

Εκτείνοντας το Δαρβινισμό στα έσχατά του Ορια

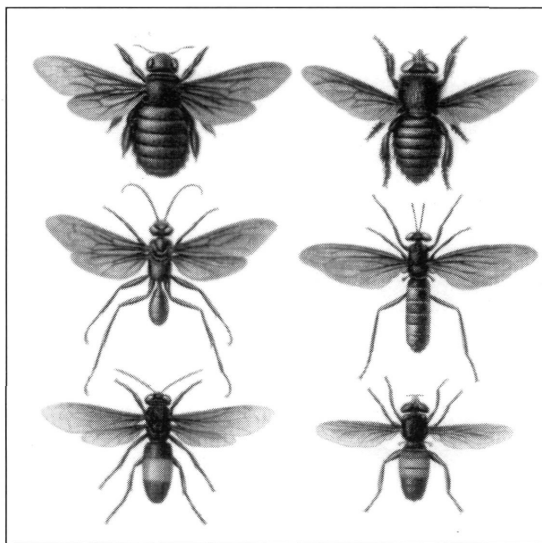
Ομιλητής: Κ.Β. ΚΡΙΜΠΙΑΣ

Καθηγητής Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Βιολογίας, Τμήμα Μεθοδολογίας,

Ιστορίας και Θεωρίας της Επιστήμης στο Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η διάλεξη αυτή έχει ως θέμα την επέκταση του Δαρβινισμού σε διάφορα άλλα πεδία γνώσεως, ακόμα και σε απομεμακρυσμένα, που βρίσκονται πέραν του αρχικού πεδίου εφαρμογής της θεωρίας. Αυτή η τάση επεκτάσεως του Δαρβινισμού αποδεικνύει πόσο επιτυχής υπήρξε στην ερμηνεία της οργανικής εξέλιξης αλλά και πόσο σημαντικός είναι ο μηχανισμός δοκιμής-απορρίψεως για να εξηγήσει τη διαμόρφωση τάξεως και την παρουσία πολύπλοκων και μη κοινότοπων δομών.

Ας εξετάσουμε πρώτα το μηχανισμό της δαρβινικής εξέλιξης. Τον πρώτο λόγο έχει η επιλογή. Ένα εντυπωσιακό παράδειγμα επιλογής φαίνεται στην Εικόνα 1: οι άκακες μυίγες από το Βόρνεο, που εικονίζονται στη δεύτερη στήλη, μιμούνται τις επικίνδυνες σφήκες που υπάρχουν στο ίδιο περιβάλλον, αυτές που εικονίζονται στην πρώτη στήλη. Πρόκειται για μια τυπική περίπτωση Μπεϊτσιανής μιμικρίας (Batesian mimicry), όπου ένα ακίνδυνο είδος μοιάζει σε ένα επικίνδυνο για να ξεφύγει το θάνατο, να ξεγελάσει το διώκτη του. Μια συνεχής επιλογή κληρονομικών μορφολογικών παραλλαγών, που βοηθούν και ενισχύουν τη μορφολογική ομοιότητα προς το πρότυπο, πέτυχε αυτό το εκπληκτικό αποτέλεσμα.



Εικόνα 1

Τρεις περιπτώσεις μιμικρίας του Bates.

Ο μηχανισμός της επιλογής προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Charles Darwin (τον Κάρολο Δαρβίνο) και συγχρόνως από τον Alfred Russel Wallace. Η νεοδαρβινική θεωρία, η οποία σήμερα δεσπόζει στην επιστημονική κοινότητα των εξελικτικών, δανείζεται από τον Darwin το μηχανισμό της φυσικής επιλογής και το συνδυάζει με το Μενδελιανό μηχανισμό κληρονομικότητας. Ο μηχανισμός της κληρονομικότητας πρωτοανακαλύφθηκε από τον Γρηγόριο Mendel και αργότερα η γνώση αυτού του μηχανισμού διευρύνθηκε και εξειδικεύτηκε από τον T.H. Morgan και τη σχολή του. Αυτός ο μηχανισμός δεν επιτρέπει την κληρονομικότητα επικτήτων ιδιοτήτων, αποκλείει αυτό που σήμερα ονομάζουμε λαμαρκιανή ερμηνεία της εξέλιξης. Όμως αυτή η πίστη στην κληρονομικότητα των επικτήτων ιδιοτήτων δεν θα έπρεπε να αποδοθεί αποκλειστικά στο μεγάλο Γάλλο φυσιοδίφη Jean Baptiste Antoine de Monet,

ιππότη του La Marck. Τουναντίον, η πλειονότητα των επιστημόνων κατά τον 19ο αιώνα, και όχι μόνον τότε, πίστευε σε αυτήν, μεταξύ των οποίων πρέπει να συγκαταλέξουμε και τον Darwin. Η νεοδαρβινική ή συνθετική θεωρία ακολουθεί τις θέσεις του August Weismann και άλλων ακραίων δαρβινιστών, που αποκλείουν μια τέτοια κληρονομικότητα. Το περιβάλλον δεν αφήνει άμεσα στον οργανισμό ένα κληρονομούμενο αποτύπωμα αλλά επιδρά επιτρέποντας, επάγοντας ή εξαναγκάζοντας ένα μηχανισμό επιλογής επί προϋπαρχουσών παραλλαγών. Πρόκειται για μια επιλογή εκείνων των παραλλαγών που καθιστούν ικανό τον οργανισμό να αντιμετωπίσει τις περιβαλλοντικές προκλήσεις και να επιλύσει τα προβλήματα τα οποία του θέτει το περιβάλλον. Μπορούμε να διακρίνουμε, ακολουθώντας τον Peter Medawar, δυο μεγάλες κατηγορίες μηχανισμών που επιτρέπουν μια εξελικτική μεταβολή: τους διδακτικούς μηχανισμούς, κατά τους οποίους το περιβάλλον άμεσα αποτυπώνει μια κληρονομούμενη αλλαγή στον οργανισμό, και τους επιλεκτικούς. Στον αιώνα μας παρακολουθούμε συνεχείς αποτυχίες των διδακτικών μηχανισμών, εκείνων που αναφέρονται στην κληρονομικότητα επικτήτων ιδιοτήτων. Τουναντίον παρατηρούμε η υιοθέτηση επιλεκτικών μηχανισμών να επεκτείνεται διαρκώς σε διάφορους κλάδους της βιολογίας. Κατά την κλασική λοιπόν αντίληψη η εξελικτική μεταβολή προέρχεται από το συνδυασμό δύο διακριτών φαινομένων: πρώτα από την παραγωγή πλήθους κληρονομικών παραλλαγών με την τυχαία διαδικασία της μεταλλαγής και μετά από την επιλογή εκείνων των παραλλαγών που προσδίδουν κάποιο πλεονέκτημα στον οργανισμό, που ευνοούν την επιβίωσή του και την αναπαραγωγή του. Εδώ ίσως θα ήταν σκόπιμο να διευκρινίσουμε τι εννοούμε με τυχαίο όταν πρόκειται για μεταλλαγές, δηλαδή γι' αυτό το σπάνιο γεγονός της παραγωγής νέων παραλλαγών από προϋπάρχον γενετικό υλικό. Το τυχαίο αναφέρεται στην ευνοϊκή ή δυσμενή επίδραση μιας μεταλλάξεως (προϊόντος της μεταλλαγής) στον οργανισμό και στην αναπαραγωγή του. Στην πραγματικότητα η πλειονότητα των μεταλλάξεων έχουν αρνητική επίδραση στον οργανισμό γιατί είναι ευκολότερο μια τυχαία αλλαγή να καταστρέψει μια λειτουργική δομή παρά να τη βελτιώσει. Οι μεταλλάξεις, που παρήχθησαν, συνυπάρχουν με τις προηγούμενες παραλλαγές στον πληθυσμό για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα (συχνά καλυμμένες, κρυφές, από το γενετικό φαινόμενο που ονομάζεται κυριαρχία) και αποτελούν το πρωταρχικό υλικό πάνω στο οποίο μπορεί άμεσα να δράσει η επιλογή. Σε τελική ανάλυση η επιλογή δεν είναι τίποτε άλλο από τη διαφορική αναπαραγωγή (πολλαπλασιασμό) των παραλλαγών. Όντως μερικές παραλλαγές επιτρέπουν μια καλλίτερη επιβίωση του οργανισμού που τις φέρει ή την παραγωγή πολυαριθμότερων απογόνων του που να μοιάζουν με τους γονείς τους. Έτσι, σύμφωνα με τη συνθετική θεωρία, η μικρή αλλαγή συχνότητας στους αλληλομόρφους ενός γονιδίου (μιας γενετικής παραλλαγής) αποτελεί το στοιχειωδέστερο εξελικτικό βήμα. Οι μακροεξελικτικές μεταμορφώσεις οφείλονται, σύμφωνα με αυτή την άποψη, στην άθροιση πολλών τέτοιων στοιχειωδών βημάτων.

Η συνθετική ή νεοδαρβινική θεωρία προτάθηκε πρώτα από τρεις γενετιστές υπό τη μορφή μαθηματικών υποδειγμάτων και επιχειρημάτων που βασίζονται σε τέτοιου είδους μοντέλα. Οι γενετιστές αυτοί έδειξαν ότι ένας νεοδαρβινικός μηχανισμός είναι ικανός να ερμηνεύσει την εξελικτική αλλαγή. Αυτοί οι γενετιστές είχαν ιδιαίτερες μαθηματικές ικανότητες. Ο Sir Ronald Fisher είναι γνωστός όχι μόνο από το βιβλίο του *The Genetic Theory of Natural Selection* (Η γενετική θεωρία της φυσικής επιλογής) αλλά και για τις μελέτες του στη Στατιστική και στη Σχεδίαση Πειραμάτων (στο Βιολογικό Πειραματισμό, Γεωργικό, Ιατρικό κ.ο.κ.). Ο J.B.S. Haldane, και αυτός άγγλος, όπως ο προηγούμενος, έγινε στο ευρύ κοινό γνωστός με το βιβλίο του, στο οποίο εξηγούσε για τον μη ειδικό τη νεοδαρβινική θεωρία με ένα σαφή αλλά και συναρπαστικό τρόπο. Ο Haldane είναι γνωστός στους επιστήμονες από την κατασκευή



Εικόνα 2

Ο Sewall Wright με τον Motoo Kimura και την Ohta

πλήθους εξελικτικών υποδειγμάτων (θα μας δοθεί η ευκαιρία να μιλήσουμε για ένα από αυτά αργότερα), για τα ευφυολογήματά του και για τη μαρξιστική του πολιτική τοποθέτηση. Ο τρίτος αυτής της τριάδας είναι ο αμερικανός Sewall Wright, ο γενετιστής εκείνος ο οποίος ετόνισε ότι σε πληθυσμούς μικρού μεγέθους οι συχνότητες των αλληλομόρφων μπορεί να αλλάζουν επίσης μόνο τυχαία, με τυχαίους βηματισμούς. Στη φωτογραφία βλέπουμε τον Wright μαζί με τον αποθανόντα πρόσφατα ιάπωνα καθηγητή Motoo Kimura και τη συνεργάτιδά του Dr. Ohta, δύο από τους θεμελιωτές της ιαπωνικής σχολής της λεγομένης ουδέτερης εξέλιξης, δηλαδή μιας εξέλιξης η οποία άγεται μόνο από την τύχη (όχι από την επιλογή, όχι από συστηματικές αιτίες αλλαγής).

Αυτοί οι τρεις μαθηματικοί γενετιστές κατέστησαν σαφές στην επιστημονική κοινότητα ότι η εξέλιξη μπορεί να λαμβάνει χώρα σύμφωνα με το μηχανισμό που πρότείνει η συνθετική θεωρία. Ήταν όμως αναγκαίο αυτή η θεωρητική κατασκευή να επενδυθεί με πειραματικά δεδομένα και με τη μελέτη φυσικών πληθυσμών. Προς αυτή την κατεύθυνση εστράφη το ενδιαφέρον μιας ομάδας βιολόγων στη Σοβιετική Ένωση στις αρχές της δεκαετίας του 1920. Η ομάδα αυτή καθοδηγείτο από έναν φυσιοδίφη και γενετιστή, τον Sergei Sergeievitch Chetverikov. Ο Chetverikov διήνυθε ένα κλειστό σεμινάριο, που παρακολουθούσαν μερικοί λαμπροί νέοι βιολόγοι. Σε αυτό το σεμινάριο διευτώθη μια άλλη εκδοχή του νεοδαρβινισμού. Σε αυτήν εδίδετο ιδιαίτερη έμφαση στο γενετικό πολυμορφισμό, δηλαδή στην παρουσία σημαντικών αποθεμάτων γενετικών παραλλαγών (αλληλομόρφων) στους φυσικούς πληθυσμούς. Το επιστημονικό πρόγραμμα αυτής της σχολής ήταν η ποσοτική εκτίμηση του αποθέματος του γενετικού πολυμορφισμού. Το σεμινάριο υπήρξε βραχύβιο γιατί ο Chetverikov καταγγέλθηκε και στη συνέχεια φυλακίστηκε, τέλος δε εξορίστηκε. Υπηρέτησε στην εξορία ως καθηγητής Μαθηματικών σε μια μικρή επαρχιακή πόλη μέχρι το τέλος της επιστημονικής του σταδιοδρομίας. Όμως, δυο από τους μαθητές του, ο Νικολάι Βλαδιμίροβιτς Timofeeff-Ressovsky και η γυναίκα του Ελένη Αλεξάνδροβα Fiedler είχαν ήδη εγκαταλείψει τη Ρωσία χάρις σε μια συγκυρία ανεπάντεχων περιστάσεων. Τον Ιανουάριο του 1924 πέθανε ο Βλαδμίρ Ίλιτς Λένιν και η Σοβιετική Κυβέρνηση απεφάσισε ότι έπρεπε να μελετηθεί προσεκτικά ο εγκέφαλός του για να διαπιστωθεί ιστολογικά η βάση της μεγαλοφυΐας του

ήρωα της ρωσικής επανάστασης. Όμως δεν υπήρχαν στην ΕΣΣΔ κατάλληλοι ιστολόγοι του εγκεφάλου για να διεξαγάγουν αυτήν τη μελέτη. Ως εκ τούτου κάλεσαν γι' αυτό το σκοπό έναν γερμανό, τον Dr. Oscar Vogt, ψυχίατρο και νευρολόγο, διευθυντή του Ινστιτούτου για τη Μελέτη του Εγκεφάλου στο Βερολίνο. Ο Vogt, όμως σε αντάλλαγμα ζήτησε από τους Σοβιετικούς, και το πέτυχε, ο Τιμοφееφ και η γυναίκα του να εργασθούν γι' αυτόν στο Βερολίνο. Όντως ο Τιμοφееφ είχε ήδη καταστήσει γνωστά τα αποτελέσματα γενετικών ερευνών του, που κίνησαν το ενδιαφέρον του Vogt. Αυτός ο τελευταίος νόμιζε πως θα είχαν κάποια σημασία για τη μελέτη νευρικών διαταραχών, τις οποίες εκείνη την εποχή μελετούσε. Ο Τιμοφееφ έφθασε στο Βερολίνο το 1926 και έμεινε εκεί ως το τέλος του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου, όταν ο ρωσικός στρατός μπήκε στην πόλη. Εκείνη την εποχή ήτο ήδη διάσημος για σημαντικά επιστημονικά επιτεύγματά του, στα οποία πρέπει να συγκαταλεγούν οι μελέτες του για την εξέλιξη. Όμως το κύριο τμήμα των απόψεων της ρωσικής σχολής έφτασε στη Δύση όχι δια του Τιμοφееφ αλλά από άλλο δίαυλο.



Εικόνα 3

Ο Theodosius Dobzhansky (1900-1975)

Η παράδοση, που άφησε ο Chetverikov, έφθασε στη Δύση, και ειδικότερα στις Η.Π.Α. μέσω του Θεοδοσίου Dobzhansky, ενός ρώσου γενετιστή, ενήμερου των απόψεων του Chetverikov, αλλά που δεν συμμετείχε στο σεμινάριό του. Ο Dobzhansky έφθασε στις Η.Π.Α. το 1928 χάρις σε μια υποτροφία του Ιδρύματος Rockefeller για να εργασθεί στο εργαστήριο του T.H. Morgan. Αρχικά, και επί αρκετά χρόνια, οι μελέτες του αφορούσαν καθαρά γενετικά προβλήματα. Μόνο στο τέλος της δεκαετίας του '30 άρχισε να φανερώνεται το ενδιαφέρον του για θέματα εξελικτικής φύσεως, μελέτες φυσικών πληθυσμών με την ενσωμάτωση των απόψεων του Chetverikov στις γνώσεις που ο ίδιος είχε, για τους μηχανισμούς της κληρονομικότητας από τη μέχρι τότε θητεία του στο εργαστήριο του Morgan. Το βιβλίο του *Genetics and the Origin of Species* (Γενετική και προέλευση των ειδών) του 1937, κατέστη διάσημο και σήμερα θεωρείται ως ο θεμέλιος λίθος της συνθετικής θεωρίας και της πειραματικής μελέτης της εξέλιξης. Για πρώτη φορά διατυπώνεται με σαφήνεια η συνθετική θεωρία όπως τη βλέπει ο φυσιοδίφης και ο εργαστηριακός ερευνητής.

Λίγο χρόνο μετά την έκδοση αυτού του βιβλίου, εμπνεόμενοι από αυτό, δυο άλλοι επιστήμονες συμμετέχουν με τον Dobzhansky σε αυτή την προσπάθεια. Και οι τρεις τους θεωρούνται σήμερα οι πατέρες της συνθετικής θεωρίας: ο αμερικανός, αλλά γεννημένος γερμανός, συστηματικός Ernst Mayr και ο αμερικανός παλαιοντολόγος George Gaylord Simpson. Οι δυο αυτοί απέδειξαν ότι η συνθετική θεωρία εφαρμόζεται με επιτυχία και εξηγεί τα φαινόμενα σε δυο άλλες περιοχές γνώσεως, στη συστηματική και στην παλαιοντολογία. Μια εγκυρότητα η οποία αγκάλιασε λοιπόν παραπλήσιους τομείς πέραν της γενετικής μελέτης των πληθυσμών.

Αυτή η σύντομη εξιστόρηση δεν έχει σκοπό να εμφανίσει ως μη όφειλε, περιθωριακή τη συνεισφορά των Ευρωπαίων, ειδικότερα της αγγλικής σχολής. Ο E.B. Ford με επιτυχία συνεδύασε την οικολογι-

Πίνακας 1 <i>Εκτείνοντας το δαρβινισμό στα έσχατα όριά του</i>	
Περιοχές αδιαμφισβήτητης εγκυρότητας	1) Οικολογία: το πρόγραμμα των Nabí 2) Ανοσολογία: η κλωνική θεωρία
Περιοχές ενδιάμεσης εγκυρότητας	3) Ψυχολογία ζώων: δοκιμή και απόρριψη 4) Νευρωνικός δαρβινισμός του Edelman
Περιοχές αμφισβητούμενης εγκυρότητας	5) Κοινωνιοβιολογία του E. O. Wilson 6) Ηθική του M. Ruse 7) Αισθητική 8) Εξελικτική επιστημολογία (Popper, Campbell, Plotkín κ. ά.)

κή μελέτη των φυσικών πληθυσμών μαζί με τη γενετική. Η αγγλική σχολή χαρακτηρίζεται από τη γενεσιουργό αποτύπωση δυο βιολόγων, είναι η σχολή Fisher-Ford. Την ίδια εποχή ο Julian Huxley, εγγονός του T.H. Huxley, του λυσσώδους υπερασπιστή του Δαρβίνου, και αδελφός του γνωστού μυθιστοριογράφου Aldous Huxley, ήταν επίσης ένας ενεργός νεοδαρβινιστής στην Αγγλία. Όμως είναι προφανές ότι η πειραματική προσέλαση στη μελέτη της εξελίξεως έφθασε στις Η.Π.Α. στις δεκαετίες του '30 και '40 σε μια τέτοια στάθμη και παρουσίασε μια τέτοια ευρωστία, που δεν τη συναντάμε τότε ή και αργότερα στην Αγγλία ή στη χερσαία Ευρώπη.

Ήδη από τα αρχικά του στάδια ο Δαρβινισμός εξήγησε ικανοποιητικά διάφορα εξελικτικά φαινόμενα, στα οποία μέχρι τότε απεδίδοντο λαμαρκιανοί μηχανισμοί: Τέτοια φαινόμενα ήσαν η ανθεκτικότητα των βακτηρίων στα αντιβιοτικά, των εντόμων στα εντομοκτόνα κ.ο.κ. Αργότερα, έχοντας με επιτυχία περάσει από αυτές τις δοκιμασίες, εφαρμόστηκε και σε πλήθος άλλων πεδίων έρευνας. Καθιστάμεθα σήμερα μάρτυρες μιας ολοένα μεγαλύτερης τάσεως εισβολής του Δαρβινισμού σε νέους τομείς, τάσεως που θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε ως επέκταση του Δαρβινισμού πέραν του πεδίου του, εκείνου δηλαδή για το οποίο προετάθη. Μια επέκταση μέχρι τα έσχατα όρια εφαρμογής του. Αυτές τις επεκτατικές τάσεις θα διακρίνω σε τρεις κατηγορίες. Υπάρχει πρώτα μια κατηγορία στην οποία ανήκουν προσπάθειες επιτυχούς επέκτασης, επέκτασης πανθομολογούμενης εγκυρότητας. Το κριτήριο εγκυρότητας το οποίο εδώ χρησιμοποιώ είναι σύνθετο, πρόκειται δηλαδή για ένα συνδυασμό αποδοχής της επέκτασης από την επιστημονική κοινότητα και δυνατότητας ελέγχου της με πειραματισμό. Αυτά τα δυο δεν είναι βέβαια ανεξάρτητα μεταξύ τους. Σε μια δεύτερη κατηγορία συγκαταλέγω περιπτώσεις ενδιάμεσης εγκυρότητας, δηλαδή περιπτώσεις των οποίων η εγκυρότης δεν διαμφισβητήθηκε δημόσια ούτε όμως παρεσχέθησαν σοβαρές ενδείξεις για να υποστηριχθεί το βάσιμό τους. Τέλος σε μια τρίτη κατηγορία τοποθετώ περιπτώσεις που έντονα αμφισβητούνται, εκείνες κατά τις οποίες γίνεται προσπάθεια να εφαρμοσθεί ο Δαρβινισμός σε φαινόμενα κοινωνικά και πολιτιστικά.

Εκτός από τους τομείς στους οποίους εκαλείτο να εφαρμοσθεί, στη μελέτη δηλαδή των εξελικτικών φαινομένων στη φύση, ο Δαρβινισμός απεδείχθη ιδιαίτερα επιτυχής στην εργαστηριακή τεχνική διότι κατέστη πηγή εμπνεύσεως πειραματικών επινοήσεων και τεχνικών. Μπορούμε σήμερα να πολλαπλασιάσουμε τμήματα DNA με το μηχάνημα PCR (ένα μηχάνημα βασισμένο στην Polymerase Chain Reaction, στην αλυσιδωτή αντίδραση που βασίζεται στην πολυμεράση). Ξεκινώντας από ένα μόριο DNA και προσθέτοντας στο νέο διάλυμα διάφορες χημικές ενώσεις (εκκινητές, ένζυμα κ.ο.κ.) μπορούμε να παράγουμε ένα μεγάλο αριθμό ταυτόσημων μορίων DNA. Μπορούμε στον αρχικό πληθυσμό μορίων DNA που θα χρησιμοποιήσουμε για αναπαραγωγή να δημιουργήσουμε μια τυχαία ποικιλομορφία, εναλλακτικές μορφές του ίδιου μορίου, αλλαγές δηλαδή στην ακολουθία των βάσεων. Μετά τον πολλαπλασιασμό όλων τους μπορούμε να επιλέξουμε αυτές τις ακολουθίες που ικανοποιούν ένα συγκεκριμένο κριτήριο, λ.χ. αποτελούν καλούς υποδοχείς μιας δεδομένης πρωτεΐνης. Ακολούθως μπορούμε με τα επιλεγμένα μόρια DNA, προκαλώντας επιπλέον σε αυτά μια περαιτέρω τυχαία ποικιλομορφία, να αρχίσουμε μια νέα σειρά αναπαραγωγής. Αυτή η διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές. Σε λίγους κύκλους αναπαραγωγής μπορούμε να καταλήξουμε σε μια τέτοια εξειδίκευση στο δεσμό της πρωτεΐνης στα μόρια του DNA, που με καμιά άλλη εναλλακτική μέθοδο δεν θα πετυχαίναμε τόσο γρήγορα. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται Forced evolution (καταναγκαστική εξέλιξη). Πρόκειται για μια εφαρμογή του νεοδαρβινισμού και αποτελεί μια ισχυρή μέθοδο στο σύγχρονο οπλοστάσιο των πειραματικών μας μεθόδων. Έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε μελέτες αναπτυξιακής βιολογίας και σε άλλους τομείς. Μια παρόμοια τεχνική χρησιμοποιήθηκε επίσης για το RNA, για να βελτιωθεί η ενζυματική εξειδίκευση μορίων RNA. Δεν σκοπεύω εδώ να επεκταθώ σε αυτό το θέμα, θέλω μόνο να υπογραμμίσω ότι ο θεωρητικός μηχανισμός που προτείνει ο νεοδαρβινισμός είναι τόσο ισχυρός και αποτελεσματικός ώστε με επιτυχία μπορεί να εφαρμοσθεί σε εργαστηριακές τεχνικές που κατατείνουν στην παραγωγή μορίων με αυξημένη εξειδίκευση. Μια άλλη εφαρμογή του Δαρβινισμού συναντάται στη Δαρβινική Ιατρική αλλά ο χρόνος δεν μου επιτρέπει να αναφερθώ εκτενέστερα και σε αυτόν τον τομέα.

Η μοριακή αυτή προσέγγιση του νεοδαρβινικού μηχανισμού, στην οποία αναφερθήκαμε ήδη, βρίσκεται πολύ κοντά στο βασικό ανοσοποιητικό μηχανισμό. Επί μακράν σειράν ετών στην ανοσολογία παραδεχόμαστε ότι η παραγωγή αντισωμάτων μπορούσε να γίνει καλλίτερα κατανοητή αν συμφωνούσε με ένα διδακτικό μηχανισμό παραγωγής τους. Τα αντισώματα, με τα οποία ο οργανισμός των θηλαστικών αμύνεται σε παρασιτικούς εισβολείς, βακτήρια, ιούς και άλλους μικροοργανισμούς, είναι πολύ εξειδικευμένα μόρια πρωτεΐνης διότι για κάθε είδος διαφορετικού ξένου μορίου (μορίου εισβολέα), για κάθε δηλαδή αντιγόνο, υπάρχει εξειδικευμένο γι' αυτό αντίσωμα. Επειδή ο αριθμός των δυνατών αντιγόνων, ανέρχεται σε χιλιάδες, αν όχι σε εκατομμύρια, ο οργανισμός είναι ικανός να παραγάγει χιλιάδες ή εκατομμύρια διαφορετικά είδη μορίων που έχουν μια εξειδίκευση του τύπου κλειδιού-κλειδαριάς με τα διάφορα είδη αντιγόνων. Η απλούστερη υπόθεση για την παραγωγή αντιγόνων είναι ότι προέρχεται αυτή η παραγωγή από μια άμεση εντύπωση του μορίου του εισβάλλοντος αντιγόνου σε ένα ευμάλακτο, επιδεκτό διαμόρφωσης άμορφο πρωτεϊνικό υλικό, το οποίο κατ' αυτό τον τρόπο διεμορφώνεται σε εξειδικευμένο αντίσωμα του αντιγόνου που είχε καταστεί ο εντυπωτής. Μια εναλλακτική υπόθεση διευτυπώθη το 1949 από τον Sir F. MacFarlane Burnet και τον Frank Fenner. Πρόκειται για την κλωνική θεωρία της ανοσοποίησης. Δεν πρόκειται για μια διδακτική θεωρία αλλά για μια επιλεκτική. Τα μόρια αντισωμάτων είναι προϊόντα συνθέσεως γονιδίων και δεν δομούνται ή κατασκευάζονται από τα εισβάλ-

λοντα μόρια αντιγόνων. Μέσα από έναν τεράστιο αριθμό διαφορετικών μορίων αντισωμάτων, τα οποία ο οργανισμός έχει στη διαθεσή του, εκείνο επιλέγεται και συνθέτεται μαζικά που παρουσιάζει μια εξειδίκευση για το εισβάλλον αντιγόνο. Σε αυτόν τον επιλεκτικό μηχανισμό το αντιγόνο διαδραματίζει το ρόλο του υποκινητού, του πυροδοτικού μηχανισμού, δηλαδή του επιλεκτικού παράγοντα. Ο οργανισμός διαθέτει έναν πολύ μεγάλο αριθμό κυττάρων, κάθε ένα ανήκει σε διαφορετικό κλώνο, δηλαδή έχει τη δυνατότητα παραγωγής διαφορετικού τύπου αντισώματος. Η έλευση ενός συγκεκριμένου αντιγόνου επάγει τον πολλαπλασιασμό εκείνων των κυττάρων που ανήκουν στον αντίστοιχο κλώνο. Κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μια μαζική παραγωγή εξειδικευμένου αντισώματος. Πώς όμως παράγεται αυτή η τεράστια γκάμα κλώνων; Τα αντισώματα είναι πολύπλοκα μόρια, αποτελούνται από συνδυασμό διαφόρων πρωτεϊνών που κωδικοποιούνται από διαφορετικά γονίδια. Μερικές από αυτές τις πρωτεΐνες έχουν περιοχές με ύψιστο βαθμό ποικιλίας μορφών, είναι οι υπερποικίλες περιοχές. Η υπερποικιλομορφία παράγεται από ένα σύνολο διαφορετικών διεργασιών. Κατά πρώτον μια ποικιλία μορφών των αντισωμάτων οφείλεται στη δυνατότητα εναλλακτικών συνδυασμών των διαφόρων τύπων μορίων που αποτελούν το αντίσωμα. Μια δεύτερη αιτία είναι το μάτισμα τμημάτων DNA που κωδικοποιούν μια συγκεκριμένη πρωτεΐνη. Αυτή η πρωτεΐνη κωδικοποιείται από μη συνεχόμενα τμήματα DNA και κατά το μηχανισμό της πρωτεϊνοσύνθεσης αποκόπονται τα ενδιάμεσα “σιωπηλά” τμήματα και συνενώνονται με ένα μάτισμα εκείνα που κωδικοποιούν ώστε να υπάρχει μια ενιαία κωδικοποιούσα αλληλουχία. Το μάτισμα αυτό δεν γίνεται κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο, δηλαδή δεν ενώνονται τα δύο κομμάτια στις ίδιες ακριβώς θέσεις. Αυτό προκαλεί μια ποικιλία τύπων και ο μηχανισμός αυτός ονομάζεται διαφορές στη συνένωση (junctional diversity). Μια τρίτη αιτία είναι η προσθήκη βάσεων στο τέλος της κωδικής περιοχής του γονιδίου, τέλος μια τέταρτη αιτία είναι ένας ιδιαίτερα αυξημένος ρυθμός μεταλλαγών αυτών των περιοχών των γονιδίων (υπερμεταλλαγή) που παρατηρείται σε μια ορισμένη χρονική περίοδο της ανάπτυξης του οργανισμού. Όλες αυτές οι αιτίες γεννούν μια τεράστια ποικιλία αντισωμάτων. Υπολογίζεται θεωρητικά ότι μπορεί να παραχθούν έτσι 270.000.000 διαφορετικοί κλώνοι κυττάρων, καθένας από τους οποίους είναι ικανός να παραγάγει διαφορετικό τύπο αντισώματος. Μια τυχαία ποικιλομορφία κλώνων συνδυαζόμενη με ένα μηχανισμό επιλογής, ιδού ένας καθαρά νεοδαρβινικός μηχανισμός. Η κλωνική θεωρία στην ανοσολογία πέρασε με επιτυχία όλες τις πειραματικές δοκιμασίες και αποτελεί τώρα τη μόνη αποδεκτή θεωρία σε αυτόν τον τομέα.

Η οικολογία πρέπει να θεωρηθεί ως η “πίσω αυλή”, ένα τμήμα του ζωτικού χώρου της εξελικτικής βιολογίας. Πρόκειται για τη μελέτη των σχέσεων των ζωντανών οργανισμών με το περιβάλλον τους. Η σχέση αυτή φανερώνει συν τοις άλλοις τις πολυάριθμες προκλήσεις που παρουσιάζει και τα προβλήματα που θέτει το περιβάλλον στον οργανισμό, προκλήσεις και προβλήματα τα οποία χρειάζονται απάντηση από μέρους του, απάντηση που προέρχεται από τη δράση της φυσικής επιλογής. Δεν θα έπρεπε λοιπόν να θεωρείται μια καινοτομία η εφαρμογή του νεοδαρβινισμού στην οικολογία. Πολλοί δαρβινιστές, από τα αρχικά στάδια του νεοδαρβινισμού, προ ή και κατά την περίοδο του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου, προσέφεραν σημαντικές συμβολές στην οικολογία. Ας θυμηθούμε μερικούς από αυτούς. Πρώτα το ρώσο G.F. Gause με το βιβλίο του Ο Αγών περί Υπάρξεως (αγγλική έκδοση το 1934), τον αμερικανό A.J. Nicholson (1895-1969) και τις απόψεις του για τη ρύθμιση του μεγέθους του πληθυσμού από πυκνοεξαρτώμενες μεταβλητές (density dependent factors), τον άγγλο David Lack και τη μελέτη του για τους σπίνους του Δαρβίνου στα νησιά Galapagos. Ακόμα και ο Charles Birch (που μαζί με

τον H.G. Andrewartha συνέγραψαν το μνημειώδες βιβλίο *Η Κατανομή και Αφθονία των Ζώων*, *The Distribution and Abundance of Animals*, 1954, που θεωρείται ότι ξεφεύγει από το Δαρβινισμό και δίδει έμφαση στον παράγοντα τύχη, αφού μη πυκνοεξαρτώμενοι παράγοντες επιφέρουν απότομες ολικές σχεδόν καταστροφές στον πληθυσμό, καταστροφές από τις οποίες τυχαία –και όχι επιλεκτικά– λίγα άτομα διασώζονται και διαφεύγουν για να εγκαθιδρύσουν αλλού μια νέα αποικία), αυτός λοιπόν ο L.C. Birch υπήρξε αν όχι μαθητής πάντως συνεργάτης του Th. Dobzhansky και έχει δημοσιεύσει δαρβινικής εμπνεύσεως πληθυσμιακές μελέτες. Έτσι δεν πρέπει να εκπλησσομέθα από την παρουσία μιας δαρβινικής επίδρασης στην οικολογία. Αυτές όμως όλες οι συμβολές δεν δημιουργούσαν μια νέα “προβληματική”, δεν άνοιγαν νέους ερευνητικούς ορίζοντες. Πολλοί ιστορικοί της οικολογίας υποστηρίζουν την άποψη ότι η πραγματική δαρβινική εισβολή στην οικολογία πραγματοποιήθηκε με τη διατύπωση των υποδειγμάτων r- και K-επιλογής. Τούτο χρονολογείται στη δεκαετία του '60. Μια ομάδα νέων, επιθετικών και λαμπρών εξελικτικών βιολόγων, που απαρτιζόταν από τους Robert MacArthur, Richard Lewontin, Richard Levins και Leigh Van Valen αποφάσισε να ανανεώσει αυτήν τη γνωστική περιοχή με την εισαγωγή ποσοτικών υποδειγμάτων. Ο E.O. Wilson υπήρξε περιφερειακό μέλος της ομάδας. Ορισμένα μέλη της ομάδας χρησιμοποίησαν για ψευδώνυμο το όνομα ενός ανύπαρκτου επιστήμονα, του Isador Nabi, ενός δήθεν βιολόγου από τη Βενεζουέλα και μάλιστα από το Πανεπιστήμιο Cochabamba! Δεν είναι πρώτη φορά που μια ομάδα επιστημόνων χρησιμοποιεί ως ψευδώνυμο το όνομα ενός άλλου πραγματικού ή φανταστικού προσώπου και κάνει αστεία με κάτι τέτοιο! Η περίπτωση των γάλλων μαθηματικών που καλύπτονται με το όνομα Nicholas Bourbaki είναι πολύ γνωστή. Χρησιμοποίησαν το όνομα του δρόμου στον οποίο ορισμένοι από αυτούς έμεναν, δρόμο ονομασθέντα προς τιμήν του Bourbaki, του ελληνικής καταγωγής στρατηγού του Ναπολέοντα Γ'. Όταν αργότερα δύο μέλη της ομάδας των Nabi, οι Lewontin και Levins, το 1981, προέβησαν σε μια αρνητική κριτική των απόψεων του E.O. Wilson για την Κοινωνιοβιολογία, από των σελών του περιοδικού *Nature*, την υπέγραψαν με το όνομα Nabi. Αλλά ας ακολουθήσουμε χρονολογικά την ιστορία.

Τα υποδείγματα r και K επιλογής, που πρότειναν οι R. MacArthur και E.O. Wilson, και τα οποία είχαν διείδει ο R. Lewontin στη μελέτη του για τη γενετική της ικανότητας αποικισμού, συνδυάζουν κατά μη κοινότοπο τρόπο τρεις μέχρι τότε λίγο-πολύ διάκριτες γνωστικές περιοχές: τη δημογραφία, την οικολογία και την εξελικτική. Όταν ένας πληθυσμός αρχίζει να αυξάνεται και το περιβάλλον είναι άδειο, δεν υπάρχουν δηλαδή ανταγωνιστικά άτομα από το ίδιο είδος, όταν δηλαδή υπάρχει αφθονία αγαθών –πρακτικά άπειρη ποσότητα από αυτά– τότε η αύξηση του πληθυσμού ακολουθεί μιαν εκθετική καμπύλη. Ο ενδογενής ρυθμός ανάπτυξης (the innate rate for increase), που συμβολίζεται με r, είναι η σταθερά που χαρακτηρίζει αυτήν την αύξηση, ο εκθέτης στην καμπύλη αύξησης.

[Για όσους δεν φοβούνται τα μαθηματικά σύμβολα η εξίσωση της αύξησης του πληθυσμού είναι:

$$\frac{dN}{dt} = rN \quad \text{δηλαδή } N_t = e^{rt} N_0$$

όπου N το μέγεθος του πληθυσμού, N_0 το αρχικό και N_t το μέγεθος σε χρόνο t και e η βάση των φυσικών λογαρίθμων].

Όταν πάλι ο πληθυσμός φθάνει στα όρια της αύξησής του γιατί το περιβάλλον κορέσθηκε από τα άτομα αυτού του πληθυσμού, μπορεί δηλαδή μόνο να φέρει K άτομα, το K όντας η φέρουσα ικανότητά του ή βιοχωρητικότητα του (carrying capacity), τότε η καμπύλη αύξησης προ πολλού παύει να είναι εκθετική: η εκθετική αύξηση αντισταθμίζεται από την περιορισμένη ποσότητα αγαθών και η αύξηση ακολουθεί τη μορφή μιας σιγμοειδούς ή λογιστικής καμπύλης, η οποία φθάνει ασυμπτωματικά σε μια ανώτατη στάθμη K .

(Για όσους πάλι δεν φοβούνται τα μαθηματικά σύμβολα η σιγμοειδής ή λογιστική καμπύλη χαρακτηρίζεται από την εξίσωση:

$$\frac{dN}{dt} = rN(K-N)/K$$

Η επιλογή δρα διαφορετικά στις δυο αυτές εκ διαμέτρου αντίθετες συνθήκες. Ο Pianka κατέγραψε πολλά χαρακτηριστικά που διαφέρουν στις δυο περιπτώσεις.

Πίνακας 2	
r - στρατηγική r - επιλογή	K - στρατηγική K - επιλογή
αγαθά άφθονα, απεριόριστα, αποίκιση νέου ακατοίκητου χώρου	χώρος περιορισμένος, κορεσμένος
- γρήγορη, απότομη ανάπτυξη	- αργή ανάπτυξη
- γρήγορη αναπαραγωγή	- ισχυρή ανταγωνιστικότητα
- μικρό μέγεθος σώματος	- καθυστέρηση της αναπαραγωγής
- βραχυβιότητα	- μεγαλύτερη ικανότητα στην αξιοποίηση των πόρων

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει μερικά από αυτά τα χαρακτηριστικά. Στην r -επιλογή παρουσιάζεται μια επιλογή για γρήγορη ανάπτυξη, γρήγορη αναπαραγωγή, βραχυβιότητα ενώ στην K -επιλογή παρατηρείται μια τάση για αργότερη ανάπτυξη, καθυστέρηση της αναπαραγωγής, μεγαλύτερη ανταγωνιστική ικανότητα και αποτελεσματικότητα στην αξιοποίηση της τροφής και άλλων αγαθών ή πόρων. Η οικολογία μεταμορφώθηκε με τα υποδείγματα r και K επιλογής. Όλη η επακόλουθη ιστορία αυτού του κλάδου μέχρι σήμερα, συμπεριλαμβανομένων των στρατηγικών του βιολογικού κύκλου (life strategies) και συναφών ερευνητικών προγραμμάτων, δεν μπορεί να κατανοηθεί αν δεν γίνει επίκληση των μοντέλων r και K επιλογής ή αν θεωρηθεί ότι προέρχονται από αυτά. Ας σημειώσω μερικούς χρονικούς σταθμούς:

1967: r και K επιλογή από τους MacArthur και Wilson. ,

1968: Μοντέλα bet-hedging (στοιχήματος-ασφάλειας).

1970: Κατάλογος του Pianka.

1974: - Στρατηγική βιολογικού κύκλου

- Μοντέλα habitat templet (ενδιατήματος).

Τελειώνοντας την αναφορά μου στην οικολογία θέλω να προσθέσω ότι το θέμα αυτό έχει μελετηθεί και από έλληνες επιστήμονες. Επισημαίνω τη διδακτορική διατριβή του Κ. Κορφιάτη “Οικολογικές θεωρίες στρατηγικού βιολογικού κύκλου: μεθοδολογική προσέγγιση” (1994) καθώς και τα άρθρα του Γ. Στάμου και Κ. Κορφιάτη σε διεθνή και ελληνικά περιοδικά.

Αφήνοντας την καθαρή οικολογία θα στραφούμε προς την οικολογία της συμπεριφοράς (behaviour ecology) και στην εφαρμογή της θεωρίας των παιγνίων στις στρατηγικές συμπεριφοράς. Πρόκειται για τομέα που αναπτύσσεται ιδιαίτερα γρήγορα, στον οποίο η δαρβινική επιλογή διαδραμάτισε συγκροτητικό αλλά και προωθητικό ρόλο. Οι βέλτιστοι τρόποι συμπεριφοράς, και ειδικότερα οι μακράς διάρκειας, μακράς νοούμενης στον εξελικτικό χρόνο, δηλαδή οι γνωστές Εξελικτικά Σταθερές Στρατηγικές (ESS, Evolutionary Stable Strategies) υπήρξαν έννοιες και θεωρητικές επινοήσεις ιδιαίτερα γόνιμες με ευρηκτική αξία. Ένας άγγλος μαθητής του J.B.S. Haldane πρωτοστάτησε σε αυτόν τον τομέα, ο John Maynard Smith.

Προηγήθηκαν αρκετά των μελετών του Maynard Smith οι εργασίες ενός μελετητή της ψυχολογίας ζώων στο γύρισμα του αιώνα, του Edward Thorndike. Ο Thorndike τοποθέτησε μια γάτα σε ένα κλουβί από την οροφή του οποίου κρεμόταν ένα σκοινί. Ένα απότομο τράβηγμά του ελευθέρωνε την πόρτα του κουτιού και επέτρεπε στη γάτα να βγει έξω από αυτό. Η γάτα, στην προσπάθεια της να φύγει από το κουτί έκανε διάφορες τυχαίες κινήσεις. Άπαξ τυχαίως τραβούσε το σκοινί, η πόρτα άνοιγε και το ζώο εγκατέλειπε το κλουβί. Την επόμενη φορά που η γάτα φυλακίζοταν στο κλουβί χρειαζόταν μικρότερο χρόνο για να τραβήξει το σκοινί. Πρόκειται για μια τυπική διεργασία δοκιμής και απόρριψης (trial and error): δοκιμάζεται ένα πλήθος τυχαίων απαντήσεων (κινήσεων), απορρίπτονται οι αναποτελεσματικές και συγκρατείται (επιλέγεται) μόνον η επιτυχής. Κατά τον Thorndike αλλά και άλλους ψυχολόγους αυτός είναι ο βασικός μηχανισμός επίλυσης προβλημάτων τόσο στα ζώα όσο και στον άνθρωπο. Στον βασικό αυτό μηχανισμό στον άνθρωπο επιπροστίθεται κι ένας άλλος, η κτηθείσα εμπειρία επίλυσεως παρόμοιων προβλημάτων στο παρελθόν. Αυτός ο βασικός μηχανισμός δοκιμής και απόρριψης υπενθυμίζει έντονα το νεοδαρβινικό: μια τυχαία παραχθείσα ποικιλομορφία (ένα τυχαίο σύνολο απαντήσεων) υπόκειται στην απόρριψη των λανθασμένων, δηλαδή στην αποκαθαριστική επιλογή, την επιλογή κατά των δυσμενών για τον οργανισμό παραλλαγών. Σε αυτήν την περίπτωση δεν παρατηρούμε τον πολλαπλασιασμό των επιλεγισμών παραλλαγών αλλά τη συγκράτηση εκείνων των απαντήσεων που οδηγούν σε ένα θετικό αποτέλεσμα. Εδώ σταματά και η αναλογία.

Ο Νευρωνικός Δαρβινισμός του Gerald Edelman βρίσκεται κοντά στο σχήμα του Thorndike. Ο Edelman προτείνει μια Θεωρία Επιλογής Ομάδων Νευρώνων (Theory of Neural Group Selection, T. N.G.S.). Για να γίνει καλλίτερα κατανοητή θα προσφύγω σε μια παρατήρηση του γάλλου νευροφυσιολόγου Jean-Pierre Changeux, ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος μοιάζει με ένα μαρμάρινο άγαλμα. Πώς φτιάχνει ο γλύπτης ένα τέτοιο άγαλμα; Αφαιρώντας μεγαλύτερα ή μικρότερα κομμάτια μάρμαρου από έναν αρχικό όγκο μαρμάρου, γλύφοντας επιφάνειες ώστε το εναπομένον τμήμα να λάβει την επιθυμητή μορφή. Υπάρχει αρχικά στον εγκέφαλο η δυνατότητα πολυαρίθμων συνδέσεων μεταξύ των νευρικών κυττάρων, (των νευρώνων του) δηλαδή πολυαρίθμων συνάψεων. Ο εγκέφαλος του ωρίμου ανθρώπου περιέχει έναν μικρό μόνο αριθμό συνάψεων, εκείνων μόνο που είναι λειτουργικά αναγκαίες. Οι συνά-

ψεις μεταξύ νευρώνων ισχυροποιούνται με τη συνεχή χρήση τους, ενώ αν δεν χρησιμοποιούνται, τότε τα κύτταρα αποσυνδέονται και τα δίκτυα νευρώνων αποδομούνται, αποδιοργανώνονται. Ο Edelman θεωρεί τρία διαφορετικά στάδια εγκαταστάσεως νευρωνικών συνδέσεων. Αρχικά την εγκατάσταση ενός πρωτογενούς συνόλου συνάψεων-δικτύων, ενός πρωταρχικού ρεπερτορίου κατά την ανάπτυξη. Πρόκειται για μια αναπτυξιακή επιλογή. Στη διαμόρφωση αυτού του ρεπερτορίου σημαντικό ρόλο παίζουν η έλξη και αύξηση των κυττάρων προς ορισμένο μέρος όπου εκκρίνεται μια χημική ένωση (χημειοτακτισμός). Πρόκειται για ορισμένες χημικές ενώσεις η παρουσία των οποίων επιτρέπει την κυτταρική επαφή και πρόσδεση (C.A.M: cellular adhesion molecules και S.A.M: substrate adhesion molecules). Στη διαμόρφωση του πρωτογενούς αυτού ρεπερτορίου παίζουν ρόλο και αυξητικοί παράγοντες και ο επιλεκτικός θάνατος των κυττάρων. Σε δεύτερη φάση οι εμπειρίες επιτρέπουν μια δευτερογενή επιλογή. Πρόκειται γι' αυτή για την οποία έχω μιλήσει στην αρχή της παραγράφου. Τέλος, σε ένα ανώτερο επίπεδο πολυπλοκότητας παρατηρούμε το σχηματισμό ομάδων νευρώνων που διασυνδέονται, αυτό που ο Edelman ονομάζει χάρτες (maps). Οι χάρτες αυτοί επικοινωνούν μεταξύ τους. Η επικοινωνία μεταξύ χαρτών ισχυροποιείται από εισόδους και επανεισόδους νευρικών ερεθισμάτων. Έτσι οι μεταξύ χαρτών συνδέσεις οργανώνονται σε μια δομή. Αλλά ο βασικός μηχανισμός παραμένει ο ίδιος: μια επανειλημμένη διέγερση, η κατ' επανάληψη λειτουργία μιας συνδέσεως οδηγεί στην ισχυροποίησή της ενώ η αχρησία στην εξασθένησή της και τελικά στην απώλειά της. Αυτός ο μηχανισμός είναι δαρβινικός σύμφωνα και με τις απόψεις του Edelman. Σε μια αρχική πληθώρα συνδέσεων, σε μια αρχική σχεδόν απειρία δυνατοτήτων, μια επιλογή εφαρμόζεται έτσι ώστε πάμπολλες από αυτές τις συνδέσεις να καταστρέφονται ενώ λίγες να συγκρατούνται και να ισχυροποιούνται. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να μην παρατηρούμε τον πολλαπλασιασμό μιας οντότητας, όμως γινόμαστε μάρτυρες μιας ισχυροποίησής της. Για τον Edelman η εντατικοποίηση ή ισχυροποίηση είναι ισοδύναμη με τον πολλαπλασιασμό. Γι' αυτό το λόγο ο μηχανισμός είναι νεοδαρβινικός και αναγνωρίζοντας το τον ονομάζει Νευρωτικό Δαρβινισμό (Neural Darwinism).

Και τώρα φθάνομε στις πιο αμφισβητούμενες περιπτώσεις της δαρβινικής επέκτασης. Ως εισαγωγή στο θέμα θα χρησιμοποιήσω την απάντηση του J.B.S. Haldane όταν ρωτήθηκε αν ήταν πρόθυμος να θυσιάσει τη ζωή του για τη Βασίλισσα της Αγγλίας: "Για τη Βασίλισσα όχι, αλλά θα το σκεφτόμουν, να θυσιάσω τη ζωή μου, αν επρόκειτο να σώσω δυο αδέρφια μου ή τέσσερα πρώτα εξαδέλφια μου". Μαζί με την αντιβασιλική-αντιεθνικιστική έκφραση των απόψεών του ο Haldane υπαινίσσεται και κάτι άλλο: έναν διαφορετικό τρόπο πολλαπλασιασμού (ή διασώσεως στην επόμενη γενεά) των γενετικών μας καταβολών. Κάθε αδελφός μας έχει με μας κοινό το 50% των γονιδίων μας, κάθε πρώτος εξαδελφός μας το 25%. Έτσι τέσσερις πρώτοι εξαδελφοί (ή δύο αδελφοί) στατιστικά αντιπροσωπεύουν το σύνολο των γονιδίων μας. Από την άποψη της επιβίωσης των γονιδίων τέσσερις πρώτοι εξαδελφοί μας ισοδυναμούν με τον εαυτό μας. Υπάρχουν δυο διαφορετικοί τρόποι αύξησης της συχνότητας των γονιδίων μας στην επόμενη γενιά. Ο πρώτος είναι να αφήσουμε παιδιά, ο άλλος να φροντίσουμε και να προστατεύσουμε, ώστε να επιβιώσουν, άτομα που έχουν παρόμοια γενετική σύσταση με εμάς. Πρώτος, το 1964, ο William Hamilton επρότεινε την έννοια της περικλείουσας fitness (inclusive fitness) για να εξηγήσει την αλτρουϊστική συμπεριφορά. Αυτό το είδος της συμπεριφοράς παρέμενε μέχρι τότε ένα μυστήριο για τους δαρβινιστές. Πώς ήταν δυνατόν να είναι προϊόν της εξελίξεως μια συμπεριφορά ή ένα χαρακτηριστικό εάν από αυτά κάποιο άλλο άτομο ευνοείται εις βάρος εκείνου που φέρει αυτό το χαρακτηριστικό

ή επιδεικνύει αυτή τη συμπεριφορά; Ο Hamilton επεσήμανε ότι οι αλτρουϊστικές πράξεις, εκείνες που θέτουν σε κίνδυνο το άτομο, ερμηνεύονται και μπορούν να προέρχονται εξελικτικά και να εγκαθίσταται στον πληθυσμό με τη φυσική επιλογή αν το κέρδος σε γονίδια είναι μεγαλύτερο από το χασιμο τους. Η σχέση, r , μεταξύ του εκτελούντος την αλτρουϊστική πράξη και του αποδέκτου της (σχέση που εκφράζεται με το ποσοστό των κοινών γονιδίων που συμμερίζονται) πολλαπλασιάζεται με την ωφέλεια του αποδέκτου μετρά τη συνολική ποσότητα γονιδίων που κερδίζεται. Η ωφέλεια μετρίεται σε αύξηση επιβίωσης, αναπαραγωγής, στην τεχνική γλώσσα σε αύξηση της fitness [μέτρηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας: είναι ίση με το μέσο αριθμό επαρκώς όμοιων με το άτομο παιδιών του, και μάλιστα καταμετρούμενων στο στάδιο του γονιμοποιημένου ωαρίου]. Αυτό το κέρδος σε γονίδια πρέπει να υπερέχει ή να είναι τουλάχιστον ίσο με την απώλεια γονιδίων του ατόμου που προβαίνει στην αλτρουϊστική πράξη. Οι εργάτριες, στις μέλισσες, συνεισφέρουν πιο πολύ στον πολλαπλασιασμό των γονιδίων τους με το να ανατρέφουν τις αδελφές τους στην κυψέλη (τις εργάτριες και βασίλισσες που γεννά η βασίλισσα) παρά κάνοντας παιδιά. Είναι όντως στείρες. Και τούτο γιατί με τα παιδιά τους θα είχαν μόνο 50% κοινά γονίδια (τα άλλα 50% προέρχονται από τον πατέρα) ενώ με τις αδελφές τους έχουν 75% των γονιδίων κοινά! Τούτο οφείλεται στις ιδιομορφίες της αναπαραγωγής στις μέλισσες. Τα αρσενικά, οι κηφήνες, προέρχονται από αγονιμοποίηση ωάρια της βασίλισσας (τα αρσενικά είναι, απλοειδή, έχουν ένα μόνο αντίτυπο γονιδίου από κάθε τύπο γονιδίου) ενώ τα θηλυκά προέρχονται από γονιμοποιημένα ωάρια. Τα αρσενικά έχοντας ένα μόνο σύνολο (ένα set) γονιδίων το κληρονομούν αυτούσιο σε όλα τα θηλυκά παιδιά τους. Μια και η βασίλισσα γονιμοποιείται από ένα μόνο αρσενικό, όλα τα θηλυκά έχουν τον ίδιο πατέρα και ως εκ τούτου έχουν 50% των γονιδίων τους κοινά, ως προερχόμενα από τον κοινό τους πατέρα. Επιπλέον όμως, έχοντας την ίδια μάνα, έχουν τα μισά των άλλων 50% των γονιδίων τους κοινά, δηλαδή άλλα 25%. Στο σύνολο 75% κοινά γονίδια. Αντίθετα οι μπότερες με τις κόρες τους έχουν μόνο 50% κοινά γονίδια (τα άλλα 50% προέρχονται από τον πατέρα). Είναι λοιπόν για τις εργάτριες επωφελέστερο από αυτήν την άποψη να φροντίζουν τις αδελφές τους παρά να ανατρέφουν τα ίδια τους τα παιδιά.

Η απόσταση είναι μικρή μεταξύ αυτής της ερμηνείας της αλτρουϊστικής συμπεριφοράς και της αντίληψης ότι εκείνο που πραγματικά προέχει είναι ο πολλαπλασιασμός των γονιδίων, ο πολλαπλασιασμός αυτών που αποκαλέσθηκαν replicators (αναπαραγωγείς) σε αντίθεση με τα οχήματα (vehicles) που φέρουν αυτούς τους αναπαραγωγείς, δηλαδή τα βιολογικά άτομα, τους φαινοτύπους των ατόμων αυτών. Πρόκειται για ένα βήμα που μπορεί εύκολα να διανυθεί: βήμα μετάβασης από την αλτρουϊστική ερμηνεία του Hamilton στην εικόνα του εγωιστικού γονιδίου του Dawkins. Αλλά μπορεί εδώ να προστεθεί και κάτι επιπλέον. Σκεπτόμενοι σε αυτή την κατεύθυνση μπορούμε να επικαλεσθούμε, την ύπαρξη επιλογής μεταξύ ομάδων, που αποτελούνται από συγγενή άτομα, να επικαλεσθούμε την επιλογή συγγενών (kin selection) ή ακόμη την επιλογή γενικώς μεταξύ ομάδων. Αυτές οι ομάδες επιβιώνουν που περικλείουν στους κόλπους των άτομα με αλτρουϊστική συμπεριφορά, ακόμα και αν αυτή η συμπεριφορά δεν ευνοεί καθ' οιονδήποτε τρόπο συγγενή τους άτομα.

Η μεταξύ ομάδων επιλογή (group selection) αποτελεί έναν πολυέξοδο μηχανισμό (σε ζωές ατόμων) η ύπαρξη του οποίου και παρουσία έχουν σοβαρά αμφισβητηθεί. Αυτός όμως, μαζί με μερικούς άλλους μηχανισμούς μπορεί να εξηγήσει την παρουσία χαρακτηριστικών που είναι αναγκαία για τη δια-

μόρφωση και τη διατήρηση των κοινωνικών δομών, και γενικότερα των κοινωνιών. Το 1975 ο Ε.Ο. Wilson δημοσίευσε την Κοινωνιοβιολογία του (Sociobiology), ένα βιβλίο του οποίου λόγος υπάρξεως ήταν το άνοιγμα ενός νέου πεδίου δαρβινικών μελετών, δηλαδή των βιολογικών και γενετικών βάσεων της διαμόρφωσης των κοινωνιών. Το μεγαλύτερο τμήμα του βιβλίου μελετά τις κοινωνίες των ζώων, δηλαδή εντόμων, θηλαστικών και άλλων πλην του ανθρώπου. Αυτό το μέρος του βιβλίου, όσον τουλάχιστον γνωρίζω, δεν διαμφισβητήθηκε. Ο Wilson άλλωστε παρουσίασε παρόμοιες και συμπληρωματικές απόψεις και σε δύο άλλα βιβλία του που αναφέρονται στις κοινωνίες και στις κάστες των εντόμων. Αλλά η Κοινωνιοβιολογία ήταν κάτι παραπάνω. Μια προσπάθεια βιολογικής ερμηνείας των ανθρωπίνων κοινωνιών. Τα χαρακτηριστικά των κοινωνιών θεωρήθηκε ότι είχαν μια βιολογική βάση και ότι προήρχοντο, μερικά τουλάχιστον, από τη δράση της φυσικής επιλογής κατά το μακρύτατο χρονικό διάστημα, που ο άνθρωπος ζούσε σε μικρές ομάδες ως κυνηγός και συλλέκτης. Κατά τον Wilson είναι πολυάριθμα τα χαρακτηριστικά που εγκαταστάθηκαν χάρις στη δράση της φυσικής επιλογής και που αναφέρονται στην κοινωνική συμπεριφορά και στις μεταξύ ατόμων αλληλεπιδράσεις. Έχω καταλογογραφήσει παρακάτω τα περισσότερα από αυτά:

- εντατικοποίηση της εμμένου ρύσεως
- εξωστρεφής ή ενδοστρεφής τύπος
- ιδιοσυγκρασία, ταμπεραμέντο
- ύπαρξη κινήτρων/αθλητική δραστηριότητα
- νευρωτισμός
- κυριαρχικότητα
- κατάθλιψη
- τάση προς ψυχικές ασθένειες
- επιθετικό κυριαρχικό κοινωνικό σύστημα
- κλιμάκωση της έντασης κατά την απάντηση σε επιθέσεις
- έντονη και παρατεταμένη μητρική φροντίδα
- μητροκλινής κοινωνική οργάνωση
- απαγόρευση (taboo) αιμομειξίας
- σχηματισμός ομάδων από 10 ως 100 ώριμα άτομα
- εκφράσεις στο πρόσωπο
- υπεργαμία (η τάση οι γυναίκες να παντρεύονται άνδρες ανωτέρας κοινωνικής τάξεως)
- κινητική συμπεριφορά/δραστηριότητα των νεογνών
- μεγαλύτερο μέγεθος των αρρένων από τα θήλεα (πράγμα που δημιουργεί μια αντιστοιχία ενός αρρενός προς ένα έως τρία θηλυκά άτομα αν ληφθούν υπ' όψιν ανάλογα μεγέθη και αναλογίες φύλων σε "οικογένειες" άλλων θηλαστικών)
- ομοφυλοφιλία (οι ομοφυλόφιλοι είναι "βοηθοί", στερούνται τέκνων και για να βοηθήσουν την ανατροφή των τέκνων των αδελφών τους)
- ικανότητα στον έναρθρο λόγο σε σύγκριση με ικανότητα στην κατασκευή (άλλοι έχουν την πρώτη και άλλοι τη δεύτερη ικανότητα εντονότερη) κ.ο.κ.

Είναι παλιά η προσπάθεια ερμηνείας της κοινωνίας με βιολογικούς μηχανισμούς. Ο γάλλος κοινωνιολόγος Emile Durkheim (1859-1913) ήταν αντίθετος προς αυτήν, η οποία στόν καιρό του ήταν η

κυρίαρχη άποψη. Έκτοτε, μετά τον Durkheim, τα κοινωνικά φαινόμενα θεωρήθηκαν ότι είχαν μια αυτόνομη ύπαρξη και έγινε ευρύτετα δεκτό ότι δεν μπορούν απλά να αναχθούν στα βιολογικά χαρακτηριστικά των ατόμων που αποτελούν μια κοινωνία. Από την άλλη μεριά κάθε προσπάθεια βιολογικής εξήγησης μπορεί εύκολα να παρερμηνευθεί. Μπορεί δηλαδή, σύμφωνα με όσους ασκούν αυτήν την κριτική, χρησιμοποιώντας το γόπτρο της επιστήμης, να δικαιολογήσουν αντιδραστικές και απάνθρωπες απόψεις και να τις νομιμοποιήσουν. Δεν πρέπει επίσης να ξεχνάμε το πνεύμα της δεκαετίας του '70 στις Η.Π.Α. Ο καταστροφικός πόλεμος του Βιετνάμ αποτελούσε μια χάινουσα πληγή. Δυο από τους οξύτερους κριτικούς της Κοινωνιοβιολογίας ήταν μέλη της ομάδας των Nabi, που εξεστράτευσαν εναντίον του πολέμου, του Βιετνάμ, οι Dick Levins και Dick Lewontin. Ένωσε μαζί τους τη φωνή του και ο Steve Gould καθώς και αρκετοί άλλοι νεαροί επιστήμονες του Πανεπιστημίου Harvard. Η αντιπαράθεση μερικά μόνο ήταν επιστημονική, ένα σημαντικό τμήμα της ήταν ιδεολογικής και πολιτικής φύσεως. Ο Lewontin υπεστήριξε ότι ο βιολογικός ντετερμινισμός είναι μια μορφή ιδεολογίας και ένα κακέκτυπο επιστήμης. Μπορεί αυτό να είναι σωστό. Προσωπικά δεν νοιώθω τόσο απομακρυσμένος από αυτό το θέμα ή συναισθηματικά ουδέτερος σε αυτό το ζήτημα για να προβώ σε μια ψύχραιμη κριτική αντιμετώπιση. Είμαι γοντευμένος από το πνευματικό θάρρος αυτού του εγχειρήματος και από το επιστημονικό του ενδιαφέρον παρόλον ότι πολλά από τα αρχικά γενετικά επιχειρήματα του Wilson, στην αρχή, τουλάχιστον, ήταν χονδροειδή. Από την άλλη μεριά έχω πλήρη συνείδηση των δυνατών επιπτώσεων που μπορεί να έχουν τέτοιες απόψεις σε κοινωνίες δογματικές και πουριτανικές, σε χρόνους έξαρσης του εθνικισμού και του θρησκοεισισμού. Είναι αξιοπρόσεκτο ότι πολλά από τα επιχειρήματα που παρουσιάστηκαν δεν ήσαν επιστημονικά ούτε και υπήρχαν δεδομένα που να στηρίζουν ή να καταρρίπτουν τα υποστηριζόμενα από την Κοινωνιοβιολογία.

Το άλλο πεδίο που σχετίζεται με την Κοινωνιοβιολογία είναι η ηθική, το φαινόμενο δηλαδή, παγκόσμιο στους ανθρώπους, να ξεχωρίζουν το καλό από το κακό, να τα αναγνωρίζουν, και να έχουν εσωτερικές ηθικές προσαγές. Αυτό δεν σημαίνει ότι όλοι οι άνθρωποι συμμερίζονται τον ίδιο ακριβώς τύπο προσαγών αν και μεγάλο μέρος τους φαίνεται να είναι κοινό. Ο C.H. Waddington, ένας σημαντικός βρετανός εξελικτικός και εμβρυολόγος, σε ένα σύντομο αλλά αξιόλογο βιβλίο του *The Ethical Animal* (1960, Το Ηθικόν Ζώον) υπεστήριξε την άποψη ότι τα παιδιά, σε νεαρή ηλικία, είναι αποδέκτες αυθεντίας. Τούτο, σύμφωνα με την άποψή του, είναι λειτουργικά σημαντικό και ευνοεί τη διάπλαση της ικανότητας μάθησης, ως εκ τούτου κατά Waddington αποτελεί προϊόν της δράσεως της φυσικής επιλογής. Η ικανότητα της διαμόρφωσης ενός παιδιού σε μια ηθική προσωπικότητα βασίζεται σε αυτό, στο ότι το παιδί είναι αποδέκτης αυθεντίας. Ο Wilson βέβαια είναι πρόθυμος να ερμηνεύσει την παρουσία της ηθικής με δαρβινικό τρόπο. Όμως ο Michael Ruse στο βιβλίο του *Παίρνοντας τον Darwin στα σοβαρά* (*Taking Darwin Seriously*, 1986) είναι εκείνος που διετύπωσε την πιο πειστική επιχειρηματολογία. Μια δαρβινική προέλευση της ηθικής φαίνεται, από την πλευρά του φιλοσόφου, να λύνει με φυσιοκρατικό τρόπο μερικά αιώνια προβλήματα. Πρόκειται για μια καλλίτερη λύση από εκείνην που προτείνει ο ωφελισμός ή μια Καντιανή κατηγορική προσαγή. Εάν έχουν έτσι τα πράγματα πολλά χαρακτηριστικά της ηθικής θα μπορούσαν να εξηγηθούν με ικανοποιητικό τρόπο αν γίνει επίκληση της δαρβινικής της προέλευσης και ενός επιλεκτικού μηχανισμού που εγκαθιστά την τάση προς το ηθικό στο ανθρώπινο είδος. Όλα όμως αυτά περιμένουν την απόδειξή τους, δηλαδή ότι όντως επενέργησε ένας τέτοιος μηχανισμός επιλογής. Το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίζεται σε τέτοιες περιπτώσεις αφηγήσεων είναι η δυσκολία

να προσαγάγει κανείς αποδείξεις. Θα μπορούσε να προστεθεί ότι η προσαγωγή τέτοιων αποδείξεων είναι ίσως αδύνατη σε τέτοιες περιπτώσεις.

Είναι όντως εξαιρετικά δύσκολο και χρονοβόρο να διατυπώσει κανείς μια επιχειρηματολογία στηριζόμενη σε αποδείξεις για τη δράση της επιλογής σε φυσικούς πληθυσμούς ζώων και φυτών παρά το γεγονός ότι μπορούμε να τους χειρισθούμε κατά βούλησιν και να τους μελετήσουμε καθ' όν χρόνον επιλέγονται, δηλαδή καθ' όν χρόνον επιτελείται η διαμόρφωση των αποτελεσμάτων της επιλογής στους πληθυσμούς αυτούς. Η μελέτη μιας διαδικασίας που έλαβε χώρα στο παρελθόν φαίνεται πιο δύσκολο να γίνει και να αποδειχθεί ότι έδρασε όντως η φυσική επιλογή. Άλλωστε υπάρχουν αρκετές άλλες εναλλακτικές διαδικασίες εκτός της επιλογής που επιτρέπουν ή προωθούν τη διαμόρφωση ενός χαρακτηριστικού σε έναν πληθυσμό. Οι Gould και Lewontin κατέστησαν τούτο σαφές στο γνωστό δοκίμιό τους που φέρει τον τίτλο *The Spandrels of San Marco*. Ο Lewontin και οι συνεργάτες του έπαιξαν έναν σημαντικό ρόλο με την κριτική τους, ασκώντας μιαν πνευματική αστυνόμευση, χωρίς την οποία η τάση για γοπτευτικές ή πιθανοφανείς αφηγήσεις κινδυνεύει να καταστήσει το Δαρβινισμό μια μη επιστημονική δραστηριότητα.

Η απόδειξη, στην περίπτωση του αισθητικού φαινομένου μπορεί να είναι ευκολότερο να προσαχθεί. Ποιά είναι η βάση της αισθητικής στους ανθρώπους; Έχουμε άραγε την τάση της καθήλωσης σε ορισμένες αμετάβλητες αισθητικές αξίες (λ.χ. στα κλασικά πρότυπα, σε συμμετρικά σχήματα, σε χρυσές τομές) ή μεταβάλλουμε αυτά τα πρότυπα με το πέρασμα του χρόνου και με τη μόδα; Ήδη στον Δαρβίνο πρωτοβρίσκομε μια νύξη γι' αυτό το θέμα. Παρόλον ότι δεν το διευτύπωσε ξεκάθαρα φαίνεται να συνδέει την αισθητική (ή την αίσθηση του ωραίου) με τη σεξουαλική επιλογή. Γνωρίζομε ότι κατά τη σεξουαλική επιλογή επιλέγεται μια ακραία κατάσταση: τα θηλυκά πτηνά πολλών ειδών επιλέγουν τα αρσενικά ταίρια τους διαλέγοντάς τα από ένα ακραίο και πολύ ορατό χαρακτηριστικό, λ.χ. το μήκος της ουράς ή το έντονο του χρωματισμού τους. Κατά τον W. Hamilton και την Marlene Zuk τα χαρακτηριστικά αυτά “χρησιμοποιούν” τα αρσενικά για να “διαφημίσουν” στα θηλυκά άτομα την καλή γενετική τους ποιότητα. Τα θηλυκά, ως ιατροί, εξετάζουν τα αρσενικά και διαλέγουν εκείνο με το οποίο θα σμίξουν. Σε μια πειραματική πρόσφατη μελέτη σε ανθρώπους για τη μορφή του προσώπου και τα χαρακτηριστικά που είναι γοπτευτικά απεδείχθη ότι και εδώ δρα ένας τέτοιος μηχανισμός. Η αίσθηση του ωραίου θα μπορούσε να συνδέεται άμεσα με αυτά τα εγγενή κριτήρια δια των οποίων τα θηλυκά διαλέγουν τα αρσενικά και τανάπαλιν. Εάν έτσι έχουν τα πράγματα, τότε η αίσθηση του ωραίου έχει μια βιολογική βάση. Τούτο θα μπορούσε ενδεχομένως να εξηγήσει γιατί μερικά χαρακτηριστικά μπορούν γενικά να θεωρηθούν επιθυμητά (λ.χ. οι μακροί λαιμοί του Modigliani). Θα μπορούσε επίσης να εξηγήσει γιατί επιθυμητά χαρακτηριστικά δεν είναι τόσο πολύ στερεοτυπικά καθηλωμένα, προσδιορισμένα, αλλά υπόκεινται σε δευτερογενείς μεταβολές. Άλλωστε η αλλαγή αισθητικού προτύπου προκύπτει από τη διαδικασία επιλογής για ακραία μορφή. Μιας και μια τέτοια μορφή γίνει κοινή ή κορεσθεί ποσοτικά η αίσθηση του ωραίου, το νέον, η καινοτομία (μέσα στα όρια του “υγιούς”) γίνεται επιθυμητή και αρχίζει να θεωρείται ως το νέο πρότυπο.

Φθάνω στο τελευταίο τμήμα της ομιλίας μου, εκείνο της εξελικτικής επιστημολογίας. Από ό,τι ελέχθη μέχρι τώρα μπορούμε να συμπεράνομε ότι η απόσταση μεταξύ κοινωνιοβιολογίας και εξελικτικής

επιστημολογίας είναι όντως μικρή. Όμως αυτά τα δυο θέματα δεν θα 'πρεπε να θεωρηθούν ταυτόσημα ή ανήκοντα στον ίδιο ακριβώς γνωστικό χώρο. Μπορούμε χωρίς μεγάλη δυσκολία να δεχθούμε ότι ο εγκέφαλος και οι λειτουργίες του έχουν διαμορφωθεί με τη δράση της φυσικής επιλογής. Βεβαίως η απόδειξη αυτής της δήλωσης είναι δυσχερής. Έχουν όμως προστεθεί πολλές αληθοφανείς σκηνικές αφηγήσεις (σενάρια) γιατί και πώς τούτο επετεύχθη. Τα πρώτα επιχειρήματα για μια εξελικτική επιστημολογία βρίσκονται στα γραπτά του Karl Popper. Ο αυστριακός-βρετανός αυτός φιλόσοφος και ο ψυχολόγος Donald Campbell έχουν πραγματοποιήσει τις θεμελιώδεις συνεισφορές σε αυτόν τον τομέα. Αυτά που πρότειναν είναι τμήμα εκείνων που σήμερα ονομάζουμε Ε.Ε.Τ. δηλαδή Εξελικτική Επιστημολογία Θεωριών (Evolutionary Epistemology regarding Theories). Πρόκειται για την άποψη ότι οι επιστημονικές θεωρίες, ιδέες και έννοιες υφίστανται επιλογή. Αυτές οι θεωρίες, ιδέες, έννοιες που επιβιώνουν αυτής της διαδικασίας, δηλαδή της δοκιμασίας τους από την επιστημονική κοινότητα, είναι και οι καλλίτερες. Αυτή η διαδικασία επιλογής ερμηνεύει και παρουσιάζει εν περιλήψει την πορεία της επιστήμης. Υπάρχει βέβαια μια άλλη εκδοχή της εξελικτικής επιστημολογίας, η Ε.Ε.Μ. (Εξελικτική Επιστημολογία Μηχανισμών), μια προσπάθεια δηλαδή κατανόησης της εξέλιξης των γνωστικών μηχανισμών. Σε αυτήν προηγουμένως αναφερόμεθα κυρίως. Και τα δυο προγράμματα μελέτης, το ΕΕΜ και το ΕΕΤ, σχετίζονται μεταξύ τους και κατά τη γνώμη μου είναι καλλίτερα να αντιμετωπισθούν μαζί. Ορισμένοι συγγραφείς έχουν ασχοληθεί με αυτά τα θέματα. Θα μνημονεύσω λίγους μόνο, τον Henry Plotkin, τον Franz Wuketis και τον Michael Ruse. Ο στόχος της εξελικτικής επιστημολογίας είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρων και εξαιρετικά φιλόδοξος: η μελέτη της εξέλιξης του ανθρώπινου πνεύματος μπορεί να αντικαταστήσει τη γνωσιολογία, και τη φιλοσοφία γενικότερα, και μπορεί να συστήσει μια στερεή βάση για να συλλάβουμε κατά δαρβινικό τρόπο όλη την ανθρώπινη νόηση και κατανόηση. Βέβαια η μελέτη του τρόπου με τον οποίον ο άνθρωπος εγκέφαλος και το ανθρώπινο πνεύμα (νους) διεμορφώθησαν κατά την εξελικτική πορεία αποτελεί ένα ιδιαίτερα ολισθηρό πεδίο: Ο Plotkin πιστεύει ότι οι άνθρωποι κατόρθωσαν να πραγματώσουν ένα δεύτερο ευρηκτικό επίπεδο δια της ανάπτυξης του ανθρώπινου νου ώστε να επιλύονται προβλήματα τα οποία δεν μπορούν να επιλυθούν δια των ενστίκτων. Τα ένστικτα (πρώτο ευρηκτικό επίπεδο) παρέχουν προδιαγεγραμμένες απαντήσεις σε ορισμένα ερεθίσματα ή σε ορισμένη χρονική στιγμή της βιολογικής πορείας του ατόμου και είναι ικανοποιητικές απαντήσεις όταν το περιβάλλον παραμένει σταθερό. Όταν το περιβάλλον είναι ασταθές και απρόβλεπτο η κατάλληλη απάντηση δεν είναι δυνατόν να είναι προγεγραμμένη, χρειάζεται μια άλλη προσέγγιση. Η ανθρώπινη νόηση την παρέχει. Ένα τρίτο ευρηκτικό επίπεδο επιτυγχάνεται με τη διαμόρφωση της παιδείας, η οποία υπερβαίνει τους επιμέρους βίους των ατόμων και χαρακτηρίζει πληθυσμούς ανθρώπων στο χρόνο. Δια του πολιτισμού/παιδείας οι οργανισμοί που ανήκουν σε αυτούς τους πληθυσμούς επωφελούνται της πείρας των προηγουμένων γενεών. Ο William Calvin προτείνει το ακόλουθο: ότι ο εγκέφαλος αναπτύχθηκε κατά την περίοδο των επανειλημμένων παγετωδών περιόδων, όταν το περιβάλλον κατέστη μη-προβλεπτό. Ισχυρίζεται επίσης ότι η ανθρώπινη γλώσσα, το κύριο χαρακτηριστικό της οποίας είναι, κατ' αυτόν, ο σχηματισμός σειράς αλυσίδας λέξεων, αποτελεί ένα παραπροϊόν (ένα δευτερεύον προϊόν που παράγεται συγχρόνως και αναγκαστικά με ένα άλλο, κύριο, στην παραγωγή του οποίου στοχεύει μια διαδικασία) ένα λοιπόν παραπροϊόν της δράσης της επιλογής για ικανότητα επιτέλεσης γρήγορων κινήσεων, βαλλιστικών κινήσεων, όταν οι άνθρωποι κυνηγούσαν μεγάλα θηράματα. Οι βαλλιστικές κινήσεις (το ρίξιμο μιας πέτρας ή ενός δόρατος) προϋποθέτουν έναν προγραμματισμό πολλών κινήσεων χωρίς δυνατότητα διορθώσεως των άπαξ και άρχισαν, δηλαδή μιας σειράς, μιας αλυσίδας, κινήσεων. Η επιλογή

για μια επιτυχή βαλλιστική (βλητική) ικανότητα είχε ως παρεπόμενη συνέπεια την ανάπτυξη της γλωσσικής ικανότητας. Όπως και να έχει το πράγμα φαίνεται δύσκολο να προσαχθούν σήμερα αναμφισβήτητες αποδείξεις για την υποστήριξη αυτών των ισχυρισμών.

Και τώρα φθάνοντας στο τέλος ουτής της εκθέσεως γεγονότων και ιδεών, θέλω να παρατηρήσω το ακόλουθο: Ο Δαρβινισμός, ή ακριβέστερα ο νεοδαρβινισμός, φαίνεται να παρουσιάζει μιαν αξιοθαύμαστη ικανότητα εισβολής σε όλα τα γνωστικά πεδία, ακόμα και σε εκ πρώτης όψεως απόμακρα από αυτόν. Υπό αυτήν την έννοια θεωρούμενος μοιάζει με αυτές τις γενικές κατασκευές που ονομάστηκαν Γενικές θεωρίες, θεωρίες που εξηγούν τα πάντα. Εδώ και λίγα χρόνια η Βασιλική Σμοκοβίτου παρετήρησεν ότι η μελέτη της εξελίξεως κατέστη μια ενοποιητική δύναμη στη βιολογία. Ο Wilson, στο βιβλίο του Η ανθρώπινη φύση (Human Nature) ισχυρίσθηκε ότι υπάρχουν σήμερα τρεις μεγάλες κατηγορίες θρησκειών, οι ακόλουθες: οι κλασικές (όπως ο Χριστιανισμός, ο Βουδδισμός κ.ο.κ.), ο μαρξισμός και τέλος ο επιστημονικός υλισμός. Εάν τον ερμηνεύω σωστά, δια του επιστημονικού υλισμού εννοεί τη φυσική και τη βιολογία, ή μάλλον την κοσμολογία και εξελικτική, που και οι δυο τους μας προσφέρουν μια ακριβή περιγραφή του κόσμου και μια επιστημονική αφήγηση της δημιουργίας του. Θα 'πρεπε να μας κάνει να αναρωτηθούμε αλλά συγχρόνως να μας προβληματίσει το γεγονός ότι οι εξελικτικοί βιολόγοι παρουσιάζουν ορισμένα χαρακτηριστικά που απομακρύνουν τη δραστηριότητά τους από αυτό που θα 'πρεπε να είναι μια επιστημονική προσπάθεια. Αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν: πρώτα το να παραβλέπουν συχνά αρνητικές ενδείξεις, μετά την τάση να ενσωματώνουν στη θεωρία, τροποποιώντας την, αποτελέσματα, που εκ πρώτης όψεως τη διαψεύδουν, δημιουργώντας έτσι μια γενικότερη θεωρία.

Μήπως άραγε ο Δαρβινισμός μεταβάλλεται (τή απουσία καταλλήλου πνευματικής αστυνόμευσης) σε μια θρησκευτική κατασκευή, μήπως γίνεται μεταφυσικό πρόγραμμα, ή συνεχίζει να αποτελεί μια επιστημονική δραστηριότητα; Το μέλλον θα δείξει, προς το παρόν καθένας μπορεί να επιλέξει την απόντηση που λογικά ή συναισθηματικά του ταιριάζει καλλίτερα.