και άλλες φορές

άσχημα. Στην πρώτη περίπτωση οι αναγωγές είναι επιτυχείς, οπότε κάνουμε λόγο για διατήρηση (της θεωρίας του ανώτερου επιπέδου). Εδώ, η θεωρία του ανώτερου επιπέδου ανάγεται στο σύνολό της. Ένα καλό παράδειγμα είναι η αναγωγή της οπτικής στον ηλεκτρομαγνητισμό, με την έννοια ότι το σώμα των διατυπώσεων της οπτικής στο σύνολό τους έχει πλέον αναχθεί στον ηλεκτρομαγνητισμό. Άλλες αναγωγές αποτυγχάνουν, οπότε κάνουμε λόγο για εξάλειψη (της θεωρίας του ανώτερου επιπέδου): η θεωρία του ανώτερου επιπέδου πηγαίνει στο καλάθι των αχρήστων, και δεν απομένει τίποτε από αυτήν. Ας σκεφτούμε τι έχει απομείνει σήμερα από τη θεωρία του φλογιστού σε μια χημεία που κάνει λόγο για καύσεις, οξείδια κ.λπ. Για να επανέλθουμε στο θέμα μας, και αναφορικά με το συνεχές φάσμα αναγωγής που εκτείνεται από τη διατήρηση ως την εξάλειψη, θα στοιχημάτιζα ότι τελικά μεγάλο μέρος της ψυχολογίας είναι (ή θα είναι) αρκετά στιβαρό ώστε να αναχθεί στη νευροεπιστήμη, ότι η αναγωγή θα είναι παρόμοια με αυτήν της θερμοδυναμικής στη στατιστική μηχανική (δηλαδή ότι δεν θα είναι ιδιαίτερα ομαλή, με την έννοια ότι μεγάλο μέρος της ψυχολογίας και μεγάλο μέρος της νευροεπιστήμης θα πρέπει να υποστούν αλλαγές για να επιτευχθεί αναγωγή) και ότι συνεπώς θα πρέπει η εν λόγω αναγωγή να τοποθετηθεί κάπου ανάμεσα στα δύο άκρα της εξάλειψης (γι' αυτό και δεν υποστηρίζω τον εξαιρετικό υλισμό τον οποίο θεωρώ υπερβολικά απαισιόδοξο) και της διατήρησης (αυτός είναι ο λόγος που δεν υποστηρίζω τον αναγωγικό υλισμό τον οποίο θεωρώ υπερβολικά γενναιόδωρο).

3.1. Ένα σχετικό ζήτημα (το επιστημικό στάτους της ψυχολογίας): Η αναγωγή που προβλέπω θα ήταν άπελπις αν η ψυχολογία δεν περιείχε προτάσεις διατυπωμένες με μορφή νόμων. Η αποδοχή αυτής της απαισιόδοξης στάσης υπονοεί αποδοχή του ανώμαλου μονισμού του Davidson (Davidson 1980). Δεδομένων των περίφημων νόμων της ψυχοφυσικής (π.χ. η κύρια αλληλουχία, ο νόμος του Donders, ο νόμος του Listing, ο νόμος των Weber-Fechner κ.ο.κ.), που είναι και εύρωστοι και ποσοτικοί, θεωρώ ότι αυτή η απαισιόδοξη στάση δεν δικαιώνεται. Αφετέρου, όμως, θα μπορούσε κάποιος να υποστηρίξει ότι οι προτάσεις αυτές αφορούν πολύ μικρό μέρος της ψυχής και ότι συνεπώς η αναγωγή στη νευροεπιστήμη αφορά ένα μικρό μέρος της ψυχολογίας. Η ψυχολογία όμως έχει και ένα δεύτερο τμήμα, το τμήμα εκείνο που φωτίζει τις προσπάθειές μας να εξηγήσουμε τις συναλλαγές μας με τους ανθρώπους μας, π.χ. τα κίνητρα ενός συναδέλφου που μας έστησε σε μια συνάντηση. Είχε άραγε σκοπό να έρθει αλλά δεν τα κατάφερε επειδή έπεσε σε κίνηση, μήπως το ξέχασε, μήπως ντράπηκε να έρθει επειδή η δουλειά του προχωρεί πολύ αργά, ή μήπως επιθυμούσε να μας στείλει ένα, αγενές, έστω, μήνυμα ότι η συνεργασία μας του είναι πλέον αδιάφορη; Στην προσπάθειά μας να δώσουμε απαντήσεις και εξηγήσεις αναπτύσσουμε θεωρίες για τα κίνητρα, τις πράξεις, την αντίληψη και την επικοινωνία των ανθρώπων, που θεωρούμε ότι διέπονται από νόμους, γιατί ειδάλλως θα ήταν άπελπις οποιαδήποτε προσπάθεια να αντιληφθούμε ο ένας τον άλλον και να επικοινωνήσουμε. Το γνωσιοθεωρητικό στάτους αυτών των θεωριών είναι εκείνο της, στοιχειώδους, έστω, δημόδους επιστήμης, και στην προκειμένη περίπτωση της δημόδους ψυχολογίας (όπως έχει εύγλωττα υποστηρίξει ο Churchland, 1995). Τόσο οι νόμοι της ψυχοφυσικής όσο και οι κανονικότητες που επισημαίνει η δημόδης ψυχολογία διατίθενται για αναγωγή. Στους αναγνώστες

που θέλουν να δουν επιπλέον τυπικούς λόγους που προστατεύουν τις δομιστικές εκδοχές της διαθεωρητικής αναγωγής (όπως αυτή του Hooker) από τα επιχειρήματα του Davidson προτείνω να συμβουλευθούν τον Bickle (1998).

4. Οντολογική αναγωγή: Τα πιο πάνω καλύπτουν το ζήτημα της επιστημολογικής αναγωγής. Τι γίνεται όμως με την οντολογική αναγωγή; Με άλλα λόγια τι συμβαίνει στα πράγματα που περιέχονται σε μια θεωρία ανώτερου επιπέδου όταν οι νόμοι της εξηγούνται με όρους της ανάγουςας θεωρίας (συν τις προτάσεις γεφύρωσης); Η απάντηση είναι ότι η επιστημολογική αναγωγή (εν προκειμένω της ψυχολογίας στη νευροεπιστήμη) συνεπάγεται την οντολογική αναγωγή (εν προκειμένω του νου στον εγκέφαλο). Αυτό δεν είναι τίποτε περισσότερο και τίποτε λιγότερο από τον ισχυρισμό ότι το υλικό που διέπεται από τους νόμους των ιδανικών αερίων είναι ένα και το αυτό με το υλικό που διέπεται από τους νόμους της στατιστικής μηχανικής, αρκεί να έχει κατασκευάσει κανείς ένα γλωσσάριο αντιστοίχισης (μέση κινητική ενέργεια των μορίων αντιστοιχεί σε θερμότητα, κ.λπ.) Παρά τα επιχειρήματα του John Searle (1995), αυτό δεν οδηγεί στην εξάλειψη των πραγμάτων του ανώτερου επιπέδου. Ο κύκλος του Carnot, παραδείγματος χάριν, και οι γνώσεις μας για τις μηχανές εσωτερικής καύσεως, δεν εξαλείφουν τα αυτοκίνητα. Αυτό που εξαλείφεται είναι ιδέες όπως «ένα πράσινο διαβολάκι είναι εγκατεστημένο στους κυλίνδρους, κινεί τα πιστόνια και κάνει τους τροχούς να γυρίζουν». Αυτό απαντά και στο δεύτερο επιχείρημα που προσφέρει η εισήγηση αναφοράς (στο #12) κατά της ψυχο-νευρωνικής αναγωγής: «εφ' όσον παραμένει ανέφικτο να πειστούμε πως αυτό που λέμε «ποιόν» και αυτό που λέμε «υλικό εγκέφαλο» είναι πράγματα ανομοιογενή κι αλλότρια, όλες οι παρομοιώσεις και μεταφορές με τις οποίες προσπαθούμε να εκφράσουμε την σχέση τους και να την ενσωματώσουμε στα παραγωγικά μας πρότυπα (πάγκρεας-ινσουλίνη, αντικείμενο-σκιά, ατμομηχανή-σφυρίχτρα, λύρα-μελωδία) θα παραμένουν άστοχες». Η αποψη αυτή πάσχει από λήψη του ζητούμενου, με την έννοια ότι θεωρεί δεδομένο πως τα πράγματα του νου και τα πράγματα του εγκεφάλου δεν είναι φτιαγμένα από την ίδια ουσία, ενώ αυτό είναι το ερώτημα που μας απασχολεί.

4.1. Ένα πρώτο σχετικό ζήτημα (τα αναδυόμενα φαινόμενα): έχει υποστηριχθεί ότι είναι δυνατό να γνωρίζουμε τα πάντα για τα πράγματα του κατώτερου επιπέδου (παραδείγματος χάριν για τα άτομα του οξυγόνου και του υδρογόνου) χωρίς να είμαστε σε θέση να εξηγήσουμε τις ιδιότητες ενός πράγματος του ανώτερου επιπέδου (στο παράδειγμά μας, την υγρότητα του νερού). Η αδυναμία μας αυτή δεν έχει τίποτε το μυστηριώδες: οφείλεται στο γεγονός ότι έχουμε αποκλείσει τεχνητά ορισμένες ιδιότητες και, στην περίπτωση της νευροεπιστήμης, έναν ολόκληρο επιστημονικό κλάδο. Οι ιδιότητες αυτές αφορούν τον τρόπο με τον οποίο τα μέρη αλληλεπιδρούν για να σχηματίσουν ένα σύνολο, ένα ζήτημα δηλαδή καθόλου απλό (ας θυμηθούμε πόση δουλειά έχει επενδυθεί στις μεταβολές φάσης, τη φυσική στερεάς κατάστασης και το τρισδιάστατο σχήμα των πρωτεϊνών). Όσο για τον επιστημονικό κλάδο που αποκλείεται εδώ, πρόκειται για τη «θεωρία συστημάτων ελέγχου». Για να δούμε τι σημαίνει αυτό, ας σκεφτούμε δύο ρολόγια με διαφορετικές περιοδικότητες. Μετρούν το χρόνο, αλλά όχι με τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Το ένα είναι πιο γρήγορο, το άλλο πιο αργό. Όταν και τα δύο ρολόγια τοποθετηθούν στον ίδιο τοίχο παρατηρείται το φαινόμενο του συντονισμού. Τα δύο ρολόγια συγ-

χρονίζονται αλλά δεν ακολουθούν ούτε την περίοδο του ενός ούτε την περίοδο του άλλου. Η θεωρία συστημάτων ελέγχου αφορά πολλά, πάρα πολλά παρόμοια παραδείγματα. Όποτε δύο (ή περισσότερα) πράγματα τοποθετούνται μαζί και αλληλεπιδρούν σχηματίζοντας ένα σύστημα, αναδύεται κάτι νέο. Οι μηχανικοί αποκαλούν αυτά τα αναδύόμενα πράγματα «οιονεί πράγματα». Όταν βρισκόμαστε αντιμέτωποι με οιονεί πράγματα, αντί να σηκώσουμε τα χέρια ψηλά και να πούμε «βλέπω μια παράξενη περιοδικότητα, αλλά ένας θεός ξέρει σε τι οφείλεται», είναι δυνατόν να τα εξηγήσουμε πλήρως, αρκεί να έχουμε αρκετές πληροφορίες σχετικά με τις ιδιότητες των μερών (αυτό αντιστοιχεί στους όρους «συνάρτηση μεταφοράς» και «σχέση εισροής/εκροής») που χρησιμοποιούν οι μηχανικοί και σχετικά με τον τρόπο που αλληλεπιδρούν για να σχηματίσουν ένα όλο (αυτό είναι το «block diagram» των μηχανικών), και ολίγη άλγεβρα (π.χ. εξισώσεις διαφοράς και διαφορικές εξισώσεις, μετασχηματισμούς Laplace, γραμμική άλγεβρα, κ.λ.π.).

4.2. Ένα δεύτερο σχετικό ζήτημα (οι αβάσιμοι ισχυρισμοί ως παράδειγμα μη ικανοποιητικής αναγωγής): Το πρώτο επιχείρημα της εισήγησης αναφοράς κατά της ψυχονευρικής αναγωγής έχει ως εξής: «Πρώτον διότι, καθώς ανέφερα στην αρχή, τα σχετικά εμπειρικά δεδομένα είναι προφανώς ανεπαρκή να ξεχωρίσουν ποιο απ' όλα τα πρότυπα που κυκλοφορούν στέκει και ποιο όχι. Οπότε, λεω, εφ' όσον κανένα από τα συγκεκριμένα πρότυπα δεν χαιρεί γενικής αποδοχής και δεν επιβεβαιώνεται από τα εμπειρικά δεδομένα, ποιος ο λόγος να πιστέψουμε ότι, παρ' όλα ταύτα, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι τα ίδια δεδομένα επικυρώνουν την μεταφυσική θέση πως ο εγκέφαλος παράγει συνείδηση;» (στο #12). Η εισήγηση αναφοράς επιδεικνύει τον δέοντα σκεπτικισμό όσον αφορά τους ισχυρισμούς που έχουν ως τώρα δημοσιευτεί σχετικά με τη βιολογία της συνείδησης. Έχει υποστηριχθεί, παραδείγματος χάριν (από τον Wolf Singer και τους συνεργάτες του, μεταξύ άλλων) ότι της αντιληπτικής εμπειρίας και συνείδησης υπόκεινται ταλαντώσεις των 40 Hz (π.χ. Engel κ.ά. 1991). Συγκεκριμένα, μερικά από αυτά τα πειράματα έδειξαν ότι κύτταρα με παρόμοια δεκτικά πεδία που βρίσκονται σε διαφορετικά μέρη του φλοιού (π.χ. το ένα στη V1 και το άλλο στη V2) εκφορτίζονται με συντονισμένο περιοδικό τρόπο όταν στις γάτες στις οποίες ανήκουν παρουσιάζονται απλά οπτικά ερεθίσματα όπως ράβδοι με ένα συγκεκριμένο προσανατολισμό. Η Valerie Hardcastle έχει σχολιάσει προσφυώς τις ερμηνείες που εξάγονται πολλές φορές από αυτά τα πειράματα (Hardcastle 1996). Για να παρουσιάσουμε συνοπτικά μια κριτική της, κατηγορεί τους νευροεπιστήμονες ότι μελετούν ένα μηχανισμό που είναι δυνητικά υπεύθυνος για ένα φαινόμενο (π.χ. την κατάτμηση) άλλο από αυτό που είχαν ισχυριστεί ότι μελετούσαν (π.χ. τη σύνδεση). Η Hardcastle υποστηρίζει ότι για να μελετήσουν τη σύνδεση, οι επιστήμονες θα έπρεπε να είχαν απομονώσει κύτταρα που δεν είναι επιλεκτικά ως προς τον προσανατολισμό και που απαντούν σε κόκκινα ερεθίσματα καθώς και άλλα κύτταρα που απαντούν σε άχρωμες ράβδους με συγκεκριμένο προσανατολισμό και να εξετάσουν πώς οι εκφορτίσεις και των δύο κατηγοριών κυττάρων μεταβάλλονται όταν το ζώο στο οποίο ανήκουν βρίσκεται αντιμέτωπο με κόκκινες ράβδους του συγκεκριμένου προσανατολισμού. Θεωρώ ότι τέτοιου είδους φαινόμενα (δηλαδή οι αβάσιμοι ισχυρισμοί) είναι συνηθισμένα στην επιστήμη, ίσως λόγω των πιέσεων που αφορούν την επαγγελματική εξέλιξη και τη χρηματοδότηση, αλλά μου διαφεύγει το γιατί θα νόμιζε κανείς πως υποσκάπτουν τη πρόοδό της.

4.3. Ένα τρίτο σχετικό ζήτημα (η εσφαλμένη ταυτότητα ως παράδειγμα μη ικανοποιητικής αναγωγής): Είναι δυνατό να κάνουμε λάθος ως προς την ταυτότητα της ανάγουσας θεωρίας; Δεδομένου ότι οι άνθρωποι κάνουν λάθη, θα με εξέπλησσε αν δεν συνέβαινε που και που κάτι τέτοιο. Ένα πασίγνωστο παράδειγμα είναι η προσπάθεια να αναχθεί ο ηλεκτρομαγνητισμός στη νευτώνεια μηχανική (και η συνακόλουθη οντολογία του αιθέρα) και η εκπνοή της μετά το πείραμα Michelson-Morley. Ποια λοιπόν θα είναι η πιθανότερη ανάγουσα οντολογία στην περίπτωση του νου; Θα στοιχημάτιζα ότι η απάντηση εξαρτάται από το μέρος του νου για το οποίο ενδιαφέρεται κανείς. Οι ηλεκτρικές ιδιότητες μεμονωμένων νευρώνων (όπως στην περίπτωση της περιόδου ταλάντωσης που υπόκειται της αναπνοής), τα πρότυπα διακλάδωσης μεμονωμένων αξόνων (όπως στην περίπτωση του νόμου του Hering), δίκτυα νευρώνων που περιέχονται σε μεμονωμένους πυρήνες (όπως στην περίπτωση του νευρωνικού ολοκληρωτή), στιβάδες (όπως στην περίπτωση της γεννήτριας του κεντρικού προτύπου της κίνησης), δίκτυα νευρώνων που περιέχονται σε πολλούς πυρήνες (όπως στην περίπτωση της γεννήτριας ριπών του σακκαδικού συστήματος) ή ακόμη και δίκτυα ολοκληρώνων περιοχών του φλοιού (όπως υποθέτουν ορισμένα μοντέλα για τη διαδικασία του καθυστερημένου ταιριάγματος με το δείγμα, *delayed match to sample*) εικονογραφούν αυτό που εννοώ. Το χειρότερο είναι ότι, κατά πάσα πιθανότητα, όλα αυτά τα υποσπρώματα θα αποδειχθούν συγχρόνως και συνδυασμένα κρίσιμα. Πράγματι, η αναγωγή του νου στον εγκέφαλο όπως την οραματίζομαι, θα είναι πολυεπίπεδη, και οι ανάγουσες οντολογίες θα λειτουργούν ταυτόχρονα. Είναι πάρα πολλοί οι διαφορετικοί δίαυλοι που περιέχονται στις μεμβράνες των νευρώνων. Η κινητική τους, η εξάρτησή τους από το χρόνο και την τάση και η πολύπλοκη γεωμετρική τοποθέτησή τους δημιουργεί αναδύόμενα φαινόμενα (δηλαδή φαινόμενα που ζουν σε έναν κόσμο διαφορετικό από τον κόσμο των ιδιοτήτων των διαύλων) όπως το δυναμικό ενέργειας. Ο φορμαλισμός που στρατολογούμε για να χειριστούμε φαινόμενα αυτού του επιπέδου είναι οι νόμοι του Kirchoff, οι εξισώσεις ροής και οι εξισώσεις Hodgkin-Huxley. Χάρης, εν μέρει, στα δυναμικά ενέργειας, τα νευρικά κύτταρα συνδέονται με άλλα νευρικά κύτταρα σε πολύπλοκους σχηματισμούς διασυνδέσεων που και αυτοί προκαλούν αναδύόμενα φαινόμενα, όπως η πλαγία αναστολή. Σε αυτό το επίπεδο περιγραφής, ο φορέας της πληροφορίας, οι εξισώσεις που πρέπει να λυθούν και οι νόμοι που ορίζουν τους κανόνες του παιχνιδιού δεν είναι ούτε οι νόμοι του Kirchoff, ούτε οι εξισώσεις ροής, αλλά αυτά που αφορούν παλμοσειρές. Ακόμη και έτσι όμως, τα συστήματα διαφορικών εξισώσεων που περιγράφουν αυτά τα δίκτυα πολύ γρήγορα γίνονται ανεξέλεγκτα. Δίκτυα νευρικών κυττάρων αλληλεπιδρούν με άλλα δίκτυα νευρικών κυττάρων και σχηματίζουν μεγαλύτερες συστάδες κυττάρων όπως τα *patches* στον πρωτοταγή οπτικό φλοιό που επίσης επιδεικνύουν αναδύόμενες ιδιότητες (όπως το *cepstral filtering* που δίνει πληροφορίες για την αναντιστοιχία και συνεπώς για το βάθος) όταν συγκρίνονται με τα δίκτυα που τα συγκροτούν, κ.ο.κ. Το γεγονός ότι προϋποθέτει τόσα διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης, χτισμένα το ένα επάνω στο άλλο, τόσα αναγωγικά οντολογικά βήματα, που το ένα ακολουθεί το άλλο, είναι αποκλειστικό χαρακτηριστικό του εγκεφάλου και είναι αυτό που μας δυσκολεύει τόσο πολύ να δεχτούμε την οντολογική αναγωγή του νου σε αυτόν.

5. Απάντηση στο επιχείρημα «στοιχημάτισε ή πάψε»: Όπως είπα και στην αρχή, δεν αμφιβάλλω ότι η αναγωγή της ψυχολο-

γίας, τόσο της δημόδους που καθοδηγεί τις καθημερινές μας προσπάθειες να κατανοήσουμε τον εαυτό μας και τους συνανθρώπους μας, όσο και της επιστημονικής ψυχολογίας που διατυπώνει κανόνες, στη νευροεπιστήμη, πραγματοποιείται αυτή τη στιγμή. Αν ήθελα να δώσω παραδείγματα θα μου αρκούσε να απαριθμήσω ψυχολογικές θεωρίες που μπορούν να μεταφραστούν σε νευροεπιστημονικές θεωρίες, να δείξω πώς η τυπική δομή της πρώτης μεταφράζεται στην τυπική δομή της δεύτερης και να δώσω ένα γλωσσάριο για τη μετάφραση. Λόγω του βεληνεκούς αυτού του εγχειρήματος, τα όσα ακολουθούν είναι ένα συνονθύλευμα σχετικά πρόσφατων (οπωσδήποτε της μετά Σωκράτη εποχής) νευροεπιστημονικών δεδομένων και των ψυχολογικών φαινομένων που σχετίζονται με αυτά. Αν αποδειχθεί καιρικής σημασίας για τη συζήτησή μας, η εμπάθυνση στις τυπικές σχέσεις μεταξύ αναγόμενων και αναγουσών θεωριών θα αφεθεί για μια πιο κατάλληλη στιγμή.

5.1. Αντίληψη: Υπάρχουν πολλά παραδείγματα, αρχίζοντας από τα κλασικά πειράματα του ταιράσματος χρωμάτων και των εικόνων του Purkinje και καταλήγοντας στα πιο πρόσφατα που ασχολούνται με την προσοχή και τις οπτικές πλάνες. Τα ακόλουθα είναι ορισμένα που μου έρχονται στο νου. Α) Η νευροφυσιολογική εξήγηση που έδωσε ο Hartline για τις ζώνες Mach (μια αντιληπτική πλάνη) για την οποία πήρε το βραβείο Νομπέλ (Hartline 1940). Β) Η χρωματική αντιπαράθεση του Hering (οι γκριζοί δακτύλιοι φαίνονται κοκκινωποί όταν περικλείουν έναν πράσινο δίσκο και πρασινωποί όταν περικλείουν έναν κόκκινο δίσκο) και η σχέση της με τα γαγγλιακά κύτταρα χρωματικής αντιπαλότητας στον αμφιβληστροειδή (Helmholtz 1910). Γ) Η θεωρία «retinex» του Erwin Land και η σχέση της με τους φλοιικούς νευρώνες διπλής αντιπαλότητας (Land 1959). Δ) Η ψυχοφυσική της προπροσεκτικής όρασης του Julesz και η τυπική ομοιότητά της με τις ιδιότητες των κυττάρων της V1 που περιέγραψαν οι Hubel και Wiesel (Julesz 1971). Ε) Το σκαρίφημα των 2,5 διαστάσεων του Marr και η σχέση του με πολλά στοιχεία του οπτικού συστήματος των πρωτεύοντων (Marr 1982).

5.1.1. Επεξεργασία πληροφοριών και συνειδητότητα: θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι όλες αυτές οι διεργασίες μπορεί πράγματι να λαμβάνουν χώρα μέσα στον εγκέφαλο χωρίς να προκαλούν καμιά απολύτως συνειδητότητα. Αυτό είναι το φιλοσοφικό επιχείρημα σχετικά με τα «ζόμπι» που είναι συγχρόνως αληθές και ψευδές και που θα ήταν καλύτερο να συζητηθεί όταν αναφερθούμε στις ποιότητες (qualia). Για να αποφύγω το συνωστισμό (στο #5.5, πιο κάτω) θα το συζητήσω εδώ. Η έννοια κατά την οποία είναι αληθές είναι αρκετά απλή. Ας πάρουμε για παράδειγμα την τυφλή όραση, ένα σύμπτωμα που οφείλεται σε βλάβες στη V1. Οι ασθενείς που πάσχουν από αυτό ισχυρίζονται ότι δεν βλέπουν τίποτα, αν όμως πιεστούν μπορούν να κοιτάξουν προς την κατεύθυνση ενός οπτικού στόχου. Είναι φανερό ότι οι περισσότερες από τις διαδικασίες της #5.1. έχουν διατηρηθεί, φαίνεται όμως ότι η συμμετοχή τους δεν προσφέρει στους κατόχους τους τη συνειδητή αντίληψη των φώτων που βλέπουν. Κατά μια βαθύτερη έννοια, οι φιλόσοφοι που επικαλούνται το επιχείρημα των «ζόμπι» βασίζονται στην ιδέα ότι επειδή μερικές φορές δεν επαρκούν, οι σχετικά χαμηλού επιπέδου νευρωνικές διαδικασίες όπως οι παραπάνω δεν παίζουν και ρόλο στον ποιοτικό χαρακτήρα της υποκειμενικής εμπειρίας, ισχυρισμός που αποτελεί αυθαίρετη γενίκευση. Λόγου χάριν, τέτοιες χαμηλού επιπέδου διαδικασίες είναι αυτές που

κάνουν τα έγχρωμα αντικείμενα να φαίνονται επίπεδα όταν προβάλονται έτσι ώστε κάθε χρωματική επιφάνεια να αντανakλά την ίδια ποσότητα φωτός όπως κάθε άλλη (και δεκάδες άλλα υποκειμενικά φαινόμενα που απαριθμούν οι Livingston και Hubel, 1988).

5.2. Μάθηση και μνήμη: Έχουμε λόγους να πιστεύουμε ότι σε ένα όχι πολύ μακρινό παρελθόν η «μάθηση και μνήμη» ασκούσε τόση γοητεία στους φιλοσόφους όση ασκεί σήμερα η «συνείδηση». Θα έλεγα ότι η ψυχολογία του πρώτου ημίσεος του 20ού αιώνα είναι ψυχολογία της μάθησης και της μνήμης. Χωρίς αμφιβολία, υπάρχουν πολλά πράγματα μέσα στον εγκέφαλο που αλλάζουν όσο μαθαίνουμε και που παραμένουν αλλαγμένα για όσο καιρό θυμόμαστε. Θα ήταν άδικο να ισχυριστούμε ότι δεν γνωρίζουμε τίποτε για αυτή τη διαδικασία. Μάλιστα, τα περισσότερα από όσα γνωρίζουμε έχουν ανακαλυφθεί τα τελευταία 50 περίπου χρόνια.

5.3. Δράση και απόφαση: Είναι προφανές ότι μεγάλο μέρος της καθημερινής μας δραστηριότητας συνίσταται στον προσδιορισμό στόχων που επιχειρούμε να υλοποιήσουμε μέσα σε αντίξοες συνθήκες και στη διατήρηση της πορείας μας με αρκετή επιμονή ώστε να τους πετύχουμε παραμένοντας συγχρόνως ευέλικτοι και ανοικτοί σε τυχόν ευκαιρίες. Θα ήταν άδικο να ισχυριστούμε ότι δεν ξέρουμε τίποτε για το πώς ο εγκέφαλος ελέγχει τη δράση στα ζώα. Επαναλαμβάνουμε ότι τα περισσότερα από όσα γνωρίζουμε έχουν ανακαλυφθεί τα τελευταία 50 περίπου χρόνια. Πιο κοντά στο θέμα που μας απασχολεί, τόσο η νευροψυχολογία και η νευροφυσιολογία έχουν επιστρατευθεί στις προσπάθειες να φωτιστούν οι μηχανισμοί του προμετωπιαίου φλοιού που ευθύνονται για την εσωτερική αναπαράσταση στόχων και κανόνων του παιχνιδιού, την απόκτηση συνειρμών υπό όρους (κανόνων της μορφής «εάν-τότε») και το ρόλο των ντοπαμινεργικών εισόδων (που προέρχονται από το κοιλιακό καλυπτρικό πεδίο) που αφορούν την πρόβλεψη ανταμοιβών και την επίτευξή τους (Miller and Cohen 2001). Σε πιο μικροσκοπικό επίπεδο, βρίσκω συναρπαστική την περιγραφή από τον Jeff Schall (Schall και Hanes 1998) μιας κατηγορίας νευρώνων που ο ρυθμός πυροδότησής τους συμβαδίζει με την απόφαση ενός ζώου να ξεκινήσει μια κίνηση (ή να την συγκρατήσει).

5.4. Επίγνωση: Υπάρχουν περιπτώσεις όπου μικρές μεταβολές στη διαμόρφωση του ερεθίσματος αρκούν για να περάσει ένα υποκείμενο από μια κατάσταση κατά την οποία δεν έχει συνείδηση ενός αντιλήμματος σε μια κατάσταση κατά την οποία συνειδητοποιεί την ύπαρξη του αντιλήμματος. Οι απεικονιστικές μελέτες του Weiskrantz και των συνεργατών του σε ασθενείς που πάσχουν από τυφλή όραση και που μπορεί να έχουν ή να μην έχουν συνείδηση ενός οπτικού ερεθίσματος (ανάλογα με τη θέση του και, πράγμα εξαιρετικά ενδιαφέρον, από την ενεργοποίηση ή μη του πεδίου 46: Sahraie et al. 1997) φαίνονται να υπόσχονται πολλά. Σε πιο μικροσκοπικό επίπεδο, οι Nikos Logothetis και Jeff Schall έδειξαν ότι η άνω κροταφική αύλακα περιέχει κύτταρα που η εκφόρτίσή τους σχετίζεται με το αντίλημμα και όχι με το ερέθισμα σε περιπτώσεις διοφθαλμικού ανταγωνισμού (όταν, δηλαδή, στο ένα μάτι προβάλλεται ένα ερέθισμα, στο άλλο μάτι ένα άλλο ερέθισμα, και τα πρωτεύοντα, συμπεριλαμβανομένων και των ανθρώπων, αντιλαμβάνονται τότε το ένα και τότε το άλλο: Logothetis και Schall 1989).

5.5. Ποιότητες (Qualia): Θα αντιτείνετε ίσως πως όλη αυτή η προόδος αφορά παρατηρήσιμα φαινόμενα, και ότι οι πιθανότητες να ανάγουμε το νου στον εγκέφαλο μειώνονται όσο αρχίζου-

με να ασχολούμαστε με λανθάνουσες, ιδιωτικές, προσωπικές πτυχές της νοητικής μας ζωής. Έχει υποστηριχθεί (π.χ. Chalmers 1996) ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της συνειδητότητας συνιστούν το δύσκολο πρόβλημα της συνείδησης σε αντιπαράθεση με τα εύκολα προβλήματα (όλα όσα περιλαμβάνονται στο 5.1.) που οι περισσότεροι φιλόσοφοι δέχονται ότι μπορούν να υποστούν οντολογική αναγωγή. Εδώ θα δεχθώ αυτό που οι περισσότεροι φιλόσοφοι έχουν την ευγένεια να παραχωρήσουν. Επιπλέον, το περιεχόμενο της #5.1. πιο πάνω αρκεί για να αντικρούσει κανείς τις απόψεις όσων δεν κάνουν αυτήν την παραχώρηση. Έτσι, θα στρέψω την προσοχή μου στα «ποιοτικά χαρακτηριστικά» της συνείδησης όπως εκφράζονται από τα κατηγορήματα «κόκκινο», «γλυκό», «οδυνηρό» (#7 στην εισήγηση αναφοράς).

5.5.1. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα που δείχνουν ότι ο ποιτικός χαρακτήρας των υποκειμενικών νοητικών συμβάντων μπορεί να καταστεί αντικείμενο επιστημονικών αναζητήσεων. Το γεγονός, παραδείγματος χάριν, ότι οι γκρίζοι δακτύλιοι φαίνονται κοκκινωποί όταν περικλείουν ένα πράσινο δίσκο και πρασινωποί όταν περικλείουν έναν κόκκινο δίσκο, δεν έχει τίποτε το δημόσιο (η νευροφυσιολογική του εξήγηση δίνεται από τις διαδικασίες που αναφέρονται στο #5.1.A πιο πάνω). Ένα άλλο παράδειγμα που έρχεται στο νου αφορά ασθενείς με βλάβες της προόσθιας δεσμίδας του προσαγωγού οι οποίοι συχνά αναφέρουν ότι μπορούν ακόμη να εντοπίζουν την πηγή ενός οδυνηρού ερεθίσματος, αλλά ότι δεν τους απασχολεί πλέον (Vogt κ.ά. 1992). Τα σχόλια αυτά, όμως παίρνουν τις ποιότητες πολύ στα σοβαρά. Η οντολογική αναγωγή του νου στον εγκέφαλο αφήνει χώρο στην υποκειμενική ατομικότητα χωρίς να χρειαστεί να λάβει κανείς υπ' όψη του ποιότητες. Αυτό οφείλεται εν μέρει στο γεγονός ότι οι εγκέφαλοι εν γένει, και ειδικά ο ανθρώπινος εγκέφαλος, είναι εξαιρετικά πολύπλοκοι. Αποτελούνται από πολλά κύτταρα (οι τρέχουσες εκτιμήσεις για τον ανθρώπινο εγκέφαλο φτάνουν στα δέκα δισεκατομμύρια), τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με πολύπλοκους τρόπους (πιστεύεται ότι κάθε νευρώνας επικοινωνεί με άλλους 1000 νευρώνες), πράγμα που ανεβάζει τον συνολικό αριθμό των συνδέσεων στα δέκα τρισεκατομμύρια (10^{13}). Αν θεωρήσουμε ότι η ισχύς αυτών των συνδέσεων ποικίλλει σε μια κλίμακα του δέκα (όπου οι αδύναμες συνδέσεις παίρνουν την τιμή 1 και οι ισχυρές την τιμή 10), ο αριθμός των πιθανών καταστάσεων στις οποίες μπορεί να βρεθεί το σύστημα (δηλαδή ο αριθμός των πιθανών παραλλαγών) είναι $10^{10.000.000.000.000}$. Για να καταλάβουμε πόσο μεγάλος είναι αυτός ο αριθμός αρκεί να τον συγκρίνουμε με το 10^{87} , που είναι ο εκτιμώμενος αριθμός των σωματιδίων σε ολόκληρο το σύμπαν (μια σύγκριση που κάνει συχνά ο Paul Churchland: 1995). Δεν υπάρχει αμφιβολία πως η αναγωγή ενός νου σε έναν εγκέφαλο τέτοιας πολυπλοκότητας αφήνει πολλά περιθώρια για ατομικότητα. Αυτό το συμπέρασμα όμως έχει ένα κόστος. Κάνει τις ποιότητες (qualia) της προσωπικής εμπειρίας να χάσουν τη σημασία τους για την επιστήμη (και συνεπώς να μετατραπούν σε ψευδοπρόβλημα για τη φιλοσοφία). Δεν υπάρχει επιστήμη του υποκειμένου A.K.M. για τον ίδιο λόγο που δεν υπάρχει επιστήμη του αυτοκινήτου ROVER 216 Gsi με αριθμό κυκλοφορίας AMT 9937. Αν αυτό δεν παίρνει μπρος ένα πρωί, θα μεταφερθεί στο συνεργείο όπου ο μηχανικός θα ελέγξει την μπαταρία του, την αντλία τροφοδοσίας και τα μπουζί και, καθώς εχόντων των πραγμάτων, θα κάνει κάτι για να το βάλει μπροστά. Η επιστήμη της φυσικής στηρίζει σιωπηρά τις μετρή-

σεις και τις αποφάσεις του μηχανικού αυτοκινήτων, αλλά αυτό είναι το πλησιέστερο σημείο στο φτάνει η τέχνη του στη φυσική των μηχανών εσωτερικής καύσεως. Το ίδιο ισχύει και για τις υποκειμενικές εμπειρίες του A.K.M. Η νοσταλγία που τον καταλαμβάνει όταν μυρίσει μια μαντλέν μπορεί να είναι το εξαιρετικά ευχάριστο, διαφωτιστικό, συγκινητικό ή εκνευριστικό αντικείμενο της περιγραφής των πραγματικών ή φανταστικών αναμνήσεων του από ένα συγγραφέα, αλλά οι προσπάθειες του τελευταίου δεν είναι πιο κοντά στην επιστήμη από ό,τι η τέχνη του μηχανικού αυτοκινήτων στη φυσική.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bickle, J. *Psychoneural Reduction. The New Wave*, Cambridge, MA, MIT Press, 1998.
- Chalmers, D. J. *The Conscious Mind. In Search of a Fundamental Theory*, Oxford, Oxford University Press, 1996.
- Churchland, P. M. *The Engine of Reason, the Seat of the Soul*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1995.
- Davidson, D. *Essays on Actions and Events*, Oxford, Oxford University Press, 1980.
- Engel, A. K., Ksnig, P., Kreiter, A. K. and Singer, W. «Interhemispheric synchronization of oscillatory neuronal responses in cat visual cortex», *Science*, Wash. DC 252:1177-1179, 1991.
- Hardcastle, V. G. «The binding problem and neurobiological oscillations». In: *Toward a Science of Consciousness. The First Tucson Discussions and Debates*, (Eds.) S. R. Hameroff, A. W. Kāzniak, A. C. Scott. Cambridge, MA, MIT Press. 1996, pp. 51-65.
- Hartline, H. K. «The receptive fields of optic nerve fibers», *Am. J. Physiol.* 130:690-699, 1940.
- Helmholtz, H. *Treatise on Physiological Optics*, New York, Dover Publications, Inc., 1910.
- Hooker, C. A. *Towards a general theory of reduction. Part I: Historical and scientific setting*, *Dialogue* 20:38-59, 1981α.
- Hooker, C. A. *Towards a general theory of reduction. Part II: Identity in reduction*, *Dialogue* 20:201-236, 1981β.
- Hooker, C. A. *Towards a general theory of reduction. Part III: Cross-categorical reduction*, *Dialogue* 20:496-529, 1981γ.
- Julesz, B. *Foundations of Cyclopean Perception*, Chicago, The University of Chicago Press, 1971.
- Land, E. H. «Color vision and the natural image», *Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.A.* 45:116-129, 1959.
- Livingston, M. and Hubel, D. «Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, Physiology, and Perception», *Science* 240:740-749, 1988.
- Logothetis, N. K. and Schall, J. D. «Neuronal correlates of subjective visual perception», *Science* Wash DC 245:761-763, 1989.
- Marr, D. *Vision*, San Francisco, W.H. Freeman and Co., 1982.
- Miller, E. K. and Cohen, J. D. «An integrative theory of prefrontal cortex function», *Ann. Rev. Neurosci.* 24:167-202, 2001.
- Sahraie, A., Weiskrantz, L., Barbur, J. L., Simmons, A., Williams, S. C. R. and Brammer, M. J. «Pattern of neuronal activity associated with conscious and unconscious processing of visual signals», *Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.A.* 94:9406-9411, 1997.
- Schall, J. D. and Hanes, D. P. «Neural mechanisms of selection and control of visually guided eye movements», *Neural Networks* 11:1241-1251, 1998.
- Searle, J. R. *The Rediscovery of the Mind*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1995.
- Vogt, B. A., Finch, D. M. and Olson, C. R. «Functional heterogeneity in cingulate cortex: The anterior executive and posterior evaluative regions», *Cerebr. Cortex* 2:435-443, 1992.