

ΠΡΩΤΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Αντώνης Μοσχοβάκης

Καθηγητής
Πανεπιστήμιο Κρήτης - Ιατρική Σχολή

(Μετάφραση από τα Αγγλικά της **Μαρίας Δεληγιάννη**)

1. Το πρόβλημα και πώς σκοπεύω να το απαντήσω: Η εισήγηση αναφοράς παραδέχεται ότι οι νευροεπιστήμες προοδεύουν σταθερά σε ένα ευρύ μέτωπο. Περιλαμβάνουν 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 ψυχονευρωνική αναγωγή, άλλοτε φυσικαλισμός, άλλοτε θεωρία ταυτότητας (εκτός από μια μικρή νύξη στο #3 πιο κάτω, δεν θα επιχειρήσω να οριοθετήσω διαφορές ανάμεσά τους) και θα επεκταθώ αργότερα ανάλογα με το χρόνο και τις ανεπιλημμένες υποχρεώσεις μου.

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

FIRST RESPONSE

Adonis Moschovakis

Professor
University of Crete Medical School

1. The problem and how I intend to answer it: The target essay concedes that neuroscience is solidly advancing on a broad front. It encompasses the leech and the owl, the locust and the monkey, the frog and the human, etc. Through it we have come to understand processes such as vision, audition, smell, equilibrium, oculomotricity, head movements, reaching (with an arm), locomotion, etc. Evidence from neuroanatomy, neurophysiology, psychology and neurology is incorporated into computational models which replicate psychophysical laws, patterns of neuronal discharge, higher order statistical relationships between cell activity and behavioral variables as well as the results of lesion and stimulation experiments. Discrepancies between model and reality fuel additional research which generates new data in a spiraling scientific enterprise whose aim is to understand the brain and the way it creates the mind. It is eminently reasonable to ask "how mental and conscious phenomena arise from the various electrochemical event patterns in and of the brain". In a culture where analogies carry the day, I would endorse the opinion that "the mind is a phenomenon that emerges from the various physiological processes of the body just as music emerges from coordinated movements of parts of the lyre" and leave it at that. Nowadays this would not be deemed adequate, and therefore I will try to schematically provide arguments in favor of the position variously called psycho-neural reduction, physicalism, identity theory (except for a brief allusion in #3 below, I will not attempt to distinguish between these positions) and flesh it up as the need arises and as time and prior obligations allow.

2. The crux of the argument has as follows: 2.1. I envisage the intertheoretic reduction, albeit a bumpy one, of psychology to neuroscience (addressed in #3 below). 2.2. This entails the ontological reduction of mind to body (addressed in #4 below) which leaves points #5 and #6 of the target essay standing on their head. 2.3. I will provide examples addressing the "put up or shut up" argument (addressed in #5 below) thus refuting the second half of point #7 and points #11 and 12 of the target essay. 2.4. To be convincing, I may need to deal with the following corollaries: 2.4.1. The issue of qualia (which in a sense is trivial for science and a pseudo-problem for philosophy). 2.4.2. Causality. 2.4.3. Determinism. 2.4.4. The scientific status of psychology and anomalous monism.

3. Intertheoretic reduction: A particularly sophisticated account of this epistemological phenomenon has been elaborated by Hooker (Hooker 1981, Hooker 1981, Hooker 1981). Briefly, reduction is a special relationship that holds between two theories which live at two different levels in a hierarchy of the sciences (with physics at the bottom and sociology at the top). Reduction occurs whenever it is

εισήγησης αναφοράς.2.4. Για να 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. Τον ντετερμινισμό.2.4.4 Το επιστημονικό στάτους της ψυχολογίας και τον ανώμαλο μονισμό.

3. Διαθεωρητική αναγωγή: Μια ιδιαίτερα επεξεργασμένη παρουσίαση αυτού του επιστημολογικού φαινομένου είναι αυτή του Hooker (Hooker1981, Hooker 1981, Hooker 1981). 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 συμβίνει 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 εκτός από κάποια ίχνη, ενσωματωμένα στην ανάγουσα θεωρία. 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 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) και ότι συνεπώς θα πρέπει να τοποθετηθεί κάπου ανάμεσα στα δύο άκρα της εξάλειψης (γι' αυτό και υποστηρίζω τον εξαλειπτικό υλισμό τον οποίο θεωρώ υπερβολικά απαισιόδοξο) και της διατήρησης (αυτός είναι ο λόγος που υποστηρίζω τον αναγωγικό υλισμό τον οποίο θεωρώ υπερβολικά γενναϊόδρο).

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 επιβεβαίωση 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 Donder, ο νόμος του Listing, ο νόμος των Weber-Fechner

possible to construct a model of the high level theory (its statements, laws, concepts, etc.) within the low level theory (with the help of boundary conditions that are called bridging statements). It is theories that are reduced, mind you, and not objects. Intertheoretic reductions are rightly celebrated as important because they offer conceptual simplification and explanatory unification. However, whenever reduction is attempted, sometimes things go right and sometimes they go wrong. The former is the case when reductions are successful, in which case we talk of retention (of the high level theory). Here, it is all of the high level theory that is reduced lock, stock and barrel. A good example of this is the reduction of optics to electromagnetism in the sense that the whole corpus of optics was reduced to electromagnetism. Other reductions fail, in which case we talk of elimination (of the high level theory); the high level theory goes to the waste-basket, and nothing is left of it except for a few traces incorporated in the reducing theory. Consider what it is that is nowadays left of the theory of phlogiston in our chemistry of burning, oxides, etc. To get back to the issue in hand, and considering the retention-elimination spectrum of the reduction continuum, I would bet that at the end of the day a lot of psychology is (or will be) solid enough to be reduced to neuroscience, that the reduction will have a form akin to that of thermodynamics to statistical mechanics (i.e., that it will prove fairly bumpy in the sense that much of psychology and much of neuroscience will have to be modified to accommodate the process) and thus that the said reduction will be somewhere between the two extremes of elimination (this is the reason why I do not subscribe to eliminative materialism which I consider too pessimistic) and retention (this is the reason why I do not subscribe to reductive materialism which I consider too generous).

3.1. A corollary (the epistemic status of psychology): The reduction I envisage would be hopeless if psychology contained no lawful statements. To affirm this pessimistic stance implies acceptance of Davidson's anomalous monism (Davidson 1980). Given the illustrious laws of psychophysics (e.g., the main sequence, Donder's law, Listing's law, Weber-Fechner's law, etc.) which are both robust and quantitative, I consider this pessimistic attitude unjustified. On the other hand, it might be argued that these statements apply to too little of the psyche and that therefore reduction to neuroscience applies to a small part of psychology. Nonetheless, there is a second part to psychology, the part which illuminates our efforts to divine our interactions with other human beings, say the motives of a colleague who stood us up at a meeting. Did he have the intention to attend but was unable to do so because of the traffic, did he forget, was he ashamed to attend because of the slow progress of his work or did he intend to send a message, however uncivil, to the effect that he is no longer interested in a collaboration? In our effort to supply answers and explanations we deploy theories of human motivation, action, perception and communication which we assume are lawful or we would have no hope to understand and communicate with one another. The epistemic status of these theories is that of folk science, however rudimentary, in this case folk psychology (as eloquently argued by Churchland, 1992 #359]; Churchland 1995). It is both the laws of psychophysics and the regularities highlighted by folk psychology which are amenable to reduction (of some sort or another). Readers who want to see additional formal reasons which render structuralist accounts of intertheoretic

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, 1992:359]. 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: Αυτά 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 (πίεση, όγκος και θερμότητα) είναι ένα και το αυτό με το υλικό που διέπεται από τους νόμους της στατιστικής μηχανικής, αρκεί να έχει κατασκευάσει κανείς ένα γλωσσάριο αντιστοιχίσης (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 επιχειρήμα που προσφέρει η εισήγηση αναφοράς (στο #12) κατά της ψυχονευρωνικής 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». Αυτό είναι σωστό κατά τετριμμένο τρόπο (δεδομένου ότι το υλικό του νου και το υλικό του

reduction (such as Hooker's) immune to Davidson's arguments are encouraged to consult (Bickle 1998).

4. Ontological reduction: This much covers the issue of epistemological reduction but what about ontological reduction? In other words, what happens to the things populating a high level theory when the laws of the high level theory are explained in terms of the laws of the reducing theory (cum bridging statements). The answer is that, epistemological reduction (of psychology to neuroscience) entails ontological reduction (of the mind to the brain). This is nothing more and nothing less than claiming that the stuff which obeys the laws of ideal gases (its pressure, volume and temperature) is one and the same as the stuff that obeys statistical mechanics provided one has built a glossary of correspondences (mean kinetic energy of molecules in the case of temperature, etc.). Contrary to arguments put forth by John Searle (1995), this does not result in the elimination of higher level things. For example, Carnot's cycle and our knowledge of internal combustion engines do not eliminate cars. What gets eliminated are notions such as "a little green devil is lodged in the cylinders, moves the pistons and makes the wheels go round". This also addresses the second argument that the target essay offers (in #12) against psychoneural reduction: "As long as we continue not to have a choice but to acknowledge that consciousness is not co-substantial with its presumed generator, all analogies that have been used to express its relation to the brain (pancreas-insulin, object-shadow, train engine- whistle, lyre-music) will continue to be inept". This is correct in a trivial sense (since mind stuff and brain stuff populate two different epistemic levels, by definition) but begs the question in the sense that mind things and brain things are assumed not to be made of the same substance which is the point at issue.

4.1. A first corollary (emergent phenomena): It has been argued, that we could know everything that can be known about lower level things (take for example the atoms of oxygen and hydrogen) without being able to explain the properties of a higher level thing (the liquidity of water in our example). There is nothing mysterious about our inability to do so; it is due to the fact that we have artificially left out certain properties and in the case of neuroscience a whole discipline. The properties in question concern the manner in which parts interact to form a whole, a not trivial matter indeed (consider the amount of work invested in phase transitions, solid state physics and the 3-D shape of proteins). Turning to the discipline in question, it goes by the name "control systems theory". To see how this discipline works, consider two clocks with different periodicities. They keep time, but not quite the same way. One goes fast, the other goes slow. When both clocks are placed on the same wall the phenomenon of entrainment ensues. The two clocks go together but they do not go either with the period of the one or the period of the other. Control systems theory is about the many, many examples of this sort. Whenever two (or more) things are put together and they interact to form a system, something new emerges. Engineers call such emergent things "virtual things". When faced with virtual things, instead of admissions of defeat which take the form "I see a strange periodicity, but God only knows where it comes from", it is possible to completely explain them provided enough information about the properties of the parts (this is

εγκεφάλου κατοικούν σε δύο διαφορετικά επιστημικά επίπεδα) αλλά πρόκειται για λήψη του ζητούμενου, με την έννοια ότι θεωρείται δεδομένο πως τα πράγματα του νου και τα πράγματα του εγκεφάλου δεν είναι φτιαγμένα από την ίδια ουσία, ενώ αυτό είναι και το ζήτημα 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 πώς λειτουργεί, 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 συγχρονίζονται αλλά δεν ακολουθούν ούτε την περίοδο του ενός ούτε την περίοδο του άλλου. Η θεωρία συστημάτων ελέγχου αφορά τα 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 αναδυόμενα 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.λπ.).

4.2. Ένα δεύτερο σχετικό ζήτημα (οι αβάσιμοι ισχυρισμοί ως παράδειγμα μη ικανοποιητικής αναγωγής): Το πρώτο επιχειρήμα 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 ποιά απ' όλα τα πρότυπα που κυκλοφορούν στέκει και ποιο όχι. Οπότε, λεω, εφ' όσον κανένα από τα συγκεκριμένα πρότυπα δεν χαίρει 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

equivalent to the engineering terms "transfer function" and "input/output relation"), about how they interact to make a whole (this is the "block diagram" of engineers), and some algebra (e.g., difference and differential equations, Laplace transforms, linear algebra, etc.).

4.2. A second corollary (wild claims as an instance of unsatisfactory reduction): The first argument that the target essay offers against psychoneural reduction has as follows: "Well, because, first of all, as I mentioned at the very beginning, the presumably pertinent facts are not good enough to decide even among alternative, empirically falsifiable models of brain mechanisms of consciousness. So, why should I believe that they, nevertheless, are good enough to decide among metaphysical positions?" (in #12). The target essay is duly skeptical as regards published claims re the biology of consciousness. For example, it has been argued (by Wolf Singer and his colleagues among others) that 40 Hz oscillations underlie perceptual experience and awareness (e.g., Engel et al. 1991). More specifically, some of these experiments demonstrated that cells with similar receptive fields which live in different parts of the cortex (say one in V1 and the other in V2) discharge in a phase-locked periodic manner when the cats they belong to are presented with simple visual stimuli such as bars of particular orientation. Valerie Hardcastle has aptly criticized the interpretations which are sometimes drawn from these experiments (Hardcastle 1996). To briefly summarize one of them, she charges neuroscientists with studying a mechanism potentially responsible for a phenomenon (i.e., segmentation) other than the one they claimed to have studied (i.e., binding). Hadcastle argues that to study binding, the scientists should have isolated non-orientation selective cells responding to red stimuli as well as other cells responding to achromatic bars of specific orientation and studied how the discharge of both cell classes is modified in response to red bars of that specific orientation. I find such phenomena (i.e., unjustified claims) to be unexceptional in science, probably due to pressures associated with career development and grantsmanship. I am sure that each one of us has encountered a wild claim in his/her own field and may even have attempted to set the record straight. To give an example, consider the May 1999 study which concluded that pollen from genetically modified corn plants kills monarch caterpillars (Losey et al. 1999). Against a backdrop of controversy over genetically modified food sources, some 76 articles appeared within the next 2 months in major newspapers in the U.S.A., for good reason. If reliable, the results would have drastic consequences for public acceptance of genetically modified foods. But was the monarch really in danger? Apparently not, as first shown by the report that the *Bacillus thuringiensis* pollen is not toxic to another species, the black swallowtail (Wraight et al. 2000), and may even be beneficial for bio-diversity (Pimentel and Raven 2000). Given wild claims about the effects of DNA manipulation upon the phenotype are we to conclude that the former is not causally relevant for the latter?

4.3. A third corollary (mistaken identity as an instance of unsatisfactory reduction): Is it possible to be mistaken about the identity of the reducing theory? Since human beings are fallible I would be surprised if it weren't. A famous example is the attempt to reduce electromagnetism to Newtonian mechanics (and the attending ontology of the ether) and its

Singer και τους συνεργάτες του, μεταξύ άλλων)ότι της αντιληπτικής εμπειρίας και συνειδητότητας υπόκεινται ταλαντώσεις των 40 Hz (π.χ. Engel et al. 1991). Συγκεκριμένα, κάποια 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 προσφύως 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) που είναι 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). Είμαι βέβαιος πως όλοι μας έχουμε συναντήσει έναν αβάσιμο ισχυρισμό, στο πεδίο που δουλεύουμε, και πως μπορεί ακόμη και να έχουμε επιχειρήσει να αποκαταστήσουμε την αλήθεια. Ας θυμηθούμε, παραδείγματος χάριν τη μελέτη του Μαΐου 1999 που κατέληγε ότι η γύρη των γενετικά μεταλλαγμένων σιτηρών σκοτώνει τις κάμπιες της πεταλούδας monarch (Losey et al. 1999). Σε μια ατμόσφαιρα αντιπαράθεσης σχετικά με τις γενετικά μεταλλαγμένες πηγές τροφής, εμφανίστηκαν περίπου 76 άρθρα τους επόμενους δύο μήνες σε μεγάλες εφημερίδες στις ΗΠΑ, και όχι αδικαιολόγητα. Αν ήταν αξιόπιστα, τα αποτελέσματα θα είχαν δραστικές επιπτώσεις στη δημόσια αποδοχή των γενετικά μεταλλαγμένων τροφών. Κινδύνευε όμως στ' αλήθεια η monarch; Φαίνεται πως όχι, όπως έδειξε αρχικά το εύρημα ότι η γύρη του *Bacillus thuringiensis* δεν είναι τοξική για ένα άλλο είδος, το black swallowtail (Wraight et al. 2000), και μπορεί ακόμη και να δρα ευεργετικά σε ό,τι αφορά τη βιοποικιλότητα (Pimentel and Raven 2000). Μήπως επειδή προβάλλονται αβάσιμοι ισχυρισμοί σχετικά με τις επιπτώσεις της τροποποίησης του DNA στο φαινότυπο,πρέπει να συμπεράνουμε ότι το πρώτο δεν επηρεάζει αιτιακά το δεύτερο;

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 εξέπληξε αν δεν ήταν. Ένα πασίγνωστο παράδειγμα είναι η προσπάθεια να αναχθεί ο ηλεκτρομαγνητισμός στη νευτώνεια μηχανική (και η συνακόλουθη οντολογία του αιθέρα) και η εκπονή της μετά το πείραμα Michelson-Morley (μια περίπτωση καίριου πειράματος). Ένα άλλο λιγότερο γνωστό παράδειγμα είναι ο τρόπος που ο Καρτέσιος χρησιμοποίησε τους στροβίλους για να εξηγήσει τις βαρυτικές δυνάμεις αντί για την τρελή ιδέα της δράσης από απόσταση που προϋπέθετε η νευτώνεια δυναμική. Ποια

demise following the Michelson-Morley experiment (a case of crucial experiment). Another less famous example is Descartes' use of vortices to account for gravitational forces instead of the crazy notion of action at a distance inherent in Newtonian dynamics. So what is likely to prove the adequate reducing ontology in the case of the mind? I would bet that the answer depends on the part of the mind one is interested in. Electrical properties of single neurons (as in the case of the period of oscillations underlying respiration), bifurcation patterns of single axons (as in the case of Hering's law), networks of neurons contained within a single nucleus (as in the case of the neural integrator) or lamina (as in the case of the locomotor central pattern generator), networks of neurons contained within several nuclei (as in the case of the burst generator of the saccadic system) and even networks of entire cortical areas (as envisioned in some models of the delayed match to sample task) are likely to prove the case. What is worse, they are likely to prove simultaneously and compoundly adequate. For example, both the non-linearity inherent in NMDA glutamate receptors (mediating synaptic relations between the L cells of the superficial tectal layers and deeper layer cells) and the regenerative excitatory connections between adjacent tectal long-lead burst cells seem to operate in tandem for the brain to go from the pitifully few spikes (emitted by sensory neurons in response to external events) to the massive bursts of spikes (that allow us to look around for the source of the disturbance). In effect, the reduction of mind to brain that I envision is a multilevel one, and one in which reducing ontologies operate simultaneously. Many, many different channels get incorporated into the membranes of neurons. Their kinetics, their time and voltage dependence and their complex geometric arrangement gives rise to emergent phenomena (i.e., phenomena that live in a different world from the world of channel properties) such as the action potential. Because ion movement depends on thermal noise, local concentrations and electric fields the flux equations display voltage and time dependence. Add to this the fact that membranes are not homogeneous and the fact that neuron geometry matters (which implies that Kirchoff's laws are also needed) and one realizes that this is already a very, very, very complex level of description. Even without the added complexity of non-uniform membranes (i.e., forgetting that sodium channels are preferentially concentrated in some parts of the neuron such as the axon hillock) and active processes described by the Hodgkin-Huxley formalism (meaning, after forgetting that action potentials exist) it used to take my colleagues, a VAX machine and myself about a whole night to evaluate the input resistance of a geometrically accurate gamma motoneuron (Burke et al. 1994). Thanks in part to action potentials, nerve cells are connected to other nerve cells in complex arrangements of interconnections which again give rise to emergent phenomena such as lateral inhibition. At this level of description, the information carrier, the equations to be solved and the laws which determine the rules of the game are neither Kirchoff's laws, nor the flux equations but spike trains. Even so, the systems of ordinary differential equations that describe such networks soon get out of hand. Networks of nerve cells interact with other networks of nerve cells to form larger cell assemblies such as patches in primary visual cortex which again display emergent properties (such as cepstral filtering to obtain disparity information and hence depth) when compared with their constituent networks, and so on. It is the fact that it involves so many different levels of

λοιπόν θα είναι η πιθανότερη ανάγouσα 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, ή στιβάδες (όπως στην περίπτωση της γεννήτριας του κεντρικού προτύπου της κίνησης), δίκτυα νευρώνων που περιέχονται σε πολλούς πυρήνες (όπως στην περίπτωση της γεννήτριας ρυθμών του σακκαδικού συστήματος) ή ακόμη και δίκτυα ολόκληρων περιοχών του φλοιού (όπως υποθέτουν ορισμένα μοντέλα για τη διαδικασία του καθυστερημένου ταιριάγματος με το δείγμα (delayed match to sample) αποδεικνύουν πιθανόν αυτό που λέω. Το χειρότερο είναι ότι, κατά πάσα πιθανότητα, θα αποδειχθούν συγχρόνως και συνδυασμένα επαρκή.

Παραδείγματα χάριν, και η μη γραμμικότητα που χαρακτηρίζει τους NMDA γλουταμινικούς υποδοχείς (που διαμεσολαβούν τις συναπτικές σχέσεις ανάμεσα στα κύτταρα L των επιφανειακών στοιβάδων του τετράδου και σε κύτταρα βαθύτερων στοιβάδων) και οι αναγεννώμενες ερεθιστικές συνδέσεις μεταξύ παρακείμενων καθυστερημένων ριπιστών του πρόσθιου διδύμου φαίνονται να λειτουργούν συνδυασμένα έτσι ώστε να μετασχηματίζει ο εγκέφαλος τα αξιοθρήνητα λίγα δυναμικά ενέργειας (που εκπέμπουν οι αισθητηριακοί νευρώνες απαντώντας σε εξωτερικά συμβάντα) στις μαζικές εκρήξεις δυναμικών ενέργειας (που μας επιτρέπουν να κοιτάζουμε γύρω μας αναζητώντας την πηγή της ενόχλησης). Πράγματι, η αναγωγή του νου στον εγκέφαλο όπως την οραματίζομαι, θα είναι πολυεπίπεδη, και οι ανάγouσες οντολογίες θα λειτουργούν ταυτόχρονα. Είναι πάρα πολλοί οι διαφορετικοί διαύλοι 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 αναδυόμενα φαινόμενα (δηλαδή φαινόμενα που ζουν σε έναν κόσμο διαφορετικό από τον κόσμο των ιδιοτήτων των διαύλων) όπως το δυναμικό ενέργειας. Επειδή η κίνηση των ιόντων εξαρτάται από το θερμικό θόρυβο, τις τοπικές συγκεντρώσεις και τα ηλεκτρικά πεδία οι εξισώσεις ροής παρουσιάζουν εξάρτηση από την τάση και το χρόνο. Αν σε αυτό προσθέσουμε το γεγονός ότι οι μεμβράνες δεν είναι ομοιογενείς και το γεγονός ότι παίζει ρόλο και η γεωμετρία των νευρώνων (πράγμα που συνεπάγεται ότι χρειαζόμαστε και τους νόμους του Kirchoff) θα καταλάβουμε ότι βρισκόμαστε ήδη σε ένα πάρα πάρα πολύ πολύπλοκο επίπεδο περιγραφής. Ακόμη και χωρίς την επιπλέον πολυπλοκότητα των μη ομοιόμορφων μεμβρανών (αν δηλαδή ξεχάσουμε ότι οι διαύλοι νατρίου συγκεντρώνονται κυρίως σε ορισμένα σημεία του νευρώνα όπως ο εκφυτικός κώνος) και των ενεργών διαδικασιών που περιγράφονται από το formalισμό Hodgkin-Huxley (αν δηλαδή ξεχούσαμε ότι υπάρχουν δυναμικά ενέργειας) οι συνεργάτες μου, μια μηχανή VAX κι εγώ χρειαζόμασταν σχεδόν μια ολόκληρη νύχτα για αξιολογήσουμε την αντίσταση εισόδου ενός γεωμετρικά ακριβούς κινητικού νευρώνα γ (Burke et al. 1994). Χάρης, εν μέρει, στα δυναμικά ενέργειας, τα νευρικά κύτταρα συνδέονται με άλλα νευρικά κύτταρα σε πολύπλοκους σχηματισμούς διασυνδέσεων που και αυτοί προκαλούν αναδυόμενα φαινόμενα, όπως η πλάγια αναστολή. Σε αυτό το επίπεδο περιγραφής, ο φορέας της

organization the one built on top of another, so many reductive ontological steps the one coming on the heels of the other, that is unique to the brain and makes ontological reduction of the mind to it so difficult to accept.

4.4. A fourth corollary (determinism): It is normal to ask whether ontological reduction of the mind to the brain assumes a deterministic mental life and whether this poses a threat to our most human characteristics, our notion of free-will, our subjective individuality, etc.? For the sake of argument, let us assume that we have managed to reduce psychology to neuroscience, neuroscience to biology, biology to chemistry and so on all the way down to physics. Let us further assume that the physical world is causally closed in the Hamiltonian sense (i.e., given knowledge of the present position of all particles and their velocity we can predict their future positions and velocities for all time). Doesn't this imply that our mental life is also predetermined? In broad terms this is correct and I believe this is precisely the reason why present day dualists (e.g., Chalmers 1996) are forced to occupy an epiphenomenalist position regarding the mind-body problem. Having said this, I believe that far from being undermined by determinism, the notion of free-will is inconceivable in a non-deterministic universe (this position goes by the name "compatibilism" and has been elaborated among others by Squires 1990. To see why consider how you would feel if after wishing to move your hand the said hand sometimes moved and sometimes it did not move. Our reluctance to come to terms with compatibilism is due to our unwillingness and/or our inability to keep track of all the relevant data about the world. Think of a merchantman that leaves Lisbon in the middle of the previous century and after many changes of direction (sail boats are notorious for their reliance on the direction of the wind), enters the New York harbor only to leave soon thereafter for Guam and thence for the cape of Good Hope, etc. Further consider that the merchantman is tracked by a Martian spaceship on a visit to earth. In the absence of additional data, the Martian would no doubt conclude that the journey is non-deterministic governed by the capriciousness of winds and currents. However, were he to take into consideration the obligations of the ship's captain towards the company that hired him, the obligations of the company towards investors and the price of commodities in several places on the planet, all indeterminacy would vanish.

5. Addressing the "put up or shut up" argument: As I said at the outset, I have no doubts that psychology, both the folk variety which illuminates our everyday efforts to make sense of ourselves and our fellow human beings and the scientific variety which formulates laws, is being reduced to neuroscience as we speak. To provide examples I would only need to list psychological theories which translate into neuroscientific theories, show how the formal structure of the former translates into that of the latter and provide a glossary for the translation. Due to the scope of the enterprise, what follows is a hodge-podge of neuroscientific facts and the psychological phenomena they concern. Unless it proves crucial for the present discussion, elaboration of formal relationships between reduced and reducing theories is left for a more opportune time.

5.1. Perception: There are lots of examples starting with the classical experiments of color matching and Purkinje images

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 αναδυόμενες 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.

4.4. Ένα τέταρτο σχετικό ζήτημα (ο ντετερμινισμός) : Είναι φυσικό να τίθεται το ερώτημα αν η αναγωγή του νου στον εγκέφαλο προϋποθέτει ότι η νοητική ζωή είναι ντετερμινιστική και αν αυτό αποτελεί απειλή για τα πιο ανθρώπινα χαρακτηριστικά μας, την έννοια της ελευθερίας της βούλησης, την υποκειμενική μας ατομικότητα, κ.λπ. Χάριν του επιχειρήματος, ας υποθέσουμε ότι έχουμε καταφέρει να αναγάγουμε την ψυχολογία στη νευροεπιστήμη, τη νευροεπιστήμη στη βιολογία, τη βιολογία στη χημεία και ούτω καθεξής, ως τη φυσική. Ας υποθέσουμε επιπλέον ότι ο φυσικός κόσμος είναι αιτιακά κλειστός με τη χαμιλτονιανή έννοια (ότι δηλαδή αν γνωρίζουμε την τωρινή θέση όλων των σωματιδίων και την ταχύτητά τους μπορούμε να προβλέψουμε τις μελλοντικές τους θέσεις και ταχύτητες εσαεί). Δεν συνεπάγεται αυτό ότι η νοητική μας ζωή είναι και αυτή προκαθορισμένη; Σε αδρές γραμμές αυτό είναι σωστό και πιστεύω ότι αυτός ακριβώς είναι ο λόγος που οι σημερινοί δυϊστές (π.χ. Chalmers 1996) είναι υποχρεωμένοι να υιοθετήσουν μια επιφαινομεναλιστική θέση όσον αφορά το πρόβλημα της σχέσης νου και σώματος. Ωστόσο, πιστεύω πως η έννοια της ελευθερίας της βούλησης όχι μόνο δεν υπονομεύεται από τον ντετερμινισμό, αλλά θα ήταν και αδιανόητη σε ένα μη ντετερμινιστικό σύμπαν (η θέση αυτή αποκαλείται «συμβατισμός» (compatibilism) και την έχει επεξεργαστεί, μεταξύ άλλων, ο Squires (1990). Για να καταλάβετε το γιατί, σκεφτείτε πώς θα αισθανόσασταν αν, όταν επιθυμούσατε να κινήσετε το χέρι σας αυτό τότε κινούνταν και τότε όχι. Η απροθυμία μας να αποδεχθούμε τον κομπατιμπιλισμό οφείλεται στην απροθυμία μας και/ή την αδυναμία μας να παρακολουθούμε και να καταγράφουμε όλα τα σημαντικά δεδομένα για τον κόσμο. Σκεφτείτε ένα εμπορικό πλοίο να αποπλέει από τη Λισαβόνα στα μέσα του προηγούμενου αιώνα και μετά από πολλές αλλαγές κατεύθυνσης (τα ιστιοφόρα είναι γνωστά για την ευαισθησία τους στην κατεύθυνση του ανέμου), εισπλέει στο λιμάνι της Νέας Υόρκης για να ξαναφύγει σε λίγο για το Γκούαμ, και από εκεί για το Ακρωτήριο της Καλής Ελπίδας, κ.ο.κ. Σκεφτείτε επίσης ότι το πλοίο το παρακολουθεί ένα διαστημόπλοιο από τον Άρη, που έχει έρθει για επίσκεψη. Αν δεν είχε επιπλέον δεδομένα, ο Αρειανός θα συμπεραίνει δίχως άλλο ότι το ταξίδι είναι μη ντετερμινιστικό και καθοδηγείται από τις διαθέσεις των ανέμων και των ρευμάτων. Αν, όμως, λάμβανε υπόψη του τις υποχρεώσεις του κυβερνήτη του πλοίου προς την εταιρεία που τον είχε προσλάβει, τις υποχρεώσεις της εταιρείας απέναντι στους

up to the fairly recent ones that deal with attention and visual illusions. The following are a few that immediately come to mind.

5.1.1. Hartline's neurophysiological account of Mach bands (an illusory percept) for which he was awarded a Nobel prize (Hartline 1940).

5.1.2. Hering's color opponency (gray rings appear reddish when they surround a green disk and greenish when they surround a red disk) and its relationship to color opponent retinal ganglion cells (Helmholtz 1910).

5.1.3. Erwin Land's retinex theory and its relationship to double opponent cortical neurons (Land 1959).

5.1.4. Julesz' psychophysics of preattentive vision and its formal similarity to the response properties of V1 cells described by Hubel and Wiesel (Julesz 1971).

5.1.5. Marr's 2.5-D vision as it relates to much of the primate visual system (Marr 1982).

5.1.6. Information processing versus awareness: One might argue that all these processes may very well happen inside the brain without giving rise to the conscious awareness of anything. This is the "Zombie" argument of philosophers which is both true and false and should more appropriately be discussed in the context of qualia. To avoid clutter (in #5.5., below) I will consider it here. The sense in which it is true is rather simple. Take for example blindsight which is a symptom due to lesions of V1. Patients suffering from it claim not to see anything and yet if pressed they are able to look at the location of a visual target. Clearly, processes 5.1.1., 5.1.2 and the early parts of processes 5.1.3., 5.1.4. and 5.1.5. are spared (thus the patients' ability to move their eyes correctly) but apparently their engagement does not endow their owners with the conscious awareness of the lights they see. In a deeper sense, philosophers who invoke the "Zombie" argument are banking on the insight that because sometimes insufficient, relatively low level neural processes such as the above are also irrelevant for the qualitative character of subjective experience, which is false. For example, it is precisely such low level processes which cause colored objects to look flat when seen against an equiluminant grayish background (and dozens of other subjective phenomena summarized by Livingston and Hubel; 1988).

5.2. Learning and Memory: There are reasons to think that once upon a not very distant past "learning and memory" fascinated neurophilosophers as much as "Consciousness" does nowadays. I should think that most of the first half of the 20th century psychology is psychology of learning and memory (this is certainly true of Pavlov but it is also true of much of the behaviorist stimulus-response psychology). Undoubtedly, there are lots of things inside the brain which change while we learn and stay changed for as long as we remember. It would be unfair to claim that nothing is known about these processes. Actually, most of what is known has been found out in the past 50 years or so (the work of Kandel, Alkon, Ito, and the voluminous literature on LTP

επενδυτές και τις τιμές των αγαθών σε διάφορα σημεία του πλανήτη, κάθε απροσδιοριστία θα εξαφανιζόταν.

5. Απάντηση στο επιχείρημα "στοιχιάτισε ή πάψε": Όπως είπα και στην αρχή, δεν αμφιβάλω ότι η αναγωγή της ψυχολογίας, 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 νευροεπιστημονικών δεδομένων και των ψυχολογικών φαινομένων που σχετίζονται με αυτά. Αν δεν αποδειχθεί καίριας σημασίας για τη συζήτησή μας, η εμβάθυνση στις τυπικές σχέσεις μεταξύ αναγόμενων και αναγουσών θεωριών θα αφευθεί 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 τώρα στο νου.

5.1.1. Η νευροφυσιολογική εξήγηση που έδωσε ο Hartline για τις λωρίδες Mach (μια αντιληπτική πλάνη) για την οποία πήρε το βραβείο Νομπέλ (Hartline 1940).

5.1.2. 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)

5.1.3. Η θεωρία «retinex» του Erwin Land και η σχέση της με τους φλοιικούς νευρώνες διπλής αντιπαλότητας (Land 1959).

5.1.4. 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).

5.1.5. Το σκαρίφημα των 2,5 διαστάσεων του Marr και η σχέση του με πολλά στοιχεία του οπτικού συστήματος των πρωτεύοντων (Marr 1982).

5.1.6. 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

and LTD are cases in point).

5.3. Actions and Decisions: It is clear that much of our everyday activity consists in defining goals which promise to be rewarding, charting a path to secure these goals in the face of adversity and staying the course with enough perseverance to attain them while remaining opportunistically flexible. It would be unfair to claim that nothing is known about how the brain controls action in animals. Moreover, most of what is known has been found out in the past 50 years or so. Without wishing to belittle the contributions of Ferrier, Adamuek, Hess, Sherrington, and the other illustrious colleagues of the late 19th and early 20th century, it is thanks to the work of Selverston, Getting, Grillner and Kristan in simple animals, of Evarts, Georgopoulos, Lemon, Fetz, etc. on the skeletomotor system, and several guys on the oculomotor system in the past 30 years or so that we can now provide an account, albeit incomplete, of animal motility. Moving closer to the issue in hand, both neuropsychology and neurophysiology have been recruited in efforts to elucidate the prefrontal cortex mechanisms responsible for the internal representation of goals and rules of the game, the acquisition of conditional associations (if-then rules) and the role of dopaminergic input (arising in the ventral tegmental area) concerning the prediction of rewards and their realization (Miller and Cohen 2001). At a more microscopic level, I am fascinated by Jeff Schall's (Schall and Hanes 1998) description of a class of neurons whose firing rate goes hand in hand with an animal's decision to launch a movement (or withhold it).

5.4. Conscious awareness: There are instances when slight changes in the stimulus configuration are good enough for a subject to pass from a state in which he/she is not consciously aware of a percept into a state in which he/she is consciously aware of the percept. The imaging studies of Weiskrantz and his colleagues in patients who suffer from blindsight and who can be consciously aware of a visual stimulus or not (depending on its location and intriguingly accompanied by activation of area 46 or not; Sahraie et al. 1997) as well as those of Semir Zeki and his colleagues (on a similar phenomenon affecting the awareness of moving stimuli which depends not on their location but on their velocity; Barbur et al. 1993) sound promising. At a more microscopic level, Nikos Logothetis and Jeff Schall demonstrated that the superior temporal sulcus contains cells whose discharge is related to the percept rather than the stimulus in cases of binocular rivalry (i.e., when one stimulus is provided to one eye, a different one to the other eye and primates including humans perceive some time the one and some time the other; Logothetis and Schall 1989).

5.5. Qualia: You might object that all this progress concerns observable phenomena and that the prospects of grounding the mind onto the brain diminish as one begins to deal with hidden, private, personal aspects of our mental lives. It has been argued (e.g., Chalmers 1996) that the qualitative characteristics of conscious awareness constitute the hard problem of consciousness as opposed to the easy problems (everything contained in 5.1. -5.4.) which most philosophers concede are amenable to ontological reduction. Thus, the entreaty to focus on the "qualitative characteristics of conscious awareness as exemplified by the predicates "red", "sweet", "painful" (#7 of the target essay) is an eminently

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 διαδικασίες 5.1.1., 5.1.2 και τα πρώτα στάδια της 5.1.5 έχουν διατηρηθεί (γι' αυτό και οι ασθενείς μπορούν να κινούν σωστά τα μάτια τους), 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 η παραπάνω δεν παίζουν και ρόλο στον ποιοτικό χαρακτήρα της υποκειμενικής εμπειρίας, πράγμα που δεν είναι σωστό. Λόγου χάριν, τέτοιες χαμηλού επιπέδου διαδικασίες είναι αυτές που κάνουν τα έγχρωμα αντικείμενα να φαίνονται επίπεδα όταν τα κοιτάμε μπροστά από ένα ομοιόμορφα φωτισμένο γκριζωπό φόντο (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 20^{ου} αιώνα είναι ψυχολογία της μάθησης και της μνήμης (αυτό ισχύει οπωσδήποτε για τον Pavlov αλλά ισχύει και για τη συμπεριφοριστική ψυχολογία του σχήματος ερέθισμα-απάντηση). 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 (χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το έργο των Kandel, Alkon, Ito, και η ογκώδης βιβλιογραφία για το LTP και LTD).

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. Επιπλέον, τα περισσότερα από όσα γνωρίζουμε έχουν ανακαλυφθεί τα τελευταία 50 περίπου χρόνια. Δεν θέλω να μειώσω τη συμβολή του Ferrier, του Adamuek, του Hess, του Sherrington, και των άλλων επιφανών συναδέλφων του τέλους του 19^{ου} και των αρχών του 20^{ου} αιώνα, αλλά είναι χάρις στο έργο των Selverston, Getting, Grillner και Kristan πάνω στα απλά ζώα, των Evarts, Georgopoulos, Lemon, Fetz, κ.ά. για το σκελετομυϊκό σύστημα, και πολλών άλλων για το οφθαλμοκινητικό σύστημα τα τελευταία 30 περίπου χρόνια, που μπορούμε τώρα να δώσουμε μια εξήγηση, έστω και ελλιπή, της κινητικότητας των ζώων.

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

reasonable one. Here, I will accept what most philosophers are gracious enough to grant. Besides, #5.1.-5.4. above should put to rest the contrary opinions of those who are not.

5.5.1. There are several examples which demonstrate that the qualitative character of subjective mental events can be the object of scientific enquiries. For example, there is nothing public about the fact that gray rings appear reddish when they surround a green disk and greenish when they surround a red disk (the neurophysiological account of which is provided by the processes alluded to in #5.1.2. above). Another example that comes to mind concerns patients with lesions of the rostral cingulum bundle who frequently report that they can still localize the source of a noxious stimulus but that they no longer mind it (Vogt et al. 1992). However, these comments take qualia too seriously. Ontological reduction of the mind to the brain can do justice to subjective individuality without having to resort to them. In part this is due to the fact that the brain can very well be chaotic, i.e., a system that is entirely deterministic while remaining extremely sensitive to initial conditions. Such systems are characterized by the fact that small differences in initial conditions (or mistakes in estimating them) can lead to wildly divergent trajectories (or predictions about their course). Partly this is due to the fact that brains in general, and the human brain in particular, are exceedingly complex. They are made up of many cells (current estimates for the human brain go up to ten billion) and these are connected in complex ways (it is thought that each neuron talks to another 1000 neurons), which raises the total number of connections to 10 trillion (10¹³). Assuming that the strength of each one of these connections varies over a ten-fold range (with weak ones taking the value of 1 and strong ones the value of 10), the number of possible states that the system can find itself in (i.e., the number of possible permutations) is 10^{10.000.000.000.000}. To see how big this number is, compare it to 10⁸⁷, which is the estimated number of particles in the whole universe (a comparison often made by Paul Churchland; 1995). No doubt, any mind reduced to a brain of such complexity leaves a lot of leeway for individuality. This conclusion comes at a price. It renders qualia trivial for science (and accordingly a pseudo-problem for philosophy). There is no science of the subject A.K.M. for the same reason that there is no science of the ROVER 216 GSi automobile with circulation number AMK 9937. If the latter fails to start on a certain morning, it will be carried over to the mechanic who will check the battery, the fuel injection pump and the spark plugs and hopefully do something to get it going. The science of physics implicitly informs the measurements and decisions of the mechanic but this is as close to the physics of internal combustion engines that the art of car fixing comes to. The same is true of the subjective experiences of AKM; the pangs of nostalgia activated upon his smelling a madeleine may be the eminently enjoyable, illuminating, moving or exasperating object of a writer's account of true or construed reminiscences but his efforts come no closer to science than those of the car mechanic come to physics.

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. Συνειδητότητα: 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) καθώς και οι μελέτες του Semir Zeki και των συνεργατών του (πάνω σε ένα παρόμοιο φαινόμενο που επηρεάζει τη συνειδητή αντίληψη κινούμενων ερεθισμάτων που εξαρτάται όχι από τη θέση τους αλλά από την ταχύτητά τους: Barbur et al. 1993) φαίνονται να υπόσχονται πολλά. Σε ακόμη πιο μικροσκοπικό επίπεδο, οι Nikos Logothetis και Jeff Schall έδειξαν ότι η άνω κροταφική αύλακα περιέχει κύτταρα που η εκφόρτισή 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 αναγάγουμε το νου στον εγκέφαλο μειώνονται όσο αρχίζουμε 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 στα 5.1.-5.4.) που οι περισσότεροι φιλόσοφοι δέχονται ότι μπορούν να υποστούν οντολογική αναγωγή. Έτσι, η έκκληση να στρέψουμε την προσοχή μας στα «ποιοτικά χαρακτηριστικά» της συνείδησης όπως εκφράζονται από τα κατηγορήματα «κόκκινο», «γλυκό», «οδυνηρό» (#7 στην εισήγηση αναφοράς) είναι εξαιρετικά εύλογο. Εδώ, θα δεχθώ αυτό που οι περισσότεροι φιλόσοφοι έχουν την ευγένεια να παραχωρήσουν. Επιπλέον, τα #5.1.-5.4. πιο πάνω αρκούν για να αντικρούσουν τις αντίθετες απόψεις όσων δεν κάνουν αυτήν την παραχώρηση.

5.5.1. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα που δείχνουν ότι ο ποιοτικός χαρακτήρας των υποκειμενικών νοητικών συμβάντων μπορεί να καταστεί αντικείμενο επιστημονικών αναζητήσεων. Το γεγονός, παραδείγματος χάριν, ότι οι γκριζοί 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 #5.1.2. πιο πάνω). Ένα άλλο

παράδειγμα που έρχεται στο νου αφορά ασθενείς με βλάβες της προόσμιας 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 μπορεί να λάβει υπόψη της την υποκειμενική ατομικότητα χωρίς να χρειαστεί να αναφερθεί σε αυτές. Αυτό οφείλεται εν μέρει στο γεγονός ότι ο εγκέφαλος μπορεί να αποδειχθεί χαοτικός, να είναι δηλαδή ένα σύστημα εντελώς ντετερμινιστικό αλλά συγχρόνως ιδιαίτερα ευαίσθητο σε αρχικές συνθήκες. Τα συστήματα αυτού του είδους χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι μικρές διαφορές στις αρχικές συνθήκες (ή σφάλματα στην εκτίμησή τους) μπορεί να οδηγήσουν σε πολύ αποκλίνουσες τροχιές (ή προβλέψεις για την πορεία τους). 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 δύναμη 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 και 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 AMK 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, καλώς εχόντων των πραγμάτων, θα κάνει κάτι για να το βάλει μπροστά. Η επιστήμη της φυσικής στηρίζει σιωπηρά τις μετρήσεις και τις αποφάσεις του μηχανικού αυτοκινήτων, αλλά αυτό είναι το πλησιέστερο που 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 μαντέν μπορεί να είναι το εξαιρετικά ευχάριστο, διαφωτιστικό, συγκινητικό ή εκνευριστικό αντικείμενο της περιγραφής των πραγματικών ή φανταστικών αναμνήσεών 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.