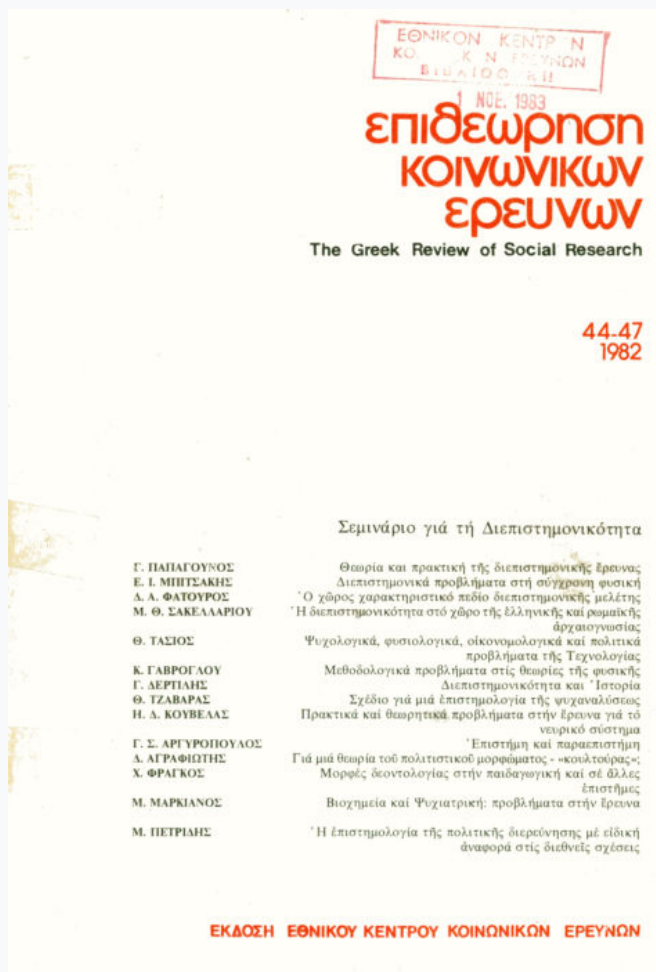


## The Greek Review of Social Research

Vol 44 (1982)

44-47



### Πρακτικά και θεωρητικά προβλήματα στην έρευνα για το νευρικό σύστημα

Ηλίας Δ. Κούβελας

doi: [10.12681/grsr.532](https://doi.org/10.12681/grsr.532)

Copyright © 1982, Ηλίας Δ. Κούβελας



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

#### To cite this article:

Κούβελας Η. Δ. (1982). Πρακτικά και θεωρητικά προβλήματα στην έρευνα για το νευρικό σύστημα. *The Greek Review of Social Research*, 44, 74-82. <https://doi.org/10.12681/grsr.532>

## Πρακτικά και θεωρητικά προβλήματα στην έρευνα για τό νευρικό σύστημα

Ἡλίας Δ. Κούβελας \*

Ἐνας ὄλο καί μεγαλύτερος ἀριθμός ἐπιστημόνων ἀσχολεῖται μέ τήν ἔρευνα στό νευρικό σύστημα. Καθένας ἀπό τούς ἐπιστήμονες αὐτούς μπαίνει ὄλο καί περισσότερο μέσα σέ μιά μεθοδολογία πού βλέπει τό νευρικό σύστημα ἀπό μιά τελείως διαφορετική σκοπιά, πού ὀρίζεται ἀπό τίς διάφορες ἐπιστήμες πού ἀσχολοῦνται μέ τό νευρικό σύστημα. Νά ἀναφέρω μερικές ἀπ' αὐτές: Ἡθολογία, ψυχολογία, φυσιολογία, φαρμακολογία, βιοχημεία, μοριακή βιολογία, ψυχιατρική. Ἐτσι, ὅμως, τό ἐρώτημα πού μπαίνει εἶναι τό πῶς τά εὐρήματα ἀπό ὅλες αὐτές τίς ἐπιστήμες εἶναι δυνατόν νά συνδυαστοῦν στό νά βρεθοῦν κάποιες συσχετίσεις μεταξὺ τῆς λειτουργίας τοῦ νευρικοῦ συστήματος καί αὐτοῦ πού ὀνομάζουμε συμπεριφορά. Μέ τό ἐρώτημα αὐτό θά ἀσχοληθῶ, δηλώνοντας ἐκ τῶν προτέρων ὅτι δέν ἔχω ἔτοιμη ὀλοκληρωμένη ἀπάντηση, καί ἀφοῦ κάνω προηγουμένως μιά βραχύτατη ἱστορική ἀναδρομή.

Ξεκινώντας ἀπό τόν διῦισμό τοῦ Descartes, ἡ ἀστική ἐπιστήμη καταλήγει τόν 18ο καί 19ο αἰώνα σ' ἕναν καθαρά ἀναγωγικό ἢ ἀπλοποιητικό ματεριαλισμό. Οἱ φυσιολόγοι τῶν μέσων τοῦ 19ου αἰώνα ὑποστήριζαν, καί γιά τήν ἐποχή τους αὐτό ἦταν κατόρθωμα, ὅτι ὁ ἐγκέφαλος ἐκκρίνει σκέψη, ὅπως οἱ νεφροί ἐκκρίνουν οὔρα, καί ὅτι ἡ εὐφυΐα ἦταν ἀποτέλεσμα τῆς δράσης τοῦ φωσφόρου. Σ' αὐτοῦ τοῦ εἴδους τίς μηχανιστικές ἀπόψεις οἱ Marx καί Engels ἀντιπαραθέτουν μιά διαλεκτική κατανόηση τῶν σχέσεων πού ὑπάρχουν σέ φαινόμενα διαφόρων ἐπιπέδων, δηλαδή τήν ἀντιμετώπιση τοῦ φαινομένου μέ τή μέθοδο τοῦ διαλεκτικοῦ ὕλισμου. Ἡ μέθοδος αὐτή ἄνθησε γιά ἕνα βραχύ χρονικό διάστημα στή Σοβιετική Ἐνωση κατὰ τή δεκαετία τοῦ 1920-30, ἀλλά δυστυχῶς στή δεκαετία 30-40 ἡ ἄνθηση αὐτή καταδικάστηκε σέ μαρasmus κάτω ἀπό τήν πίεση μιᾶς μηχανιστικῆς ἐρμηνείας τῆς συμπεριφορᾶς μέ τήν παβλο-

\* νευροφυσιολόγος, Ἱατρική Σχολή Πανεπιστημίου Πατρῶν

Σημείωση: Γιά τή διατύπωση τοῦ κειμένου αὐτοῦ ἔλαβα ὀψὴν μερικές ἀπό τίς παρατηρήσεις πού ἔγιναν ἀπό τούς ἀκροατές τῆς ὁμιλίας μου στά σεμινάρια γιά τή διεπιστημονική ἔρευνα, ὅπως ἐπίσης καί σκέψεις πού βγῆκαν μετὰ ἀπό συζητήσεις μέ τό φίλο Στέφανο Τραχανά, τό καλοκαίρι τοῦ 1981. Ἡ μελέτη, ἐπίσης, τοῦ βιβλίου τοῦ T. S. Kuhn, *Ἡ δομὴ τῶν ἐπιστημονικῶν ἐπαναστάσεων*, μέ βοήθησε νά ξεκαθαρίσω, ἴσως, μερικά πράγματα, τά ὁποῖα, ὅταν ἔγινε ἡ ὁμιλία μου, δέν μοῦ ἦταν καθαρά.

βιανή φυσιολογία, πού οδήγησε σέ έναν περιβαλλοντικό ντετερμινισμό, παρόμοιο μέ τή σκιννεριανή αντίληψη πού άνθησε στή Δύση.

Πιστεύω ότι τό φαινόμενο αυτό θά πρέπει νά μελετηθεί από μιά μαρξιστική σκοπιά, όπως έχει ήδη συμβεί μέ τόν μιτσοουρινισμό του Lyssenko από τόν Γάλλο μαρξιστή φιλόσοφο Dominique Lecourt.

Άς επανέλθουμε όμως στή Δύση γιά νά μελετήσουμε πλέον τό τί συμβαίνει σήμερα εκεί. Υπάρχουν βασικά δύο θέσεις. Η μία πού επικρατεί κυρίως ανάμεσα στους ήθολόγους καί ψυχολόγους καί τούς επιστήμονες πού ασχολούνται μέ ηλεκτρονικούς ύπολογιστές καί πού υποστηρίζει ότι συμπεριφορά πρέπει νά έρμηνευτεί μέ συστήματα μοντέλων καί ότι γιά νά φτιάξει κατείς ένα τέτοιο σύστημα δέν χρειάζεται νά ξέρει καί πολλά γιά τό πώς είναι φτιαγμένος ο έγκέφαλος. Η άλλη άποψη, πού επικρατεί ανάμεσα στους βιοχημικούς, μοριακούς βιολόγους καί φυσιολόγους, είναι ή καθαρά αναγωγική άποψη καί υποστηρίζει ότι φαινόμενα ανώτερης τάξης, όπως ή συμπεριφορά, προκαλούνται από φαινόμενα κατώτερης τάξης. Πρόκειται γιά τήν αναγωγική νευροβιολογία πού έχει σκοπό νά κατεβάσει τά φαινόμενα ανώτερης τάξης σέ φαινόμενα κατώτερης τάξης, νά μάς πει ότι ή συμπεριφορά δέν είναι τίποτε άλλο παρά τό αποτέλεσμα μοριακών φαινομένων πού καθοδηγούνται από τά γονίδια. Οί δύο αυτές άπόψεις οδηγούν σέ διαφορετικές έρευνητικές στρατηγικές καί έχουν μεγάλη κοινωνική καί πολιτική άπήχηση.

Προτού προχωρήσω στήν κριτική τών θεωριών αυτών, θεωρώ σκόπιμο νά κάνω μιά παρένθεση. Υπάρχει μιά ομάδα επιστημόνων μέ πολύ αξιόλογο έρευνητικό έργο, κυρίως στήν νευροφυσιολογία, πού αντιτίθεται στις παραπάνω θεωρίες. Κύριος εκπρόσωπος από τούς επικριτές είναι ο John Eccles καί τό βιβλίο πού έχω υπόψη μου είναι αυτό πού έγραψε μαζί μέ τόν Karl Popper, *The Self and Its Brain*. Οί Eccles καί Popper αντιπαραθέτουν στόν ύλισμό τών παραπάνω θεωριών μιά ιδεαλιστική άποψη μέ τήν εισαγωγή του Κόσμου 3 πού είναι τό προϊόν του ανθρώπινου νοῦ (μεταφράζω τήν άγγλική λέξη mind). Ο Karl Popper στή σελίδα 430 του βιβλίου πού άνέφερα (έκδοση Springer, 1977) λέει: «Ο Κόσμος 3 είναι κατά κάποιον τρόπο ένα είδος πλατωνικού κόσμου ιδεών, ένας κόσμος πού δέν υπάρχει κάπου άλλα πού έχει παρουσία, πού άντιδρά, κυρίως μέ τόν ανθρώπινο νοῦ, στή βάση, ασφαλώς, τής ανθρώπινης δραστηριότητας». Ο John Eccles στήν ίδια σελίδα θεωρεί τήν παρουσίαση αυτή του Κόσμου 3 ως σημαντική καί ενδιαφέρεται άπλως νά μάθει γιά τήν ιστορία του κόσμου αυτού. Έτσι, ξαναγυρίζουμε στήν ουσία σέ μιά μορφή δυϊσμού, παρόμοια μέ αυτή πού πρέσβευε ο Descartes. Έτσι, ο Eccles, όπως καί παλιότερα ο Sherrington, καταλήγει στόν ιδεαλισμό μέσα από τά ηλεκτροδία του πού τά πάλευε μιά ολοκληρη ζωή μέ άκράδαντη πίστη ότι εκείθά εῦρισκε τήν απάντηση γιά τί σχέση έγκεφάλου καί συμπεριφοράς. Νομίζω ότι είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον φαινόμενο άλλα δέν θά έπιμείνω περισσότερο, γιατί νομίζω ότι άπόψεις αυτού του τύπου δέν έχουν ιδιαίτερη άπήχηση. Κλείνω λοιπόν τήν παρένθεση κι έρχομαι στή θεωρία τών μοντέλων. Σύμφωνα μέ τήν άποψη αυτή, οί οργανισμοί δέν είναι τίποτε άλλο παρά πολύπλοκοι ηλεκτρονικοί ύπολογιστές πού αποτελούνται από ειδικά λειτουργικά συστατικά πού παράγουν ειδικές απαντήσεις, οί όποιες είναι προϊόντα ενός αυθαίρετου αριθμού από

μαῦρα κουτιά καί ἀπό συνδέσεις μεταξύ τους. Ἔτσι, σκοπός τῆς ἔρευνας θὰ πρέπει νά εἶναι ὁ διαχωρισμός μιᾶς δοσμένης μορφῆς συμπεριφορᾶς στά συνιστώμενα τῆς στοιχεῖα. Παραδείγματα μορφῶν συμπεριφορᾶς πού ἔχουν ἀναλυθεῖ μ' αὐτόν τόν τρόπο εἶναι αὐτές πού κατευθύνονται πρὸς κάποιον σκοπὸ καί πού χρησιμοποιοῦν διάφορες στρατηγικὲς γιὰ τὴν ἱκανοποίηση τοῦ σκοποῦ αὐτοῦ, ὅπως ἕνας ἀπεριόριστος ἀριθμὸς ἀπὸ μαῦρα κουτιά πού μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν γιὰ νὰ κατασκευαστοῦν μοντέλα πού θὰ προλέγουν ἢ θὰ ἐρμηνεύουν ἐκ τῶν ὑστέρων ἕνα φαινόμενο συμπεριφορᾶς. Τὸ πρόβλημα αὐτὸ μὲ αὐτὸ τὸ εἶδος τῆς ἀφηρημένης κατασκευῆς μοντέλων μὲ λειτουργικὰ κουτιά εἶναι ὅτι, ἂν καί μπορεῖ νά στέκει θεωρητικὰ, εἶναι πολὺ πιθανὸ ν' ἀποτύχει σ' ἕνα τέστο πραγματικότητας. Ἕνας ἀτελειώτος ἀριθμὸς ἀπὸ μοντέλα εἶναι πάντα δυνατός γιὰ ὁποιοδήποτε ἀποτέλεσμα, καί κάθε ἀποτυχία στό τέστο πραγματικότητας μπορεῖ πάντα νά διορθωθεῖ προσθέτοντας ἢ ἀφαιρώντας κάποια λειτουργικὰ κουτιά καί ἡ ἱστορία νά προχωρήσει ἐπ' ἀπειρον.

Καί ἐδῶ ἐρχόμαστε στὴν κοινωνικὴ βιολογία, ἡ ὁποία σέ ὅλη αὐτὴ τὴν ὑπόθεσις εἰσάγει μιὰ κατηγορία μαύρων κουτιῶν πού λέγονται γινώδια, συνδέοντας ἔτσι τὴ μέθοδο τῶν μοντέλων μὲ τὴν ἀναγωγικὴ μέθοδο.

Ἡ κοινωνικὴ βιολογία, ὅπως ἐκφράζεται στό περίφημο πλέον βιβλίον τοῦ Wilson, *Sociobiology: The New Synthesis*, Harvard Press, 1975, εἶναι ἡ πλέον ἐξελιγμένη ἔκφρασις τοῦ βιολογικοῦ ντετερμινισμοῦ πού τὸν περασμένο αἰῶνα στηριζόταν στὴν ἀνατομία καί ἐμβρυολογία, ἐνῶ σήμερα στηρίζεται στὴ γενετική. Ἡ κατασκευὴ μιᾶς ντετερμινιστικῆς θεωρίας ἔξικινεῖ ἀπὸ τὴν προσεκτικὴ ἐπιλογή στοιχείων γιὰ τὴν κατασκευὴ μιᾶς εἰκόνας τῆς ἀνθρώπινης ἱστορίας, τῆς ἐθνογραφίας καί τῶν κοινωνικῶν σχέσεων. Σκοπὸς τῆς προσπάθειας αὐτῆς εἶναι ἡ δημιουργία τῆς ἐντύπωσης ὅτι οἱ κοινωνίες τοῦ ἀνθρώπου εἶναι ἔκφρασις μιᾶς «βιολογικῆς» ὄντότητας καί ἔχουν πάντα τίς ἴδιες τάσεις. Ἀφοῦ ἔχουν κατασκευάσει λοιπὸν μιὰ εἰκόνα τῆς «ἀνθρώπινης φύσης», οἱ κοινωνικοὶ βιολόγοι προσπαθοῦν νά δείξουν ὅτι αὐτὴ ἡ «ἀνθρώπινη φύσις» εἶναι ἀποτέλεσμα φυσικῆς ἐπιλογῆς. Γιὰ νὰ τὸ κάνουν αὐτὸ προχωροῦν σέ μιὰ σειρὰ ἀπὸ θεωρητικὰ ἐπιχειρήματα. Πρῶτα προσπαθοῦν νά καθιερώσουν τὴν ἄποψη ὅτι ἡ ἀνθρώπινη κοινωνικὴ ὀργάνωσις εἶναι ἕνα ἀπλό παράδειγμα μιᾶς γενικῆς κατηγορίας κοινωνικῆς ὀργάνωσις στό βασίλειον τῶν ζῶων. Ἔτσι, ἐλπίζουσι νά καθιερώσουν μιὰ ἐξελικτικὴ ἱστορία τῶν κοινωνικῶν φαινομένων παρὰ μιὰ ἱστορία τοῦ ἀνθρώπου. Ὑποχρεωτικὰ, τὸ δεύτερον σκαλοπάτι εἶναι ἡ διαβεβαίωσις ὅτι οἱ διάφορες μορφές τῆς ἀνθρώπινης συμπεριφορᾶς εἶναι γενετικὰ προγραμματισμένες. Τὸ σκαλοπάτι αὐτὸ εἶναι ἀπαραίτητο, γιατί ἡ σύγχρονη θεωρία τῆς ἐξέλιξης μὲ φυσικὴ ἐπιλογὴ ἀπαιτεῖ νά ἔχει τὸ ἐμφανιζόμενο χαρακτηριστικὸ γενετικὴ βάση. Χωρὶς γενετικὴ ποικιλότητα δέν ὑπάρχει ἐξέλιξις μὲ τὴ βιολογικὴ ἔννοια. Στὸ σημεῖον αὐτὸ, οἱ κοινωνιοβιολόγοι ἀντιτίθενται καί στὸν ψυχολογικὸν ντετερμινισμόν τοῦ Skinner καί σέ κάθε θεωρία πού ὑποστηρίζει τὴν αὐτόνομη ἀνάπτυξιν τῆς ἀνθρώπινης ἱστορίας σύμφωνα μὲ τὴ δικὴ τῆς δυναμικὴ. Στὴν πραγματικότητα, οἱ κοινωνιοβιολόγοι δέν μᾶς δίδουν καμιά ἀπόδειξιν γιὰ τὴν ὑπαρξιν γενετικῆς βάσεως ὅσον ἀφορᾷ τὴν ἀνθρώπινην κοινωνικὴν συμπεριφορὰν. Τὸ κύριον λάθος αὐτοῦ τοῦ μέρους τῆς θεωρίας εἶναι ὅτι χωρίζει ἀθαίρετα τὴν ἀνθρώπινην συμπεριφορὰν σέ κομ-

μάτια, όπως «ξενοφοβία», «έπιθυμία κατάκτησης εδάφους», «κονφορμισμός», «θρησκεία», και κατόπιν υποστηρίζει ότι αυτές οι αθαίρετα φτιαγμένες μορφές αντίστοιχούν σε στοιχεία της κληρονομικότητας. Πρόκειται για κλασικό επιστημονικό λάθος, όπου νοητικές δομές προβάλλονται σάν φαινόμενα σαφή και ξεχωρισμένα τό ένα από τό άλλο πού μπορούν να θεωρηθούν και να περιγραφούν άντικειμενικά. Τό τρίτο σκαλοπάτι για μία εξέλικτική θεωρία της συμπεριφοράς είναι να δειχθεί ότι κάθε χαρακτηριστικό της ανθρώπινης συμπεριφοράς βοηθάει στην προσαρμογή, δηλαδή οδηγεί σε μεγαλύτερη ικανότητα άναπαραγωγής. Έτσι, για κάθε χαρακτηριστικό, όπως «άγάπη», «φθόνος», «ξενοφοβία» κτλ., πρέπει να έφευρεθεί μία πιθανή ιστορία πού να εξηγήι γιατί οι κάτοχοι αυτών των ιδιοτήτων θ' αφήσουν περισσότερους απογόνους στό μέλλον. Έδω πλέον ο κατασκευαστής της θεωρίας μπορεί να πεί ότι έλει, άρκει να έχει φαντασία και έφευρετικότητα. Κά ή μεγάλη έφευρεση στό σημείο αυτό είναι τά λεγόμενα «άλτρουϊστικά γονίδια», τά όποια κωδικοποιούν ιδιότητες πού δέν οδηγούν άπαραίτητα στό να αφήσει περισσότερους απογόνους τό ίδιο άτομο, αλλά και οι συγγενείς του έπωφελούνται από τίς ιδιότητες αυτές. Έτσι, δημιουργείται μία θεωρία πού δέν δίνει τή δυνατότητα να έλέγξουμε τήν όρθότητα ή τό έσφαλμένο αυτών πού υποστηρίζει και ή όποια καταφεύγει στην έφεύρεση νέων μαύρων κουτιών πού λέγονται άλτρουϊστικά γονίδια, για να έξπερσεί τά άδιέξοδά της. Δέν είμαι γενετιστής, γι' αυτό προτιμώ να σās μεταφέρω τήν άποψη του γενετιστή και κοινωνιοβιολόγου Richard Dawkins, ό όποιος, στό πολύ γνωστό βιβλίο του, *The Selfish Gene*, Oxford University Press, 1976, λέει για τίς παρόμοιες άπόψεις του Lorenz και του Afrey: «Έχουν κάνει τήν καταστρεπτική παραδοχή ότι τό σημαντικό στην εξέλιξη είναι τό καλό του είδους ή της ομάδας και όχι τό καλό του άτόμου ή του γονιδίου». Βέβαια, και ό Dawkins, όντας γενετιστής και φτάνοντας σε άδιέξοδο, προσπαθώντας να δει τή συμπεριφορά μέ τό μάτι του γενετιστή και μόνο, καταλήγει στό να έφεύρει τό Μιμήδιο (Meme), πού προέρχεται από τή λέξη Μίμηση και γονίδιο, για να εξηγήσει τήν ανθρώπινη συμπεριφορά μέ ένα νέο μοντέλο και να παντρέψει τήν κοινωνική βιολογία μέ τόν ιδεαλισμό. Τά Μιμήδια είναι στοιχειώδεις μονάδες συμπεριφοράς, οι όποιες, διπλασιαζόμενες, όπως τά γονίδια μέσα από τή μίμηση, διατηρούν τήν ύπαρξή τους μέσα από έναν πολύ μεγάλο αριθμό άτόμων πού άποτελούν όχηματα μεταφοράς και έκφρασης των στοιχειωδών αυτών μορφών συμπεριφοράς. Έισως να φαίνονται άστεία όλα αυτά, αλλά δέν είναι άς μήν ξεχνάμε ότι ό θετικισμός και ιδεαλισμός-μυστικισμός χαρακτηρίζουν τήν άστική ιδεολογία. Θά ήθελα να κλείσω τή συζήτησή μου για τή μέθοδο των μοντέλων μέ δυό άκόμη παρατηρήσεις πού θά τίς πώ κάπως σχηματικά.

1) Όλες οι μέθοδοι πού χρησιμοποιούν μοντέλα για να έρμηνεύσουν τή συμπεριφορά, στην ουσία μετατρέπουν τίς λειτουργίες σε άντικείμενα, χρησιμοποιούν ουσιαστικά εκεί πού θά έπρεπε να χρησιμοποιούν ρήματα για να περιγράψουν λειτουργίες πού άλληλεπιδρούν ή μία στην άλλη. Όταν όμως μία λειτουργία μετατρέπεται σε άντικείμενο, τότε πρέπει κάπου αυτό τό άντικείμενο να είναι τοποθετημένο μέσα σε κάποια κύτταρα ή σε κάποια αθαίρετα γονίδια. Οι θεωρίες αυτές δέν έχουν καταφέρει να διακρίνουν τά άντικεί-

μενα ἀπό τίς λειτουργίες.

2) Οἱ προσεγγίσεις μέ μοντέλα δέν εἶναι σέ θέση νά δώσουν μιὰ «ἐρμηνεία» τῆς σχέσης ἐγκεφάλου-συμπεριφορᾶς, διότι ὄλες, ἀπ' ὅ,τι ξέρω, ἐπιδιώκουν μιὰ συνέπεια μέ τόν ἑαυτό τους καί ὄχι μέ τήν ἀνατομία, τή φυσιολογία καί τή βιοχημεία τοῦ ἐγκεφάλου. Ἄς μοῦ ἐπιτραπεῖ νά πῶ, ἴσως μέ φιλαρέσκεια, ὅτι ἔστω καί μιὰ μικρή καινούργια πληροφορία γιά τήν ἀνατομία ἢ τή φυσιολογία ἢ τή βιοχημεία τῆς σύναψης ἀξίζει περισσότερο ἀπό ὀσαδήποτε μοντέλα καί νά φτιάξουμε.

Ἐδῶ τελειῶνω μέ τήν προσέγγιση τῶν μοντέλων καί ἔρχομαι στόν ἀναγωγισμό τόν ὁποῖο νομίζω ὅτι ἀποδέχονται οἱ περισσότεροι ἐπιστήμονες, ὅπως ἐπιστήμονες πού ἀσχολοῦνται μέ τό νευρικό σύστημα, κυρίως ὁμως οἱ βιοχημικοί καί μοριακοί βιολόγοι, κατά δεύτερο λόγο οἱ φυσιολόγοι καί ἕνας σημαντικός ἀριθμός ψυχολόγων καί ψυχιάτρων. Δέν εἶναι βέβαια μόνο στίς ἐπιστήμες τῆς συμπεριφορᾶς πού ἐπικρατεῖ αὐτός ὁ ἄκρατος ἀναγωγισμός. Ὁ ἀναγωγισμός στίς ἐπιστήμες τοῦ νευρικοῦ συστήματος στηρίζεται στήν ἐξῆς, θά ἔλεγα, ἀρχή. Τό DNA καθορίζει τήν πρωτοταγή δομή τῶν πρωτεϊνῶν, ἢ πρωτοταγῆς δομή καθορίζει τή στερεοδομή τους καί τήν ἐνζυμική δραστηκότητά τους, ἢ στερεοδομή καί ἢ ἐνζυμική δραστηκότητα καθορίζει τήν ἀρχιτεκτονική τοῦ κυττάρου, ἢ κυτταρική ἀρχιτεκτονική καθορίζει τήν κυτταρική λειτουργία, ἢ κυτταρική λειτουργία καθορίζει τή συμπεριφορά. Ἔτσι, οἱ ἀναγωγιστές προσπαθοῦν νά ἀναγάγουν τή συμπεριφορά στό DNA, ἕνα εἶδος ἱμπεριαλισμοῦ τῆς βιοχημείας καί τῆς μοριακῆς βιολογίας στήν ψυχολογία. Πρόκειται γιά ἕναν τρόπο ἐρμηνείας δογματικό καί ἀπαγορευτικό γιά κάθε ἄλλη δυνατότητα σκέψης πάνω στά φαινόμενα τῆς συμπεριφορᾶς καί τῆς σύνδεσῆς τῆς μέ τή λειτουργία τοῦ ἐγκεφάλου. Γιά πολλοῦς ἀναγωγιστές δέν ὑπάρχουν οὔτε κᾶν πολλαπλοί δρόμοι οὔτε κᾶν ἢ δυνατότητα εὐελξίας στή μετάβαση ἀπό φαινόμενα κατώτερης τάξεως σέ φαινόμενα ἀνώτερης τάξεως. Πρόκειται γιά μιὰ ὅσο γίνεται πιό αὐστηρή μεταφορά τοῦ κεντρικοῦ δόγματος τοῦ Crick: DNA—RNA—πρωτεῖνες στή συμπεριφορά. Τά ἀποτελέσματα μιᾶς τέτοιας μηχανιστικῆς μεταφορᾶς εἶναι μερικές φορές τόσο συγχυτικά πού ἀναρωτιέται κανεῖς ἂν τά καλά ἀποτελέσματα πού ἔφερε ἢ ἀνακάλυψη τῆς χρυσῆς ἔλικας εἶναι τόσα ὅσα καί τά κακά τῆς. Καί γίνομαι πιό συγκεκριμένος. Οἱ ἀναγωγιστές ὑποστηρίζουν ὅτι συγκεκριμένα μοριακά γεγονότα εἶναι ἢ αἰτία συγκεκριμένων φαινομένων στή συμπεριφορά. Ἄκριβῶς, δηλαδή, ὅπως μιὰ σημειακή μετάλλαξη στό γονίδιο τῆς αἰμοσφαιρίνης προκαλεῖται ἀπό τή μεταβολή σ' ἕνα ἀμινοξύ στό μόριο τῆς αἰμοσφαιρίνης πού προκαλεῖ τή γνωστή δρεπανοκυτταρική ἀναιμία, ἔτσι καί μιὰ σημειακή μετάλλαξη σέ κάποιο ἄλλο γονίδιο εἶναι ἢ αἰτία γιά μιὰ διανοητική ἀνεπάρκεια. Εἶναι φανερό ὅτι μιὰ τέτοια προσέγγιση τῆς συμπεριφορᾶς ὀδηγεῖ ὑποχρεωτικά σέ μιὰ συγκεκριμένη μορφή ἔρευνας πού ἐπιδιώκει νά ἀναγάγει τή συμπεριφορά τοῦ ἀτόμου σέ συγκεκριμένα μοριακά φαινόμενα. Παράδειγμα τέτοιου τύπου ἐρευνῶν ἢ συμπερασμάτων εἶναι ἢ προσπάθεια ἀπομόνωσης RNA, πρωτεϊνῶν ἢ πεπτιδίων πού παράγονται κατά τή μάθηση καί κωδικοποιοῦν γιά μιὰ συγκεκριμένη μνήμη, ἢ τό ὅτι ἢ ἀύξηση τῶν ἐπιπέδων τῆς νοραδρεναλίνης στόν ὀσφρητικό βολβό ὀρισμένων ποντικῶν εἶναι ἢ αἰτία τῆς «ἐπιθετικότητας», ἢ ὅτι ἢ

μεταβολή τών επιπέδων τής ντοπαμίνης είναι ή αίτια τής σχιζοφρένειας. Έλεγα πρίν από λίγο ότι μιá τέτοια θεώρηση είναι τόσο δογματική πού λειτουργεί άπαγορευτικά για κάθε δυνατότητα άλλου τύπου θεώρησης τών πραγμάτων. Πέρα όμως άπ' αυτό, υπάρχουν και όρισμένα πρακτικά άποτελέσματα στο κοινοτικό επίπεδο. Μέ τρία παραδείγματα θά δείξω τί έννοώ μ' αυτό. Όταν ξέσπασαν οι συγκρούσεις στά slums τής Άμερικής στη δεκαετία του '60, στο *Journal of American Medical Association* γράφονται τά εξής: Τόμος 201, σελ. 895 (1967). Mark, V. M., Ervin, F.: «Είναι ένδιαφέρον νά καταλάβουμε ότι μόνο ένας μικρός αριθμός από τά εκατομμύρια πού ζούνε στά slums πήραν μέρος στις βίαιες διαδηλώσεις. Δέν υπάρχει εδώ κάτι περίεργο πού διαφοροποιεί τόν βίαιο κάτοικο τής φτωχογειτονιάς από τόν φιλήσυχο γείτονά του... Υπάρχουν σοβαρές άποδείξεις ότι διαταραχές τής λειτουργίας του έγκεφάλου παίζουν σημαντικό ρόλο για τί δημιουργία βίαιης και έπιθετικής συμπεριφοράς. Χρειάζεται έντατική έρευνα και κλινικές μελέτες γι' αυτούς πού συμμετέχουν στις βίαιες αυτές έκδηλώσεις».

Τό 1971, ό τότε πρόεδρος τής American Association for the Advancement of Sciences, H. B. Glass, έγραψε στο περιοδικό *Science* 171, 23-29, στο άρθρο του μέ τόν τίτλο «Science; Endless Horizons or Golden Age» (Έπιστήμη: Ορίζοντες χωρίς τέλος ή ό χρυσός αιώνας): «Οραματιζόμαστε τήν ήμέρα πού θά μπορούσαμε μέ συνδυασμό άμνιοπαρακέντησης και έκτρωσης ν' άπαλλαγούμε από ανθρώπους σάν τούς ΧΥΥ».

Τήν ίδια εποχή, ό γενετιστής Ashley Montagu γράφει στο γνωστό φιλελεύθερο περιοδικό *Psychology today*: «Νά σκεφτούμε πολύ σοβαρά μήπως είναι καιρός και είναι έπιθυμητό νά ελέγχουμε τόν χρωματωματικό τύπο όλων τών παιδιών μόλις γεννιούνται ή άμέσως μετά. Έξοπλισμένοι μέ αυτή τήν πληροφορία, ίσως νά είναι δυνατό νά ψάξουμε για τά κατάλληλα προληπτικά ή άλλου τύπου μέτρα σέ πολύ άρκετή ηλικία», τόμος 1 (9), 43-49. Ό ίδιος όμως ό Ashley Montagu, σέ βιβλίο πού έκδόθηκε τό 1976, μέ τίτλο *The Nature of Human Aggression*. Oxford University Press, γράφει: «Είναι φανερό, ένα έπιπλέον χρωμόσωμα Υ δέν είναι βίαιο χρωμόσωμα» και παρακάτω: «Η έρευνα για τό ΧΥΥ είναι πραγματικά ένα υποδειγματικό μάθημα για τό πώς δέν πρέπει νά εξάγονται πρόωρα συμπεράσματα». Τό πρόβλημα όμως κατά τή γνώμη μου δέν είναι στά πρόωρα συμπεράσματα, αλλά στο ότι ή θεωρία είναι έτσι φτιαγμένη, ώστε νά εξάγει υποχρεωτικά τέτοια συμπεράσματα.

Πολλοί έπιστήμονες έχουν διαπιστώσει τά προβλήματα πού περιέγραφα μέχρι εδώ και έχουν βρει διάφορους τρόπους μέ τούς όποιους προσπαθούν νά τά παρακάμψουν.

1) Ό ένας τρόπος είναι ή άρνηση, άς πούμε, κάθε διαλόγου μέ τούς άναγωγιστές, μιá πού ή βιοχημεία και ή μοριακή βιολογία χειρίζονται έννοιες διαφορετικές και πολύ φτωχότερες σέ περίεχομένο από αυτές τών έπιστημών τής συμπεριφοράς, μέ άποτέλεσμα νά είναι έπιστημολογικά άμοιβαία άπορριπτόμενες. Μιá άκραία έκφραση μιās τέτοιας άποψης είναι αυτή πού διατυπώθηκε από τήν Ruth Hubbard σ' ένα τελευταίο συνέδριο, πού ύποστηριζε ότι τά μόρια δέν έχουν σχέση μέ τή μνήμη. Φοβάμαι ότι τέτοιες άποψεις οδηγούν πάλι σέ μιá μορφή δυσίμου· αυτή τή φορά από άριστεριστές, θά έλεγα.

2) Μιά άλλη άποψη, πού είναι τυπικό παράδειγμα αγγλοσαξωνικού πραγματισμού, είναι αυτή πού λέει ότι τά μοριακά φαινόμενα είναι αίτια τής συμπεριφοράς, αλλά και φαινόμενα συμπεριφοράς μπορούν να είναι αίτια μοριακών φαινομένων. Είναι σάν δύο κυλιόμενες κλίμακες πού ή μία ανεβαίνει και ή άλλη κατεβαίνει κατά μήκος τής αναγωγικής άλυσίδας, για τήν όποία προφανώς δέν υπάρχει άμφιβολία ότι υπάρχει. Δέν νομίζω λοιπόν ότι καί αυτό τόν τρόπο άντιμετωπίζεσαι τό πρόβλημα.

3) Η τρίτη άποψη είναι να κατατάξουμε τά φαινόμενα σε δύο κατηγορίες: Η μία είναι τά βιοχημικά φαινόμενα και ή άλλη τά φαινόμενα συμπεριφοράς. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ή περίφημη διαίρεση τών ψυχώσεων σε οργανικές και λειτουργικές. Νομίζω ότι και τέτοιες διαιρέσεις είναι μάλλον άφελεις.

4) Η τέταρτη, πραγματιστική επίσης άποψη, είναι να εγκαταλειφθεί ή αίτια και να μπει στη θέση τής ή συσχέτιση. Η άποψη αυτή είναι πιο κοντινή απ' όλες τς παραπάνω, με αυτήν πού θά προσπαθήσω να ύποστηρίξω άμέσως μετά, άρκει να ήν θεωρούμε τς συσχετίσεις σάν ένα είδος μαλακών ατίτων. Η θέση πού θά περιγράψω παρακάτω είναι αυτή πού αποδέχομαι και έγω και τήν επεξεργάζονται αυτή τή στιγμή άρκετοί επιστήμονες, πού άσχολούνται με τό νευρικό σύστημα, με πρωταγωνιστή ίσως τόν Steven Rose, τού Open University τής Άγγλιας. Πιστεύω ότι ή θέση αυτή έχει πολλά κενά και ή σφαιρική διατύπωση είναι δύσκολη. Όπως και να έχει όμως τό πράγμα, θά κάνω μία προσπάθεια. Καί πρώτα μία παρένθεση.

Μιά έννοια πού χρησιμοποιείται εύρύτατα, όταν άσχολούμαστε με τς επιστήμες πού άφορούν πολύπλοκα συστήματα, όπως οί βιολογικοί οργανισμοί, είναι ή έννοια τού επιπέδου άνάλυσης. Γίνεται, δηλαδή, παραδεκτό ότι υπάρχει μία σειρά από επίπεδα άνάλυσης από τό φυσικό μέχρι τό κοινωνικό. Κάθε επίπεδο άνάλυσης βρίσκεται μέσα στα όρια τών γενικά παραδεκτών επιστημών: φυσικής, χημείας, βιοχημείας, φυσιολογίας, ψυχολογίας, κοινωνιολογίας κ.ά. Έτσι, τά επίπεδα άνάλυσης έχουν λειτουργικότητα και επιστημονολογικά είναι άρκετά σαφώς όρισμένα. Έντούτοις, παρόλο ότι έτσι οί κανόνες τής πειραματικής έρευνας και άπόδειξης, καθώς επίσης και ή έρμηνευτική τους γλώσσα, έχουν μία άυτονομία για κάθε επίπεδο, οί λόγοι για τούς όποιους άναλύουμε ένα αντικείμενο σε ένα επίπεδο γίνονται προφανείς μόνο μέσα στο πλαίσιο τών άλλων επιπέδων άνάλυσης πού είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν. Στα επίπεδα αυτά δίνεται και μία ιεραρχία από τά κάτω προς τά πάνω: άνώτερα όρίζονται τά επίπεδα μεγάλης πολυπλοκότητας και καλύτερα τά επίπεδα μικρότερης πολυπλοκότητας, αλλά περισσότερο κοντά στις βασικές επιστήμες. Είναι φανερό, κατά τή γνώμη μου, ότι, καθώς ανεβαίνουμε τήν ιεραρχία τών επιπέδων άνάλυσης, όχι μόνο τό ολοκληρωμένο αντικείμενο τού ενός γίνεται ή δομική μονάδα τού άλλου, αλλά και νέες οργανωτικές σχέσεις αναπτύσσονται μεταξύ τών μονάδων αυτών. Επίσης, ένα άνοιχτό σύστημα στο ένα επίπεδο μπορεί να γίνει ένα κλειστό συστατικό σε ένα ύψηλότερο επίπεδο συστήμα. Π.χ., ή φυσιολογία δέν χρειάζεται μόνο τς χημικές δυναμικές σχέσεις πού μελετάει ή βιοχημεία, αλλά και τή σχέση πού έχουν στο χάρω τά διάφορα συστατικά πού τά μελετάει ή άνατομία. Έδώ λοιπόν όφείλεται ή θεωρητική σύγχυση τής αναγωγικής μεθόδου, δηλαδή ότι χρησιμοποιεί αιτιολο-



γικές σχέσεις μεταξύ διαφορετικών επιπέδων ανάλυσης. 'Ο καθένας από μās καταλαβαίνει τι έννοοῦμε όταν λέμε ὅτι ἡ στέρηση ενός ζώου ἀπό τὴν τροφή του εἶναι ἡ αἰτία πού τό κάνει νά ψάχνει πιά ἐνεργητικά γιὰ ἀνεύρεση τροφῆς, ἢ ὅτι μιά δυσάρεστη γεύση εἶναι ἡ αἰτία πού μās κάνει ν' ἀποφεύγουμε τὴ γεύση αὐτή, ἢ ὅτι ἡ προσθήκη ενός ἀναστολέα τῆς γλυκόλυσης εἶναι ἡ αἰτία τῆς αὐξησης τῆς γλυκόζης, ἢ ὅτι ἡ προσθήκη RNA σ' ἓνα κατάλληλο κυτταρικό σύστημα εἶναι ἡ αἰτία τῆς ἔναρξης τῆς πρωτεϊνοσύνθεσης. Αὐτές οἱ αἰτιολογικές σχέσεις εἶναι πραγματικές, διότι ἐμπεριέχονται στό ἴδιο ἐπίπεδο ἀνάλυσης εἴτε βιοχημικό εἴτε συμπεριφορᾶς.

Ἄλλο ὅμως αὐτό κι ἄλλο τό νά λέμε ὅτι ἡ διέγερση ὀρισμένων κυττάρων τοῦ ὑποθαλάμου εἶναι ἡ αἰτία τῆς πείνας ἢ, κάτι ἀκόμη πιά ἀκραῖο ἀλλά καί πιά ἀπλό, ὅτι ἡ μετακίνηση ἰόντων  $\text{Na}^+$  καί  $\text{K}^+$  διά μέσου τῆς μεμβράνης τοῦ νευρικοῦ κυττάρου εἶναι ἡ αἰτία τοῦ δυναμικοῦ ἐνεργείας.

Θά μείνω στό τελευταῖο αὐτό παράδειγμα γιὰ νά δεῖξω τὸ έννοῶ. Πράγματι, ὅταν λαβαίνει χώρα ροή ἰόντων  $\text{Na}^+$  καί  $\text{K}^+$  μέ κάποιο συγκεκριμένο τρόπο, πού δέν εἶναι τῆς ὥρας νά περιγράψουμε, ἐπέρχεται μιά μεταβολή τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ τῆς μεμβράνης πού τὴ διαπιστώνουμε μ' ἓναν παλμογράφο. Τά δύο ὅμως αὐτά φαινόμενα δέν ἔχουν κάποια χρονική διαφορά, δέν συμβαίνει πρῶτα τό ἓνα γιὰ νά ἀκολουθήσει τό ἄλλο. Ἄπλως, πρόκειται γιὰ τό ἴδιο ἀκριβῶς φαινόμενο, τό ὅποιο ἀναλύεται σέ δύο διαφορετικά ἐπίπεδα μέ δύο διαφορετικές γλώσσες: τό φυσικοχημικό, πού εἶναι ἡ ροή ἰόντων, καί τό ἠλεκτροφυσιολογικό, πού εἶναι ἡ μεταβολή τοῦ δυναμικοῦ. Τό ἴδιο θά μπορούσα νά πῶ καί γιὰ τό φαινόμενο τῆς πείνας. Ἡ διέγερση τῶν κυττάρων τοῦ ὑποθαλάμου δέν εἶναι ἡ αἰτία τῆς πείνας, ἀλλά εἶναι ἡ πείνα ἀναλυμένη στό ἐπίπεδο τῆς φυσιολογίας τῶν κυττάρων αὐτῶν. Μέ τόν ἴδιο τρόπο, ἡ τροποποίηση τῆς σύνθεσης ὀρισμένων πρωτεϊνικῶν μορίων τῆς σύναψης δέν εἶναι ἡ αἰτία τῆς μνήμης, ἀλλά εἶναι ἡ μνήμη ἀναλυμένη στό ἐπίπεδο τῆς βιοχημείας τῆς σύναψης. Θά ἦταν δυνατό νά περιγράψει κανεῖς τὴ λειτουργία τοῦ νευρικοῦ συστήματος μόνο μέ τὴ γλώσσα τῆς βιοχημείας, ὅπου θά περιέγραφε τὴ συγκεκριμένη τοπογραφική κατανομή τῶν μορίων, τίς ἀλληλεπιδράσεις τῶν μορίων αὐτῶν, τίς εἰσόδους καί ἐξόδους τοῦ συστήματος.

Παρομοίως, θά μπορούσε νά περιγράψει κανεῖς τὴ λειτουργία τοῦ νευρικοῦ συστήματος μέ τὴ γλώσσα τῆς φυσιολογίας, ὅπου θά περιγράψει τὴ στατιστικὴ ἠλεκτροφυσιολογικὴ κατάσταση τοῦ συστήματος, τίς εἰσόδους ἀπό τὰ αἰσθητικά νεῦρα, τίς ἐξόδους μέ τὰ κινητικά νεῦρα κ.ο.κ.

Ἄναφερόμενος τώρα στίς σχέσεις μεταξύ τῶν δύο συστημάτων, ὑποστηρίζω ὅτι οἱ σχέσεις αὐτές δέν εἶναι σχέσεις αἰτίου-αἰτιατοῦ, ἀλλά σχέσεις ἀντιστοιχίας, καί, ἀσφαλῶς, γιὰ μιά πλήρη μετάφραση τῆς βιοχημείας σέ φυσιολογία, ἀπαιτοῦνται τουλάχιστον καί «πληροφορίες τῆς μορφολογίας». Οἱ ἀντιστοιχίες αὐτές μεταξύ δύο ἐπέδων μπορεῖ νά εἶναι μιά πρὸς μία, ὁπότε ὑπάρχει ἓνας ἰσομορφισμός τοῦ συστήματος, ἀλλά πολλές φορές δέν εἶναι, ὁπότε τὰ συστήματα δέν εἶναι ἰσόμορφα.

Χρησιμοποίησα πρὶν ἀπό λίγο τὴ λέξη μετάφραση, γιατί νομίζω ὅτι ὁ τρόπος πού βλέπω τίς σχέσεις τῶν δύο συστημάτων εἶναι παρόμοιος μέ αὐτόν πού ὑπάρχει μεταξύ, ἄς ποῦμε, δύο γλωσσῶν. Οἱ δύο γλώσσες εἶναι σέ μεγάλο πο-

σοστό ισόμορφες, ἐφόσον περιγράφουν τό ἴδιο πράγμα, δέν μπορεῖ ὁμως κανεὶς νά ὑποστηρίξει ὅτι κάποια ἀπό τίς δύο ἔχει ἀναγωγική προτεραιότητα σχετικά μέ τήν ἄλλη. Καί ἔτσι, ἐνῶ ὀρισμένοι τρόποι ἔκφρασης καί ἐπικοινωνίας σέ μία γλώσσα μποροῦν ἰσόμορφα νά μεταφραστοῦν στήν ἄλλη, κάποιες ἄλλες ἐκφράσεις δέν εἶναι δυνατόν. Π.χ., ἡ ποίηση ἔχει σημασία μέσα σέ κάθε μία ἀπό τίς γλώσσες, ἀλλά ἡ ἰσόμορφη μετάφρασή της (λέξι πρὸς λέξι) ἀπό τήν μία στήν ἄλλη τήν καταστρέφει, διότι ἡ σημασία της ἐξαρτᾶται ἀπό τόν περίγυρο πού τό ποίημα γράφτηκε, δηλαδή γιά τήν κατανόησή του ἀπαιτεῖται σέ μεγάλο ποσοστό ἡ μεταφορά στόν ἀναγνώστη μιᾶς εὐρύτερης ἱστορίας τῆς γλώσσας. Ἔτσι καί μέ τή σχέση βιοχημείας/φυσιολογίας, ὀρισμένα σημεῖα τῆς σημασίας τοῦ δυναμικοῦ ἐνεργείας κατανοοῦνται καλύτερα μέ τή γλώσσα τῆς βιοχημείας καί ὀρισμένα μέ τή γλώσσα τῆς φυσιολογίας. Συνεχίζω νά χρησιμοποιῶ τό παράδειγμα αὐτό, γιατί εἶναι ἕνα σχετικά ἀπλό φαινόμενο, ἀλλά, ἂν πᾶμε π.χ. στή φυσιολογία τῶν ὑπερπολύπλοκων, κατά Hubel καί Wiesel, κυττάρων τοῦ ὀπτικοῦ φλοιοῦ, τότε ἡ διάσταση τῆς μορφολογίας στό ἐπίπεδο ἀνάλυσης τῆς φυσιολογίας εἶναι τόσο μεγάλη πού ἡ ἀνισομορφία εἶναι πλέον φοβερή καί ἡ δημιουργία κινουμένων σχεσῶν, λόγω τῆς πολυπλοκότητος τοῦ συστήματος, εἶναι τό ἐπικρατοῦν φαινόμενο.

Ἔμεινα ἀρκετά στή σχέση φυσιολογίας/βιοχημείας, γιατί εἶναι οἱ δύο γλώσσες πού ξέρω καλύτερα καί διότι τά δύο αὐτά ἐπίπεδα ἀνάλυσης εἶναι κοντά τό ἕνα στό ἄλλο. Καταλαβαίνετε πόσο τουλάχιστον συγγυτική εἶναι ἡ ἀναγωγική μέθοδος, ὅταν μιλάμε γιά πιά ἀπομακρυσμένα ἐπίπεδα, ὅπως εἶναι π.χ. ἡ βιοχημεία καί συμπεριφορά.

Ἄν, πρὶν ἀπό μερικὸς μῆνες, οἱ ἴδιες περίπου θέσεις παρουσιάστηκαν ἀπό τόν Steven Rose σ' ἕνα συνέδριο, ἡ Ruth Hubbard ἀντέδρασε λέγοντας ὅτι καί οἱ θέσεις αὐτές εἶναι μία μορφή ἀναγωγισμοῦ. Ὁ Steven Rose πιστεύει ὅτι κάτι τέτοιο δέν συμβαίνει: ἐντούτοις, νομίζω ὅτι, τουλάχιστον γιά τήν ὥρα, καί οἱ θέσεις πού διατυπώθηκαν στό δεύτερο μέρος τοῦ ἄρθρου αὐτοῦ ἐμπεριέχουν τήν ἀναγωγική σκέψη καί δέν τήν ἀνατρέπουν, διότι ὁ ἀναγωγισμός, γιά τήν ὥρα τουλάχιστον, δέν εἶναι δυνατόν νά ἀνατραπεῖ. Ἡ ἀδυναμία ἀνατροπῆς τοῦ ἀναγωγισμοῦ ὀφείλεται, κατά τή γνώμη μου, σέ δύο λόγους:

1) Ἔχει ἀποδειχθεῖ μέσα ἀπό τήν καθημερινή ἐπιστημονική πράξη ὅτι εἶναι τό πλέον ἀποδοτικό, σέ σχέση μέ τήν παραγωγή ἀποτελεσμάτων, ἐπιστημονικό μοντέλο σκέψης καί πειραματισμοῦ (παράδειγμα);

2) Δέν ἔχει φτάσει ἀκόμη σέ ἀδιέξοδα τέτοια, ὥστε ἡ ἀνατροπή του νά εἶναι ὑποχρεωτική γιά τήν ἐρμηνεία τῶν φυσικῶν φαινομένων. Εἶναι πολύ πιθανό ἡ ἀνατροπή αὐτή νά ἔρθει στό μέλλον καί ἴσως νά ξεκινήσει ἀπό τή φυσική. Μέχρι τότε, ὁμως, οἱ ἐπιστήμονες πού ἀσχολοῦμαστε μέ τήν ἔρευνα τοῦ νευρικοῦ συστήματος (μιά καί σ' αὐτούς ἀνήκω καί ἐγώ), ἔστω καί ἂν στήν καθημερινή μας πρακτική χρησιμοποιοῦμε τό ἀναγωγικό μοντέλο, σάν τελικό σκοπό θά πρέπει νά ἔχουμε τήν ἀναζήτηση ὄχι ἀπλῶν σχέσεων αἰτίου-αἰτιατοῦ, ἀλλά διαλεκτικῶν σχέσεων μεταξύ διαφόρων ἐπιπέδων ἀνάλυσης, πού καθένα ἀπ' αὐτά ἔχει τή δική του γλώσσα.