

## ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ Ο ΝΕΟ-ΔΑΡΒΙΝΙΣΜΟΣ\*

Μέ τόν ὄρο «Δαρβινισμός» ἐννοοῦμε τήν ιδέα ὅτι ἡ ἐξέλιξη εἶναι τό ἀποτέλεσμα φυσικῆς ἐπιλογῆς. Ὁ Νεοδαρβινισμός προσθέτει σ' αὐτή τήν ιδέα μιᾶ θεωρία κληρονομικότητας. Στήν πιό γενική της μορφή, ἡ θεωρία κληρονομικότητας εἶναι Βαϊσμάνεια\*\*, δηλαδή θεωρία ὅπου οἱ μεταβολές στό κληρονομικό ὕλικό εἶναι κατά μία ἔννοια ἀνεξάρτητες ἀπό τίς μεταβολές στό σῶμα. Ἡ θεωρία τῆς κληρονομικότητας εἶναι, εἰδικότερα, Μεντελιανή, δέχεται δηλαδή ὅτι ἡ κληρονομικότητα εἶναι μοναδιαία καί ὑπακούει εἴτε στούς νόμους τοῦ Μέντελ εἴτε σέ κάποια τροποποίησή τους πού μπορεῖ νά ἐξηγηθεῖ μέ βάση τή συμπεριφορά τῶν χρωμοσωμάτων (λ.χ. συνδέσεις γόνων, πολυπλοειδία).

Δυό λόγοι ὑπάρχουν γιά νά μιλήσουμε περί Νεοδαρβινισμοῦ σέ τούτη τή διάλεξη. Ὁ πρῶτος εἶναι πῶς μόνο στή μελέτη τῆς ἐξέλιξης ὑπάρχει μιᾶ συγκροτημένη βιολογική θεωρία πού νά μπορεῖ κατά κάποιο τρόπο νά συγκριθεῖ μέ τίς θεωρίες τῆς φυσικῆς: μιᾶ διάλεξη πάνω στή θεωρητική βιολογία δύσκολα θά μπορούσε νά ἀποφύγει τή συζήτηση. Ὁ δεύτερος εἶναι πῶς ὀρισμένες τουλάχιστον διατυπώσεις τῆς θεωρίας εἶναι ταυτολογικές. «Ἡ ἐπιβίωση τῶν πιό προσαρμοσμένων» φαίνεται νά μή σημαίνει παρά μόνο πῶς οἱ ἐπιζῶντες ἐπιζοῦν. Τί κερδίζουμε προσπαθώντας νά ἐξηγήσουμε τήν ἐξέλιξη μέ μιᾶ ταυτολογία;

Γι' αὐτό καί σέ τοῦτο τό ἄρθρο θά προσπαθήσω νά διατυπώσω τή θεωρία μέ μορφή πού νά μήν εἶναι ταυτολογική. Θά μιλήσω ὕστερα γιά τά εἶδη τῶν παρατηρήσεων πού θά μπορούσαν νά τή διαψεύσουν: εἶναι ὁ καλύτερος τρόπος γιά νά δοῦμε ἂν πέτυχε ἡ ἀπόπειρα μή ταυτολογικῆς διατύπωσης. Θά μιλήσω τελικά, σέ ἐπίπεδο λιγότερο φιλοσοφικό, γιά τά προβλήματα πού ἡ θεωρία μπορεῖ νά ἀντιμετωπίσει μέ ἐπιτυχία, γιά τά προβλήματα πού μένουν πρός τό παρόν ἄλυτα λόγω ἐλλείψεως στοιχείων

\*The Status of Neo-Darwinism. Ἀπό τό ἔργο On Evolution πού δημοσιεύτηκε τό 1972 στίς ἐκδόσεις τῆς University Press, Edinburgh. Ἡ μετάφραση τούτη δημοσιεύεται μέ τήν ἄδεια τοῦ συγγραφέα.

\*\*Αὔγουστος Weismann (1834 – 1914). Αὐστριακός βιολόγος, γνωστός γιατί πρῶτος ἀντίκρουσε τήν τότε κοινή παραδοχή (Λαμαρκιανή ἄποψη) ὅτι οἱ ἐπίκτητες ιδιότητες κληρονομοῦνται. Μέ σύγχρονους ὄρους θά μεταφραζόταν ὡς ἐξῆς: οἱ ἀλλαγές τοῦ φαινότυπου πού προκαλοῦνται ἀπό περιβαλλοντικούς παράγοντες δέν ἀλλάζουν καί τόν φαινότυπο ὥστε νά κληρονομοῦνται. [Σ.τ.Ε.].

ἢ ἀνεπάρκειας τοῦ μαθηματικοῦ ὄπλισμοῦ, καί γιά τὰ προβλήματα ἐκεῖνα πού δέν φαίνεται δυνατό νά μπορεῖ κανεῖς νά τά προσεγγίσει χωρίς νά εἰσαγάγει νέες ἔννοιες.

### *Ἡ διατύπωση τοῦ Νεο-δαρβίνισμοῦ*

Τό κύριο καθήκον ὁποιασδήποτε ἐξελικτικῆς θεωρίας εἶναι ἡ ἐξήγηση τῆς προσαρμοστικῆς πολυπλοκότητας, δηλαδή ἡ ἐξήγηση τοῦ ἴδιου συνόλου δεδομένων πού χρησιμοποιήθηκαν ἀπό τόν Paley ὡς ἀπόδειξη ὅτι ὑπάρχει Δημιουργός. Ἐτσι, ἂν παρατηρήσουμε ἕναν ὄργανισμό, διαπιστώνουμε ὅτι ἀπαρτίζεται ἀπό ὄργανα πού εἶναι συνάμα τόσο περίπλοκα καί τέτοια ὥστε νά ἐξασφαλίζουν τήν ἐπιβίωση καί/ἢ ἀναπαραγωγή τοῦ κατόχου τους. Ἡ ἐξελικτική θεωρία πρέπει νά ἐξηγήσει τήν προέλευση αὐτῶν τῶν προσαρμογῶν.

Ἐξαρχῆς ἀντιμετωπίζουμε μιᾶ δυσκολία: δέν διαθέτουμε μέσα γιά νά μετρήσουμε τό βαθμό πολυπλοκότητας μιᾶς δομῆς. Γι' αὐτό, ἂν καί οἱ περισσότεροι ἀπό ἐμᾶς θά δέχονταν ἀμέσως ὅτι τά ὄργανα τοῦ ἀνθρώπου εἶναι πολυπλοκότερα ἀπό τά ὄργανίδια τῆς ἀμοιβάδας, καί τά ὄργανίδια τῆς ἀμοιβάδας πολυπλοκότερα ἀπό ὅ,τι τοῦ βακτηρίδιου, δέν ὑπάρχουν κριτήρια κοινῆς παραδοχῆς στά ὁποῖα θά βασιστεῖ αὐτή ἡ ἀπόφαση, οὔτε τρόπος γιά νά ἀποφασίσουμε κατά πόσο ἕνας ὄργανισμός εἶναι πολυπλοκότερος ἀπό κάποιον ἄλλο.

Γι' αὐτό ἴσως θά φανεῖ παράξενο τό νά ἀρχίζει κανεῖς τή διατύπωση μιᾶς ἐξελικτικῆς θεωρίας μέ τήν εἰσαγωγή ἑνός ὄρου πού δέν μπορεῖ νά ὀριστεῖ πλήρως. Δέν βλέπω ὅμως πῶς θά μπορούσα νά τό ἀποφύγω. Ἄν οἱ ὄργανισμοί δέν ἦταν μαζί πολύπλοκοι καί προσαρμοσμένοι, ἡ ἔμβια ὕλη δέν θά διέφερε ἀπό τή νεκρή ὕλη καί ἡ ἐξελικτική θεωρία δέν θά εἶχε νά ἐξηγήσει τίποτα.

Ἡ ἐξέλιξη ἐξηγεῖται σύμφωνα μέ τρεῖς ἰδιότητες πού διακρίνουμε στούς ὄργανισμούς: τόν πολλαπλασιασμό, τήν κληρονομικότητα καί τήν ποικιλομορφία. Θά τίς ἐξετάσουμε μέ τή σειρά.

1. *Πολλαπλασιασμός.* Ὅλοι οἱ ζωντανοί ὄργανισμοί εἶναι ἱκανοί νά αὐξηθοῦν ἀριθμητικά σ' ἕνα ὀρισμένο τουλάχιστον περιβάλλον. Ὁ πολλαπλασιασμός εἶναι ἀπαραίτητος, γιατί, ἂν λείψει, ἡ φυσική ἐπιλογή εἶναι ἀδύνατη: δέν μπορεῖ νά γίνει διαλογή σ' ἕναν πληθυσμό πού δέν ἔχει τή δυνατότητα νά αὐξηθεῖ ἀριθμητικά. Ἐπακόλουθο αὐτῆς τῆς προϋπόθεσης εἶναι ὅτι, γιά νά μπορεῖ νά ἐξελίσσεται, ἡ ζωή πρέπει νά ἀποτελεῖται ἀπό ἐπιμέρους ἄτομα (individuals) καί ὄχι ἀπό ἕνα συνεχές.

2. *Κληρονομικότητα.* Συνοπτικά: τό ὅμοιο θά γεννήσει τό ὅμοιο. Γιά μεγαλύτερη ἀκρίβεια, πρὶν μπορέσουμε νά ποῦμε πῶς τά ὄντα ἔχουν κληρονομικότητα, πρέπει νά ὑπάρχει ἕνας ἀριθμός ἀπό διαφορετικά εἶδη

όντων α, β, γ, κτλ., και τό καθένα νά τείνει στην παραγωγή ατόμων πού νά τοῦ μοιάζουν: ἡ φωτιά θά πολλαπλασιαστεῖ ἂν τῆς ρίξουμε πετρέλαιο· δέν ἔχει ὅμως κληρονομικότητα, γιατί ἡ φύση τῆς φωτιᾶς καθορίζεται ἀπό τό πετρέλαιο πού καίει και ὄχι ἀπό τή φύση τῆς ἀρχικῆς φωτιᾶς.

3. *Ποικιλομορφία.* Ἐάν ὑπῆρχε τέλεια κληρονομικότητα, ἡ ἐξέλιξη θά ἦταν ἀδύνατη. Ἐκείνο πού ἀπό καιρό σέ καιρό ἕνας ἀπόγονος πρέπει νά διαφέρει ἀπό τό γονεά του. Ἐκείνη τήν ἄποψη, ἡ ποικιλομορφία εἶναι ἀπλῶς ὁ ἀσταθής παράγοντας τῆς κληρονομικότητας, κι ὅπως τόνισε ὁ Pattee<sup>1</sup>, τό πρόβλημα εἶναι Γιατί ἡ σταθερότητα τῆς πανομοιοτυπίας εἶναι τόσο μεγάλη, και ὄχι γιατί γίνονται κάποτε λάθη.

Ἐκείνη ἡ ἱστορία δέν τελειώνει ἐδῶ. Ἐάν ἡ παραλλαγή ὁδηγεῖ πράγματι στην ἐξέλιξη, τότε θά πρέπει ὀρισμένες παραλλαγές νά ἀλλοιώνουν τήν προσαρμοστικότητά τους («fitness»), και μερικές τουλάχιστον θά πρέπει νά τήν αὐξάνουν. Μέ τόν ὄρο προσαρμοστικότητα («fitness») ἐννοοῦμε ἀπλῶς τήν πιθανότητα ἐπιβίωσης και ἀναπαραγωγῆς. Μιά μαυριδερή πεταλούδα εἶναι ἐξ ὀρισμοῦ πιό προσαρμοσμένη ἂν ἔχει περισσότερες πιθανότητες νά ἐπιζήσει, και ἕνας μύωπας πιό προσαρμοσμένος ἂν ἡ μυωπία τοῦ δίνει τήν εὐκαιρία νά ἀποφύγει τήν κατάταξη στό στρατό. [Μεγάλη σύγχυση ἔχει δημιουργήσει τό γεγονός ὅτι ἡ λέξη «προσαρμοσμένος» δέν χρησιμοποιεῖται μέ αὐτή τήν ἐννοια στή γνωστή φράση «ἐπιβίωση τοῦ πιό προσαρμοσμένου» ἂν συνέβαινε κάτι τέτοιο, ἡ φράση θά γινόταν πράγματι ταυτολογική. Μιά ἀκριβέστερη ἂν και λιγότερο κομπή (και ἄρα λιγότερο ταιριαστή (fit)) ἔκφραση θά ἦταν «ἡ ἐπιβίωση τοῦ προσαρμοστικά πολύπλοκου», ὅτι δηλαδή οἱ ὀργανισμοί εἶναι προσαρμοστικά πολύπλοκοι ἢ «ἁρμονικοί», ὅπως θά ἔλεγε ὁ Bohm, ἐπειδή τέτοιοι ὀργανισμοί ἐπιβιώνουν καλύτερα ἀπό ὅ,τι οἱ λιγότερο ἁρμονικοί.] Ὁ ὀρισμός αὐτός σημαίνει ὅτι μποροῦμε νά συγκρίνουμε τίς προσαρμοστικότητες (fitnesses) μόνο σέ ἕνα συγκεκριμένο περιβάλλον ἢ μέ ἕνα συγκεκριμένο σύνολο περιβαλλόντων.

Ἐάν ὑποθέσουμε ὅτι ὑπάρχουν ὄντα μέ αὐτές τίς ιδιότητες, τότε οἱ παραλλαγές μέ μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα θά ἀντικαταστήσουν τοῦς λιγότερο προσαρμοσμένους προγόνους τους: σύμφωνα μέ τό Νεοδαρβινισμό ἡ ἀντικατάσταση αὐτή ἀποτελεῖ τήν ἐξέλιξη. Σέ μία πολύ πρῶιμη φάση τῆς ἐξέλιξης παρουσιάστηκε ἕνας διαχωρισμός ἀνάμεσα στό γονότυπο και τό φαινότυπο, ἐπειδή οἱ γονότυποι πού δημιούργησαν φαινότυπο ἦταν πιό «κατάλληλοι» ἀπό ὅσους δέν δημιούργησαν φαινότυπο. Μέ τόν ὄρο «γονότυπος» ἐννοῶ τό μέρος ἐκεῖνο ἑνός ὀργανισμοῦ τό ὁποῖο ἀντιγράφεται· μέ τόν ὄρο «φαινότυπος» ἐννοῶ μία δομή ἢ ἀκολουθία ἀπό δομές πού ἀναπτύσσονται σύμφωνα μέ τίς ὀδηγίες τοῦ γονότυπου, και πού λειτουργία τους εἶναι ἡ διασφάλιση τῆς παραγωγῆς ἀντιγράφων τοῦ γονότυπου (δέν πρόκειται βέβαια γιά τίς σημασίες τῶν λέ-

ξεων πού είναι καθιερωμένες στη γενετική, αλλά προτιμῶ τήν κατάχρηση από τήν ἐπινόηση καινούριων λέξεων). Παραφράζοντας τήν ἀναπάντεχα διορατική παρατήρηση τοῦ Butler πῶς ἡ κότα είναι ὁ τρόπος μέ τόν ὁποῖο τό ἀβγό ἐξασφαλίζει τήν παραγωγή ἄλλου ἀβγοῦ, ὁ φαινότυπος εἶναι ὁ τρόπος μέ τόν ὁποῖο ὁ γονότυπος ἐξασφαλίζει τήν παραγωγή ἄλλου γονότυπου. Ἀπό τή στιγμή πού ὑπάρχει διάκριση ἀνάμεσα σέ γονότυπο καί σέ φαινότυπο ὑπάρχει διαδικασία ἐπιγένεσης καί διαδικασία ἀποκωδικοποίησης· μέσω τῆς δεύτερης οἱ ὁδηγίες πού ἐμπεριέχονται στό γονότυπο «μεταφράζονται» σέ φαινοτυπικές δομές.

Θά μιλήσουμε τώρα γιά τήν προέλευση τῶν νέων παραλλαγῶν, δηλαδή τῆς μετάλλαξης. Ἐχει λεχθεῖ πῶς ἡ μετάλλαξη εἶναι «τυχαία». Ἐκτός ἀπό τή δυσκολία πού παρουσιάζεται στόν ὀρισμό τῆς λέξης, ἡ πρόταση, κατά μία ἔννοια, εἶναι ἐσφαλμένη, ἐφόσον διάφοροι μεταλλαξιογόνοι παράγοντες παράγουν διαφορετικά εἶδη ἀλλαγῶν τοῦ γενετικοῦ ὕλικου.

Ἡ παρατήρηση μᾶς ὑποδείχνει δύο πράγματα πάνω στη μετάλλαξη:

- 1) Οἱ περισσότερες μεταλλάξεις μειώνουν τήν προσαρμοστικότητα. Ἄν αὐτό δέν συνέβαινε, ἡ ἐξέλιξη θά προχωροῦσε χωρίς φυσική ἐπιλογή.
- 2) Ἄν παρουσιαστεῖ παραλλαγμένος φαινότυπος ἐπειδή ἀναπτύχθηκε σέ περιβάλλον πού ἔχει μεταβληθεῖ, τό γεγονός αὐτό δέν θά προκαλέσει ἀντίστοιχες μεταβολές στό γονότυπο, ὥστε ὁ γονότυπος νά ἐμφανιστεῖ παραλλαγμένος στήν ἐπόμενη γενιά. Πρόκειται γιά τήν ὑπόθεση τοῦ Weismann, πού ἡ κοινολεκτική της διατύπωση εἶναι ὅτι τά ἐπίκτητα χαρακτηριστικά δέν κληρονομοῦνται. Σημειώστε ὅτι ἡ ὑπόθεση δέν λέει πῶς ἀλλαγές στό φαινότυπο δέν μποροῦν νά ἐπιφέρουν μεταλλάξεις – ἄλλωστε εἶναι βέβαιο ὅτι μποροῦν. Τό ἐκ πρώτης ὄψεως τυχαῖο τῆς μετάλλαξης προκύπτει ἀπό τό ὅτι ὁ γονότυπος καί ὁ φαινότυπος συνδέονται μέ αὐθαίρετο κώδικα.

Ἡ Βαϊσμμανική ὑπόθεση διατυπώνεται μέ μοριακοῦς ὄρους στό «κεντρικό δόγμα», πού καθορίζει πῶς ἡ πληροφορία μπορεῖ νά περάσει ἀπό τό DNA στήν πρωτεΐνη ἀλλά ὄχι ἀπό τήν πρωτεΐνη στό DNA: γιά τήν ἀκρίβεια, ἂν ἕνα νέο εἶδος πρωτεΐνης μπεῖ στό κύτταρο, αὐτό δέν θά μπορέσει νά κατευθύνει τή σύνθεση ἑνός νέου μορίου DNA ἱκανοῦ νά κατευθύνει τή σύνθεση περισσότερων μορίων τῆς νέας αὐτῆς πρωτεΐνης.

Ὡς ἐδῶ περίγραψα ἕνα σύνολο ἰδιοτήτων τῶν ὀργανισμῶν, ἢ, γιά τήν ἀκρίβεια, ἕνα σύνολο ἰδιοτήτων πού ὁ Νεο-δαρβινισμός ὑποθέτει ὅτι τίς ἔχουν ὅλοι οἱ ὀργανισμοί. Αὐτό, ἀπό μόνο του, δέν ἀποτελεῖ μιᾶ ἐξελικτική θεωρία. Ἡ θεωρία τοῦ Νεο-δαρβινισμοῦ λέει ὅτι αὐτές οἱ ιδιότητες εἶναι ἐπαρκεῖς καί ἀναγκαῖες γιά τήν ἐξήγηση τῆς ἐξέλιξης τῆς ζωῆς σ' αὐτό τόν πλανήτη μέχρι σήμερα.

Οἱ περιορισμοί στό χῶρο καί τό χρόνο εἶναι σημαντικοί: στό χρόνο, γιατί μελλοντικά θά ἐλέγχουμε ἀναμφίβολα τήν ἐξέλιξη καί τή δική μας

καί τῶν οἰκιάκων μας ζώων καί φυτῶν μέ τόν ἀπευθείας βιοχημικό χειρισμό τοῦ DNA· στό χῶρο, γιατί δέν διαθέτουμε ἀκόμα λόγους πού νά στηρίζουν τόν ἰσχυρισμό ὅτι ἂν ἡ ἐξέλιξη συνέβη κάπου ἄλλοῦ μέσα στό σύμπαν, τό ἔκανε σύμφωνα μέ Νεο-δαρβινιστικές διαδικασίες, ἂν καί δέν θά φοβόμουν νά διατυπώσω τήν εἰκασία ὅτι κάπως ἔτσι συνέβησαν τά πράγματα.

Γιά τή διασάφηση τῆς θέσης μου ἴσως εἶναι χρήσιμο νά πῶ ὅτι δέχομαι τό ἐπιχείρημα τοῦ Bohm<sup>2</sup>, ὅτι δηλαδή γιά τήν κατανόηση τῆς βιολογικῆς λειτουργίας πρέπει νά ἐπικαλεστοῦμε τό πέρα ἀπό τή λειτουργία, καί ἐπίσης τόν ἰσχυρισμό του ὅτι ἡ «τρέχουσα μεταφυσική» (=Νεο-δαρβινισμός) ἐπικαλεῖται τήν ἀξία τῆς ἐπιβίωσης ὡς τό ὑπερλειτουργικό στοιχεῖο. Ἀλλά νομίζω ὅτι σφάλλει θεωρώντας ὡς ταυτολογική αὐτή τή διαδικασία. Τόν παραπλάνησε ἡ φράση «ἡ ἐπιβίωση τοῦ πιό προσαρμοσμένου». Ὁ Δαρβινισμός περιέχει φυσικά ταυτολογικά χαρακτηριστικά, ὅπως κάθε ἐπιστημονική θεωρία πού προϋποθέτει ἀκόμα καί ἴχνη ἄλγεβρας. Ὁ καλύτερος τρόπος γιά νά ἀποδειχτεῖ ὅτι ὁ Νεο-δαρβινισμός δέν εἶναι ταυτολογικός *in toto* εἶναι νά δείξουμε πῶς θά μπορούσε νά ἀνασκευαστεῖ. Αὐτό θά προσπαθήσω νά κάνω τώρα.

#### *Δυνατότητες ἀνασκευῆς τοῦ Νεο-δαρβινισμοῦ*

Ἄν τούτη ἡ διατύπωση τοῦ Νεο-δαρβινισμοῦ δέν εἶναι ταυτολογική, θά πρέπει τότε νά μπορεῖ κανεῖς νά προτείνει παρατηρήσεις πού νά τήν καταρρίπτουν. Τέτοιες παρατηρήσεις θά μπορούσαν νά εἶναι δύο εἰδῶν: 1) Θά ἔδειχναν ὅτι οἱ ὑποθέσεις τοῦ Νεο-δαρβινισμοῦ δέν ἰσχύουν γιά ὄλους τούς ὀργανισμούς. 2) Θά βρίσκονταν ἴσως τύποι ἐξέλιξης πού δέν θά μπορούσαν νά ἐξηγηθοῦν μέ βάση τίς νεο-δαρβινικές ὑποθέσεις.

Θά ἐξετάσουμε μέ τή σειρά αὐτές τίς δυνατότητες. Δέν φαίνεται πιθανό νά μπορέσει νά δείξει κανεῖς πῶς οἱ ὀργανισμοί δέν πολλαπλασιάζονται ἢ δέν μεταβάλλονται. Ἀπό τήν ἄλλη μεριά, οἱ ὑποθέσεις σχετικά μέ τήν κληρονομικότητα καί τήν προέλευση τῆς νέας ποικιλομορφίας θά καταρρίπτονταν εὐκόλα ἂν ἦταν ψευδεῖς. Θά μπορούσαμε ἔτσι νά ἐπιδείξουμε τυχόν Λαμαρκιανά φαινόμενα ἢ πάλι «ἀδρανῆ» φαινόμενα, τέτοια πού ἂν ἐμφανιστεῖ μετάλλαξη πρὸς δεδομένη κατεύθυνση, ἡ ἐπόμενη μετάλλαξη νά εἶναι πιθανότερο νά ἀκολουθήσει τήν ἴδια κατεύθυνση, ἢ ἀκόμα «τελεολογικά» φαινόμενα, ὅπου μιά διαδοχή ἀπό ἐπιμέρους μή προσαρμοστικές μεταλλαγές προσαρμόζουν ὁμαδικά τόν ὀργανισμό σέ νέο περιβάλλον.

Γενικά, μεταλλαξιακά περιστατικά τέτοιου τύπου δέν φαίνεται νά ὑπάρχουν, καί εἶναι δύσκολο νά ἐξηγηθεῖ μέ μοριακούς ὁρους ἢ δυνατότητα ἐμφάνισής τους. Εἶναι ἀδύνατο νά ἀποδείξουμε ὅτι δέν ὑπάρχουν,

ὅπως εἶναι ἀδύνατο νά ἀποδείξουμε ὅτι ἡ θερμότητα δέν μπορεῖ νά μεταβιβαστεῖ ἀπό ἓνα κρύο σ' ἓνα θερμό σῶμα. Τό μόνο πού μποροῦμε νά κάνουμε εἶναι νά υποθέσουμε ὅτι δέν ὑπάρχουν, ὥστόσο κάποιος ἀποδείξει τό ἀντίθετο.

Θά στραφοῦμε τώρα σέ πιθανούς τύπους ἐξέλιξης πού δέν θά μποροῦσαν νά ἐξηγηθοῦν μέ βάση τό Νεο-δαρβινισμό. Εἶναι καταρχήν δυνατό ἡ ταχύτητα τῶν ἐξελικτικῶν μεταβολῶν νά εἶναι μεγαλύτερη ἀπ' ὅσο μπορεῖ νά ἐξηγήσει ὁ Νεο-δαρβινισμός. Κάτι τέτοιο μπορεῖ εὐκόλα ν' ἀποδειχτεῖ ἂν γίνει σέ μικρή κλίμακα σέ ἐργαστηριακές συνθήκες. "Ἄς υποθέσουμε γιά παράδειγμα ἓναν πληθυσμό ἀπό δροσόφιλες (μύγες φρούτων) πού διατηρεῖται σέ ἀσυνήθιστα ὑψηλή θερμοκρασία. Μετρώντας, πρὶν ἀρχίσουμε, τή γενετική ποικιλομορφία (διακύμανση) τῆς ἀνθεκτικότητας τοῦ πληθυσμοῦ στήν ὑψηλή θερμοκρασία, μποροῦμε νά προβλέψουμε τήν ἀνώτατη τιμή αὔξησης τῆς ἀντοχῆς στήν ὑψωση τῆς θερμοκρασίας. "Ἄν ἡ αὔξηση εἶναι στήν πραγματικότητα ταχύτερη θά πρέπει νά συμπεράνουμε ὅτι ὁ πληθυσμός ἐξελίχθηκε μέ βάση κάποιο μηχανισμό διαφορετικό ἀπό τό Νεο-δαρβινικό.

Ἐντούτοις, οἱ περισσότεροι ἐπικριτές τοῦ Νεο-δαρβινισμοῦ δέχονται ὅτι στό ἐπίπεδο τοῦ ἐργαστηριακοῦ πειραματισμοῦ ἡ θεωρία εἶναι ἱκανοποιητική. Προσθέτουν ὅμως πῶς ἄλλα ἐξελικτικά χαρακτηριστικά σέ μεγάλη κλίμακα ἀπαιτοῦν πρόσθετες ἐξηγήσεις. Ἐδῶ βρισκόμαστε μπροστά στήν ἐξῆς δυσχέρεια: δέν καταλαβαίνουμε τήν ἐπιγένεση, καί ἄρα δέν γνωρίζουμε πόσες μεταλλάξεις χρειάζονται νά γίνουν, λ.χ., στό γονότυπο ἑνός μικροῦ δεινόσαυρου γιά νά μετατραπεῖ σέ πουλί. Γι' αὐτό καί δέν γνωρίζουμε πόσες γενιές ἐπιλογῆς εἶναι ἀπαραίτητες γιά νά πραγματοποιηθεῖ αὐτή ἡ μεταβολή. Αὐτή ἡ δυσχέρεια, συνδυασμένη μέ τίς ἐλλείψεις στίς φυλογενετικές σειρές τῶν ἀπολιθωμάτων, σημαίνει ὅτι ἡ ἐξέταση τῶν ἀπολιθωμάτων ἀδυνατεῖ νά ἀποδείξει ὅτι ἡ ἐξέλιξη προχώρησε πιο γρήγορα ἀπό τό ἀναμενόμενο – καί κατά συνέπεια δέν μποροῦμε νά καταρρίψουμε τό Νεο-δαρβινισμό μέ αὐτόν τόν τρόπο.

Τό μόνο πού μπορεῖ κανεῖς νά πεῖ εἶναι πῶς ἐκεῖ ὅπου ὑπάρχει μιά κάπως συνεχῆς σειρά οἱ ρυθμοί ἀλλαγῆς πού παρατηρήθηκαν εἶναι κατά πολλές τάξεις μεγέθους ἀργότεροι ἀπό αὐτούς πού μποροῦν νά παραχθοῦν στό ἐργαστήριον.

"Ἄν ὅμως ὁ Νεοδαρβινισμός ἦταν ἐσφαλμένος, θά περίμενε κανεῖς νά μπορέσει νά ἀποδείξει τό ἀβάσιμό του μέ τήν ἐξέταση τῶν τελικῶν προϊόντων, δηλαδή τῶν ὑπαρχόντων ὀργανισμῶν. Μιά συνέπεια τοῦ Νεοδαρβινισμοῦ εἶναι ὅτι ἓνα προσαρμοστικά πολύπλοκο ὄργανο συντελεῖ στήν ἐπιβίωση ἢ ἀναπαραγωγή τοῦ κατόχου του. Φαινομενική ἐξαίρεση ἀποτελοῦν περιπτώσεις ὅπως τῆς ἐργάτριας μέλισσας, πού ἔχει ὄργανα τά ὁποῖα εὐνοοῦν τήν ἐπιβίωση τῶν στενῶν συγγενῶν της· δεδομένου ὅμως ὅτι οἱ στενοί συγγενεῖς της ἔχουν πολλούς γόνους κοινούς μέ

ἐκείνην, αὐτό μπορεῖ νά ἐξηγηθεῖ ἂν ὑποτεθεῖ ὅτι ὁ φαινότυπος τῆς ἐργάτριας ἐξασφαλίζει τόν πολλαπλασιασμό τοῦ δικοῦ της γονότυπου.

Τά ἀντιπαραδείγματα πού μπορεῖ κανεῖς νά ἐπινοήσει φαίνονται παράλογα. Ἄς ποῦμε ὅτι κάποιος ἀνακαλύπτει ἓνα ψάρι πού ζεῖ σέ μεγάλο βάθος καί στήν οὐρά του ἔχει ἓνα μεταβαλλόμενο ἀριθμό φωτεινῶν κηλίδων: ἐάν ὁ ἀριθμός ἔχει τήν ιδιότητα νά εἶναι πάντα πρῶτος ἀριθμός, θά πρέπει νά θεωρήσω τό γεγονός ὡς ἰσχυρή ἐνδειξη κατά τοῦ Νεο-δαρβινισμοῦ· καί ἂν οἱ κηλίδες πῆραν ἀκριβῶς τό σχῆμα τῶν διαφόρων οὐράνιων ἀστερισμῶν, θά πρέπει νά τό θεωρήσω ὡς ἐπαρκή ἀπόδειξη. Τό ἐμφανές παράλογο αὐτῶν τῶν παραδειγμάτων δείχνει μόνο ὅτι οἱ γνώσεις πού ἔχουμε γιά τούς ὑπάρχοντες ὀργανισμούς συμβιβάζονται μέ τόν Νεο-δαρβινισμό. Εἶναι βέβαια ἀληθινό ὅτι ὑπάρχουν πολύπλοκα ὄργανα μέ ἄγνωστη λειτουργία. Ἄπό τήν ἄλλη μεριά ὅμως, οἱ βιολόγοι δέν θά εἶχαν ποτέ ἀποδεχθεῖ τό Δαρβινισμό, τουλάχιστον ἀρχικά, ἂν δέν ἦταν γεγονός ὅτι γιά τά περισσότερα ὄργανα εἶναι πρόδηλο ὅτι συμβάλλουν στήν ἐπιβίωση ἢ τήν ἀναπαραγωγή.

Εἶναι λοιπόν δυνατό νά φανταστεῖ κανεῖς τήν ὑπαρξη παρατηρήσεων στά πεδία τῆς γενετικῆς, τῶν ἐξελικτικῶν μεταβολῶν στά ἐργαστήρια, καί τῆς φυσιολογίας, πού θά μπορούσαν νά καταρρίψουν τό Νεο-δαρβινισμό. Στήν παλαιοντολογία, μολονότι μιά διάψευση μέ ὄλους τούς τύπους εἶναι μᾶλλον ἀδύνατη (μέ τήν τωρινή μας ἄγνοια γιά τήν ἐπιγένεση μπορούμε πάντα νά ἀποδώσουμε μιά ξαφνική ἐξελικτική μεταβολή σέ μιά καί μοναδική μεταλλαγή), ὑπάρχουν στήν πράξη πολλές δυνατές παρατηρήσεις πού θά μπορούσαν νά γεννήσουν σοβαρές ἀμφιβολίες σχετικά μέ τή θεωρία. Θεωρῶ συνεπῶς παράλογο τό ἐπιχείρημα ὅτι ἡ θεωρία εἶναι ταυτολογική· παραδέχομαι ὡστόσο ὅτι συχνά εἶναι ταυτολογικά διατυπωμένη.

Πρός τό παρόν ἡ παρατήρηση δέν προσφέρει, κατά τή γνώμη μου, ἀρκετούς λόγους γιά τήν ἐγκατάλειψη τῆς θεωρίας. Αὐτό δέν εἶναι βέβαια λόγος γιά νά μήν ἀναζητοῦμε μιά τέτοια αἰτιολόγηση· δέν ἔχω τίποτα ἐναντίον αὐτῶν πού ἀναζητοῦν Λαμαρκιανὰ φαινόμενα ἢ ἐξαιρέσεις στό κεντρικό δόγμα. Ἄλλά ἐν τῷ μεταξύ ἡ θεωρία ἐξηγεῖ τόσα πολλά ὥστε εἶναι ἀδύνατο νά ἐργαστεῖ κανεῖς στή βιολογία χωρίς νά τήν ἔχει δεχτεῖ, ὅπως εἶναι ἀδύνατο νά ἐργαστεῖ κανεῖς στή φυσική χωρίς νά δέχεται τή Νευτωνική μηχανική ἢ κάποια ἄλλη θεωρία στήν ὁποία ἡ Νευτωνική μηχανική ἐντάσσεται ὡς εἰδική περίπτωση.

### *Οἱ ἐπιτυχίες καί ἀποτυχίες τοῦ Νεο-δαρβινισμοῦ*

Ἄνεφερα ἤδη ὅτι ὁ Νεοδαρβινισμός δέν ἔχει ὡς τώρα καταρριφθεῖ. Παρουσιάζει ὅμως ἐνδιαφέρον; Μᾶς λέει τίποτα πού νά μήν εἶναι αὐτο-

νόητο; Λύνει προβλήματα; Έφόσον, όπως νομίζω, ή δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων είναι ουσιαστικό χαρακτηριστικό μιᾶς επιστημονικής θεωρίας, αυτές οι ερωτήσεις έχουν σημασία. Ο ευκολότερος ίσως τρόπος για να απαντήσουμε είναι να αναφέρουμε μερικά από τα προβλήματα που μπορούν να εξεταστούν μέσα στο πλαίσιο του Νεο-δαρβινισμού και που θα έμεναν αναπάντητα σε οποιοδήποτε άλλο πλαίσιο. Δεν έννοω ότι όλα αυτά τα προβλήματα έχουν λυθεί – θα έλεγα ότι ή λύση τῶν τεσσάρων πρώτων έχει προχωρήσει πολύ, ότι τό πέμπτο έχει λυθεί μόνον μερικά, ότι μιᾶς λείπουν ουσιαστικά δεδομένα για τή λύση τοῦ ἕκτου, ότι υπάρχουν παραδεδομένες (αν και έν μέρει έσφαλμένες) λύσεις για τό ἑβδομο και τό ὄγδοο και ότι έννοιολογικές δυσχέρειες, σε συνδυασμό με ἔλλειψη στοιχείων, ἔμποδίζουν τή λύση τοῦ τελευταίου.

1. Πόσο γρήγορα αλλάζουν οι συχνότητες τῶν γόνων σε μιᾶ διαδικασία ἐπιλογῆς;

2. Πώς μπορούμε να προβλέψουμε τά αποτελέσματα τῆς ἐπιλογῆς, όταν αὐτή έχει ως αντικείμενο ένα χαρακτήρα (ποσοτικό) που μεταβάλλεται συνεχῶς;

3. Σε ποιές διαδικασίες ὀφείλεται ή γενετική ποικιλομορφία τῶν εἰδῶν που αναπαράγονται φυλετικά;

4. Πόσους θανάτους χρειάζεται ή ἐπιλογή για τήν ἀντικατάσταση ἑνός γόνου από έναν ἄλλο;

5. Τό αποτέλεσμα τῆς ἐπιλογῆς θα είναι ἄραγε να τοποθετηθοῦν στο ἴδιο χρωματόσωμα γόνου διαφορετικοί που ἐπηρεάζουν τό ἴδιο χαρακτηριστικό;

6. Μπορεῖ να ἀποδοθεῖ στήν ἐπιλογή ή ἐξέλιξη εὐνοϊκῶν χαρακτηριστικῶν για τό εἶδος ἀλλά ὄχι και για τό ἄτομο;

7. Μπορεῖ ένα εἶδος να μοιραστεῖ στά δύο χωρίς να δημιουργηθεῖ φράγμός στήν ἀνταλλαγή μεταξύ ἀτόμων με μετανάστευση;

8. Κάτω από ποιές συνθήκες ή φυλετική ἀναπαραγωγή ἐπιταχύνει τήν ἐξελικτική μεταβολή;

9. Φτάνει ὁ χρόνος από τήν προ-κάμβρια ἐποχή μέχρι σήμερα ὥστε ή ἐπιλογή να προγραμματίσει τό μήκος τοῦ DNA που γνωρίζουμε ότι υπάρχει στον ἄνθρωπο;

Τά προβλήματα αὐτά, ἔκτός από τό τελευταίο, δίνουν μιᾶ εἰκόνα τοῦ πεδίου ὅπου ὁ Νεο-δαρβινισμός εἶχε ἐπιτυχία. Ἀκόμα κι όταν μερικά προβλήματα μένουν ἄλυτα, αὐτό ὀφείλεται περισσότερο σε ἔλλειψη στοιχείων ἢ μαθηματικῆς τεχνικῆς παρά έννοιῶν.

Οι ἀποτυχίες τοῦ Νεο-δαρβινισμοῦ προκύπτουν από τήν ἔλλειψη θεωριῶν στά γειτονικά πεδία τῆς ἐπιγένεσης και τῆς οἰκολογίας. Δεδομένου ότι μιᾶς λείπει μιᾶ θεωρία ἐπιγένεσης, δέν ξέρουμε πόσες ἀντικαταστάσεις γόνων χρειάζονται για τή μετατροπή τοῦ πτερυγίου σε πόδι ή τοῦ ἐγκεφάλου πιθήκου σε ἐγκέφαλο ἄνθρώπου. Συνεπῶς δέν ξέρουμε πόσες



γενιές επιλόγης (καί ποιᾶς ἔντασης) ἦταν ἀπαραίτητες γι' αὐτές τίς μεταβολές. Μία ἐξαίρεση σ' αὐτή τή δήλωση ἄγνοιας: γνωρίζοντας τό γενετικό κώδικα ξέρουμε καί τόν ἀριθμό τῶν ἀπαραίτητων βημάτων μεταλλαγῆς γιά τή μετατροπή μιᾶς πρωτεΐνης σέ ἄλλη. Συνεπῶς, μποροῦμε νά μιλάμε γιά τήν ἐξέλιξη τῶν πρωτεϊνῶν μέ μεγαλύτερη ἀκρίβεια ἀπό ὅ,τι γιά τήν ἐξέλιξη τῶν ποδιῶν καί τῶν ἐγκεφάλων.

Τό καλύτερο παράδειγμα γιά τά προσκόμματα πού δημιουργεῖ ἡ ἄγνοια τῆς οἰκολογίας εἶναι τό συγγενές πρόβλημα τοῦ κατά πόσο ὁ Νεο-δαρβινισμός εἶναι σέ θέση νά ἐξηγήσει τήν ἐξέλιξη τῆς αὐξανόμενης πολυπλοκότητας. Ὁ Νεο-δαρβινισμός προβλέπει ὅτι βραχυπρόθεσμα τά ἄτομα θά μεταβληθοῦν μέ τρόπο ὥστε νά αὐξήσουν τήν προσαρμοστικότητα τους στό περιβάλλον ἢ στό φάσμα περιβαλλόντων πού ὑπάρχουν σέ μία δεδομένη χρονική περίοδο. Αὐτό μπορεῖ νά ὀδηγήσει στή μείωση ἢ τήν αὐξηση τῆς πολυπλοκότητας. Μερικές φορές, ὅπως λ.χ. στήν ἐξέλιξη τῶν ταινιῶν καί τῶν ἰῶν, ὀδηγεῖ στή μείωση τῆς πολυπλοκότητας – ἂν καί αὐτό συμβαίνει σέ περιβάλλοντα αὐξανόμενης πολυπλοκότητας.

Ὁ Νεο-δαρβινισμός λοιπόν δέν μᾶς δίνει τή δυνατότητα νά προβλέψουμε μία μακροπρόθεσμη αὐξηση τῆς πολυπλοκότητας. Μποροῦμε τό πολύ νά ποῦμε ὅτι, ἐφόσον ὑποθέτουμε πολύ ἀπλούς τούς πρώτους ἐμβίους ὀργανισμούς, ὁποιαδήποτε μεγάλη μεταβολή τῆς πολυπλοκότητας σέ ἕναν ἐξελικτικό κλάδο θά ἔπρεπε νά τείνει πρός τήν κατεύθυνση τῆς αὐξησης τῆς πολυπλοκότητας· ὅπως θά ἔλεγε καί ὁ Thomas Hood: «Μόνη διέξοδος: Πάνω!» Ἀλλά γιατί θά ἔπρεπε νά ἔχει συμβεῖ κάποια ἐντυπωσιακή μεταβολή πολυπλοκότητας; Μπορεῖ κανεῖς νά ὑποθέσει ὅτι τό πρῶτο ζωντανό ὄν, ἂν καί ἀπλό, ἦταν πιό πολύπλοκο ἀπό ὅσο χρειαζόταν γιά νά ἐπιβιώσει στήν ἀρχέγονη «σούπα» καί ὅτι ἡ ἐξέλιξη πρός μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα ἰσοδυναμοῦσε μέ ἐξέλιξη πρός ἀκόμα πιό ἀπλές μορφές.

Ἡ ἀπάντηση πού, διαισθητικά, θά μπορούσαμε νά δώσουμε εἶναι πῶς ἡ ζωή διαφοροποιήθηκε γρήγορα σέ μία ποικιλία μορφῶν, οἱ ὁποῖες ζοῦσαν μέ διάφορους τρόπους, καί πῶς μέσα σ' ἕνα τέτοιο πολύπλοκο οἰκοσύστημα θά ὑπῆρχε πάντα κάποιος διαθέσιμος τρόπος ζωῆς πού θά ἀπαιτοῦσε πολυπλοκότερο φαινότυπο. Θά ἦταν μιᾶ' αὐτοδιαιωριζόμενη διαδικασία. Μέ τήν ἐξέλιξη νέων εἰδῶν θά παρουσιάζονταν πρόσθετες οἰκολογικές φωλιές καί θά αὐξανόταν ἡ πολυπλοκότητα τῶν πολυπλοκότερων εἰδῶν. Ἀλλά ἐδῶ δέν πρόκειται παρά γιά διαίσθηση, ὄχι γιά λογική διαδικασία. Μποροῦμε ἐξίσου εὐκόλα νά φανταστοῦμε πῶς ὁ πρῶτος ζῶν ὀργανισμός κατανάλωσε γοργά ὅλα τά διαθέσιμα τρόφιμα καί ὕστερα ἐξέλιπε.

Νά λοιπόν γιατί χρειαζόμαστε καταρχήν μιᾶ θεωρία οἰκολογικῆς σταθερότητας καί ὕστερα μία θεωρία ἐξελικτικῆς οἰκολογίας. Ἡ πρώτη θά

μᾶς πεῖ ποιές πρέπει νά εἶναι οἱ σχέσεις ἀνάμεσα στά εἶδη πού ἀπαρτί-  
ζουν ἓνα οἰκοσύστημα ἐφόσον εἶναι «μόνιμο», ἐφόσον δηλαδή ὅλα τά  
εἶδη ἐπιζοῦν, εἴτε σέ στατική ἰσορροπία εἴτε σέ κυκλική μεταβολή. Σέ  
μιά τέτοια θεωρία οἱ ἐπιδράσεις κάθε εἶδους πάνω στήν ἴδια του τήν  
ἀναπαραγωγή καί σ' αὐτήν ἄλλων εἰδῶν θά δίνονταν μέ μιὰ σταθερά ἢ  
μέ ὀρισμένες σταθερές. Θέλουμε νά ξέρουμε σέ ποιὰ κριτήρια πρέπει νά  
ἀνταποκρίνονται αὐτές οἱ σταθερές γιά νά παραμένει τὸ σύστημα μόνι-  
μο. Μιά ἀρχή γιά τή λύση τοῦ προβλήματος ἔχει γίνει ἀπό τόν Kerner<sup>3</sup>  
καί τόν Leigh<sup>4</sup>.

Στήν ἐξελικτική οἰκολογία οἱ σταθερές αὐτές γίνονται μεταβλητές,  
ἀλλά μέ μακρό χρόνο ἀποκατάστασης (relaxation time) σέ σύγκριση μέ  
τήν κλίμακα οἰκολογικοῦ χρόνου. Κάθε εἶδος θά ἐξελισσόταν μέ τρόπο  
πού νά μεγιστοποιεῖ τήν προσαρμοστικότητα τῶν μελῶν του. Στήν περι-  
πτωση αὐτή, ἓνα σταθερό οἰκοσύστημα θά μπορούσε νά ἐξελιχθεῖ σέ  
ἀσταθές. Λόγου χάρι, ἓνα σύστημα θηρευτῆ – θηράματος μπορεῖ νά εἶ-  
ναι σταθερό χάρι στήν ἱκανότητα τοῦ θηράματος νά κρύβεται σκάβον-  
τας λαγούμια κι ἔτσι νά ἀποφεύγει τήν πλήρη ἐξάλειψη. Ἐν ὅμως ἡ  
ἐξέλιξη τοῦ θηρευτῆ τοῦ ἐπέτρεπε νά ἀνοίγει καί αὐτός λαγούμια, τότε  
τὸ οἰκοσύστημα θά γινόταν ἀσταθές.

Ποιά εἶναι λοιπόν τά κριτήρια πού θά πρέπει νά ἱκανοποιεῖ ἓνα οἰκο-  
σύστημα, ὄχι μόνο γιά νά εἶναι σταθερό, ἀλλά καί γιά νά μπορεῖ, μέ τήν  
ἐξέλιξη, νά δημιουργεῖ σταθερά οἰκοσυστήματα μέ μεγαλύτερη ποικιλία  
εἰδῶν; Αὐτό δέν τό γνωρίζουμε. Ἀλλά γιά νά ὀδηγήσει ἡ ἐξέλιξη σέ  
αὔξηση τῆς πολυπλοκότητας, εἶναι βέβαιο ὅτι ὁ πρῶτος ἐμβιος ὀργανι-  
σμός μαζί μέ τήν τροφή πού προμηθεύεται, θά πρέπει νά ἀποτελοῦν ἓνα  
οἰκοσύστημα πού νά ἱκανοποιεῖ αὐτούς τοὺς ὄρους.

#### Σημειώσεις – ἀναφορές

1. H.H. Pattee (1968), The physical basis of coding and reliability in biological evolution. *Towards a Theoretical Biology, 1: Prolegomena*, pp. 67-93 (ed. C.H. Waddington). Edinburgh: Edinburgh University Press.
2. D. Bohm (1969), Some remarks on the notion of order, and further remarks on order. *Towards a Theoretical Biology, 2: Sketches*, pp. 18-60 (ed. C.H. Waddington). Edinburgh: Edinburgh University Press.
3. E.H. Kerner (1957), *Bull. Math. Biophys.*, 19, 121-46.
4. E.G. Leigh (1965), *Proc. nat. Acad. Sci.*, 53, 777-83.