

# Η σταθερή εξηγητική αξία της θεωρίας της Φυσικής Επιλογής

**Μάνια Γεωργάτου**

*Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Επιστήμης, Πανεπιστήμιο Αθηνών*

**Λουκία Πρίνου**

*Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Η Θεωρία της Εξέλιξης παραμένει ένα από τα θέματα της επιστήμης που ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων αγνοεί, δεν κατανοεί, αμφισβητεί ή απορρίπτει. Είναι γεγονός ότι “καμιά επιστημονική θεωρία δεν έχει γίνει πιο δύσκολα αποδεκτή από τους ανθρώπους, όσο η βιολογική εξέλιξη με φυσική επιλογή. Είναι αντίθετη με την ισχυρή πίστη των ανθρώπων για το πότε και πως δημιουργήθηκε ο κόσμος και τα ζωντανά πλάσματα. Υπαινίσσεται ότι οι άνθρωποι είχαν “κατώτερα πλάσματα” ως προγόνους και πηγαίνει κόντρα σε ότι οι άνθρωποι μπορούν καθαρά να δουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους ότι δηλαδή από γενιά σε γενιά η ζωή δεν αλλάζει. Π.χ. τα τριαντάφυλλα μένουν τριαντάφυλλα, τα σκουλήκια μένουν σκουλήκια. Η τυχαία εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών είναι “παράξενη” ιδέα –δύσκολα αποδεκτή, όχι ικανοποιητική για πολλούς και προσβλητική για άλλους” γράφουν οι συντάκτες ενός προγράμματος για τον επιστημονικό εγγραμματισμό των Αμερικάνων πολιτών (Benchmarks for Science Literacy, Project 2061, AAAS).

Αυτές οι βαθιά εδραιωμένες πεποιθήσεις δεν είναι ανεξάρτητες από συγκεκριμένα προβλήματα που εντοπίζονται σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης και τα οποία σε μεγάλο βαθμό αφορούν προσπάθειες υπονόμησης της διδασκαλίας της Εξελικτικής Θεωρίας άλλοτε αποτελεσματικά (π.χ. σε πολιτείες των Η.Π.Α.) και άλλοτε συναντώντας την αντίδραση της κοινωνίας (π.χ. στην Ιταλία, Σερβία).

Αλλά ακόμα και εκεί που η Θεωρία της Εξέλιξης αποτελεί μέρος των εκπαιδευτικών αναλυτικών προγραμμάτων η διδακτική της προσέγγιση είναι συχνά ανεπαρκής και αναποτελεσματική. Πολλές έρευνες αποδεικνύουν ότι μαθητές, σπουδαστές αλλά και ένας μεγάλος αριθμός φοιτητών που έχουν εκπαιδευτεί ειδικότερα στη Βιολογία, δεν έχουν αντιληφθεί τον τρόπο που εξηγείται η εξέλιξη μέσω

της φυσικής επιλογής. Οι δυσκολίες των εκπαιδευομένων εντείνονται από τη μη αξιοποίηση πολύτιμων συμπερασμάτων των ερευνών της Διδακτικής της Βιολογίας.

Στην Ελλάδα αν και ο πασίγνωστος τίτλος του άρθρου του Τ. Dobzhansky: “*Τίποτα στη Βιολογία, δεν έχει νόημα παρά μόνο υπό το φως της εξέλιξης*” (1973) δεσπόζει ως υπότιτλος του κεφαλαίου της Εξέλιξης στο σχολικό εγχειρίδιο Βιολογίας (Γ΄ Λυκείου) το σχετικό κεφάλαιο έχει αφαιρεθεί από την διδακτέα ύλη. Επίσης πολλές φορές δεν διδάσκεται η Θεωρία της Φυσικής Επιλογής στο Γυμνάσιο –είτε λόγω έλλειψης χρόνου (τελευταίο κεφάλαιο) είτε εξαιτίας άλλων λόγων– με αποτέλεσμα ένα μεγάλο ποσοστό ελλήνων μαθητών να ολοκληρώνει τις σπουδές του χωρίς να έχει διδαχθεί ποτέ την Εξελικτική Θεωρία. Ο απόφοιτος των Ελληνικών σχολείων με δυσκολία θα αναγνώριζε την Θεωρία της Φυσικής Επιλογής ως μια επιστημονική θεωρία εξήγησης συγκεκριμένων βιολογικών φαινομένων.

Η Θεωρία της Φυσικής Επιλογής προσφέρει μια εξήγηση των εξελικτικών αλλαγών που συμβαίνουν στους πληθυσμούς και του λειτουργικού/προσαρμοστικού χαρακτήρα των αλλαγών αυτών στη βάση αιτιακών μηχανισμών. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των εξηγήσεων αυτών είναι η εξάλειψη κάθε είδους αναφοράς σε σκοπιμότητες, σε κατευθυνόμενες αλλαγές ή σε τελικά αίτια και η διασφάλιση ενός απρόσωπου και καθαρά μηχανιστικού χαρακτήρα των εξελικτικών διαδικασιών. Στην εισήγηση αυτή –αξιοποιώντας σύγχρονη βιβλιογραφία– επιχειρείται η ανάδειξη αυτής της ιδιαίτερης εξηγητικής σημασίας της Θεωρίας της Φυσικής Επιλογής η οποία παραμένει αναλλοίωτη από την εποχή της εισαγωγής της από τον Κάρολο Δαρβίνο έως σήμερα.

## Η “ΔΑΡΒΙΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ”

Πολλοί σύγχρονοι μελετητές του Δαρβίνου (Mayr, Lewontin, Ruse) ανέδειξαν το ριζοσπαστικό χαρακτήρα της Εξελικτικής Θεωρίας του, χρησιμοποιώντας την έκφραση “Δαρβινική Επανάσταση”. Και αυτό γιατί ο Δαρβίνος έρχεται σε ρήξη με βαθιά εδραιωμένες θεολογικές και φιλοσοφικές πεποιθήσεις για τον έμβιο κόσμο.

Αυτή καθεαυτή η ιδέα της εξέλιξης των έμβιων όντων δεν ανήκει στον Κάρολο Δαρβίνο. Υπήρξαν πρόδρομοι των εξελικτικών ιδεών στη Γαλλία και στην Αγγλία (ο παππούς του Κάρολου, ο Έρασμος Δαρβίνος). Πάντως ο μεγάλος πρώτος εισηγητής της, είναι ο Jean Lamarck που γύρω στο 1809 εκθέτει τις απόψεις του για την εξέλιξη.

Όταν όμως γίνεται αναφορά στη “Θεωρία της Εξέλιξης”, απαιτείται η διάκριση μεταξύ της ιδέας της εξέλιξης –η οποία βρίσκεται σε πλήρη διάσταση με απόψεις περί σταθερότητας των ειδών και αφορά στον ιστορικό μετασχηματισμό των οργα-

νισμών εδώ και 3 δισ. χρόνια— και της εξήγησης της δυναμικής αυτής της ιστορικής διαδικασίας. Ο Κάρολος Δαρβίνος ήταν εκείνος που πρότεινε τη ριζοσπαστική Θεωρία της Φυσικής Επιλογής ως την εξήγηση της εξελικτικής διαδικασίας.

### **Πως και πότε γεννήθηκε η θεωρία της φυσικής επιλογής.**

Από τον Mayr (2001) μαθαίνουμε ότι μετά την ανακάλυψη κυρίως των “εγγράφων του Δαρβίνου” (σημειώσεις, επιστολές, αδημοσίευτα χειρόγραφα κλπ.) χρησιμότερων ίσως, από την μετά πολλά χρόνια γραμμένη αυτοβιογραφία του όπου διάφορα γεγονότα πήραν άλλη έμφαση στη μνήμη του, υπήρξε μια περίοδος μεγάλης δραστηριότητας στη δαρβινική έρευνα με βάση την οποία μπορούμε να ξέρουμε ότι: Ο Δαρβίνος τον Ιούλιο του 1837, μετά την επιστροφή του με το Beagle το 1836, είχε αποδεχθεί πλήρως την εξέλιξη μέσω κοινής καταγωγής.

*“Η νέα του ερμηνεία για τον κόσμο δεν περιλάμβανε μόνο την αντικατάσταση ενός σταθερού κόσμου, από έναν εξελισσόμενο, αλλά και επίσης και αυτό είναι σημαντικότερο, την έκπτωση του ανθρώπου από τη μοναδική θέση στο σύμπαν, και τη τοποθέτησή του στο ρεύμα της εξέλιξης των ζώων”* (Mayr 2001: 113).

Το Σεπτέμβριο του 1838 συνέλαβε τη θεωρία του, με την οποία επιχειρούσε να θεμελιώσει σε φυσικά αίτια την κινητήρια δύναμη της εξελικτικής αλλαγής και να εξηγήσει μέσω αυτών την πολυπλοκότητα, την τάξη και την αρμονική σχέση με το περιβάλλον που παρατηρείται στον έμβιο κόσμο. Κύριες πηγές της έμπνευσής του για το μηχανισμό της εξέλιξης, ήταν η ανάγνωση του Μάλθους αλλά και η μελέτη της επιτυχίας των εκτροφέων ζώων στην παραγωγή νέων φυλών. Για αυτό το λόγο ονόμασε αυτή τη διαδικασία “φυσική επιλογή”, για να τη διακρίνει από τη διαδικασία της τεχνητής επιλογής των εκτροφέων.

Σε γράμμα του (1844) στον φίλο του βοτανολόγο J. D. Hooker, γράφει:

*“Τον Ιούνιο του 1842 είχα για πρώτη φορά την ικανοποίηση να γράψω μια συνοπτική περίληψη της θεωρίας μου, ...σε τριάντα πέντε σελίδες. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 1844 αυτή η περίληψη αυξήθηκε σε διακόσιες τριάντα σελίδες ..., έχω σχεδόν πεισθεί ότι τα είδη δεν είναι αμετάβλητα.” και προσθέτει “Αισθάνομαι ότι ομολογώ ένα φόνο”.* (Γληνός 1994: 27).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι περίπου την ίδια χρονική περίοδο οι φυσιοδίφες Alfred Russell Wallace και Edward Blyth συζητούσαν για την φυσική επιλογή ως πιθανό εξηγητικό μηχανισμό της εξέλιξης του έμβιου κόσμου. Τον Ιούνιο του 1858, δηλαδή σχεδόν 20 χρόνια μετά τη σύλληψη της ιδέας της φυσικής επιλογής, ο Δαρβίνος έλαβε μια επιστολή από τον Alfred Russell Wallace στην οποία παρέθετε τις απόψεις του για την εξήγηση της εξέλιξης μέσω της κοι-

νής καταγωγής και της φυσικής επιλογής. Ο Wallace ήταν από τους ελάχιστους ανθρώπους με παρόμοιες εμπειρίες με τον Δαρβίνο, έτσι τον Ιούλιο του 1858 ο Δαρβίνος “αναγκασμένος” εξέδωσε τον Νοέμβριο του 1859 το “Για την Καταγωγή των ειδών”.

Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι ενώ τα επιχειρήματα του Δαρβίνου για την εξέλιξη των ειδών, αντιμετωπίστηκαν θετικά, σχεδόν καθολική ήταν η αντίθεση με τον αιτιακό εξηγητικό μηχανισμό της φυσικής επιλογής. Με εξαίρεση τους Weismann, Haeckel, οι οποίοι αντιμάχονταν κάθε μορφή τελεολογίας και την εξηγητική επίκληση μη υλικών – μηχανικών δυνάμεων, ευρέως υιοθετήθηκαν άλλες κατηγορίες εξηγήσεων της εξέλιξης με τελεολογικά, λαμαρκιανά ή ακόμα και θεολογικά στοιχεία (Mayr 2001, 2002).

Εξάιρεση είναι επίσης η αρχική στάση του Ένγκελς, ο οποίος μόλις μερικές μέρες μετά την έκδοση της Καταγωγής (24-11-1859) έγραφε ενθουσιασμένος στον Μαρξ (11-12-1859):

*“Άλλωστε αυτός ο Δαρβίνος τον οποίο διαβάζω ακριβώς τώρα είναι εντελώς εξαιρετικός. Σύμφωνα με μια άποψη, η τελεολογία δεν είχε ακόμα καταστραφεί. Αυτό τώρα έγινε. Επιπλέον δεν είχε γίνει ποτέ ως τώρα μια τόσο γιγαντιαία προσπάθεια για να αποδειχθεί ότι υπάρχει ιστορική εξέλιξη στη φύση, τουλάχιστον ποτέ με τέτοια επιτυχία...”*

Ένα χρόνο αργότερα, ο Μαρξ, στις 19 Δεκεμβρίου 1860, γράφει στον Ένγκελς: ότι μελέτησε και αυτός το βιβλίο του Darwin για τη φυσική επιλογή. Λίγο αργότερα, στις 16 Ιανουαρίου 1861, σ’ ένα γράμμα του προς τον εργατικό ηγέτη Ferdinand Lassalle εκφράζει την ίδια σκέψη, αλλά πιο συγκεκριμένα:

*“...Κανείς δεν είναι φυσικά υποχρεωμένος να συμβιβαστεί με το άχαρο αγγλικό στυλ της επιχειρηματολογίας. Παρ’ όλα τα ελαττώματά του, είναι σ’ αυτό το βιβλίο που για πρώτη φορά η “τελεολογία” στις επιστήμες της φύσης όχι μόνο δέχεται ένα θανάσιμο πλήγμα, αλλά και το λογικό της νόημα έχει εξηγηθεί εμπειρικά”* (Γληνός 1994: 31-32).

### **Η εξελικτική σύνθεση**

Η υποτίμηση, εναντίωση ή μη κατανόηση της φυσικής επιλογής συνεχίστηκε για 80 περίπου χρόνια μετά τη δημοσίευση της “Καταγωγής”. Από το 1936 ως και το 1950 που έλαβε χώρα η εξελικτική σύνθεση, γίνεται ενοποίηση ανάμεσα σε διάφορα πεδία (γενετική, συστηματική, παλαιοντολογία), εύρεση κοινής γλώσσας μεταξύ των πεδίων και το ξεκαθάρισμα πολλών πτυχών της εξέλιξης και των υποκείμενων εννοιών της. Η σύνθεση απετέλεσε επανεπιβεβαίωση της δαρβίνειας

διατύπωσης ότι η προσαρμοστική εξελικτική αλλαγή οφείλεται στη κατευθυντήρια δύναμη της φυσικής επιλογής που ασκείται στην άφθονη διαθέσιμη ποικιλομορφία (Mayr 2001).

Η σύγχρονη εξελικτική θεωρία αποτελείται από πέντε διακριτά σημεία (Sterelny και Griffiths 1999):

1. Ο έμβιος κόσμος δεν είναι σταθερός αλλά έχει συμβεί εξελικτική αλλαγή.
2. Όλα τα είδη μοιράζονται μια κοινή ιστορία, είναι εξελικτικοί απόγονοι ενός κοινού μακρινού προγόνου.
3. Τα περισσότερα νέα είδη προκύπτουν όταν ένας πληθυσμός διασπάται και τα τμήματά του αποκλίνουν.
4. Η εξελικτική αλλαγή είναι βαθμιαία.
5. Ο μηχανισμός της προσαρμοστικής αλλαγής είναι η φυσική επιλογή.

Τα νέα γνωρίσματα προκύπτουν από τυχαίες γενετικές αλλαγές π.χ. τυχαίες μεταλλάξεις –υπεύθυνες για τη ποικιλότητα στα άτομα του πληθυσμού. Στη συνέχεια αυτά τα νέα γνωρίσματα διατηρούνται ή εξαφανίζονται εξ αιτίας της φυσικής επιλογής. Άτομα με ένα ορισμένο γνώρισμα (πλεονεκτικό στο συγκεκριμένο περιβάλλον) δίνουν περισσότερους απογόνους στις επόμενες γενιές. Οι πληθυσμοί αλλάζουν μέσω αύξησης ή μείωσης της αναλογίας των ατόμων με ένα ή διάφορα γνωρίσματα και όχι με αλλαγές στα ίδια τα άτομα.

*“Η δαρβινική εξέλιξη είναι ασυνεχής επειδή σε κάθε γενιά γίνεται μια νέα αρχή οπότε και παράγεται νέο σύνολο ατόμων. Ωστόσο, το ότι η εξέλιξη φαίνεται ολοκληρωτικά βαθμιαία, οφείλεται στο ότι είναι πληθυσμιακή και εξαρτάται από τη φυλετική αναπαραγωγή μεταξύ των μελών του πληθυσμού. Μια τέτοια εξέλιξη δεν είναι κατ’ ανάγκη προοδευτική. Αποτελεί ευκαιριακή αντίδραση της στιγμής, και ως εκ τούτου είναι απρόβλεπτη”* (Mayr 2001: 77).

Προϋπόθεση για τη δράση της επιλογής είναι να υπάρχει ποικιλομορφία μεταξύ των οργανισμών του είδους, αντίληψη που έρχεται σε ρήξη με την Πλατωνική ουσιοκρατική ή τυπολογική κατανόηση του έμβιου κόσμου σύμφωνα με την οποία η εμφανιζόμενη ποικιλομορφία θεωρείται ως αποτέλεσμα ατελών και ατυχηματικών πραγματώσεων κάποιων ιδεωδών τύπων. Έτσι στην εξήγηση μέσω φυσικής επιλογής η έννοια της ποικιλομορφίας των οργανισμών κατέχει κεντρική εξηγητική θέση. Η στροφή προς την ποικιλομορφία αποτελεί τον κορμό της δαρβινικής σκέψης, την οποία ο Mayr χαρακτηρίζει ως πληθυσμιακή, καθώς αποδίδει ιδιαίτερη έμφαση στη μοναδικότητα του κάθε ατόμου μέσα στον πληθυσμό η οποία αναδεικνύεται μέσα από την υπάρχουσα ποικιλομορφία.

Η ιδέα της φυσικής επιλογής χαρακτηρίζεται ως επαναστατική γιατί είναι σε θέση να εξηγήει χωρίς την επίκληση εσωτερικών ή εξωτερικών τελεολογικών δυνάμεων όχι μόνο την ίδια την εξελικτική αλλαγή αλλά και την μορφή των οργανισμών θεωρούμενης ως προσαρμογής. Αν και άλλες εξελικτικές διαδικασίες όπως η γενετική παρέκκλιση ή η γονιδιακή ροή έχουν διαδραματίσει σπουδαίο ρόλο στην ιστορία της ζωής μόνο η φυσική επιλογή μπορεί να εξηγήσει την πολυπλοκότητα των χαρακτηριστικών, τη συνθετότητα των μηχανισμών και την προσαρμογή των οργανισμών στο περιβάλλον.

## ΜΙΑ ΣΥΓΧΡΟΝΗ “ΔΙΑΜΑΧΗ”

Με το έργο των Gould και Lewontin (1978) ξεκίνησε μια μεγάλη συζήτηση για τη φυσική επιλογή και τον εξηγητικό ρόλο της. Στη συζήτηση αυτή τέθηκαν τα ακόλουθα ζητήματα (Sterelny και Griffiths 1999):

Πρώτον, μήπως η “ορθόδοξη” στάση υπερεκτιμά τη σημασία της προσαρμογής;

Το 1978 οι Gould και Lewontin με το άρθρο τους “Οι επίπεδες τριγωνικές επιφάνειες του Αγίου Μάρκου και το πανγλώσσιο παράδειγμα: Μια κριτική στο Προσαρμογιστικό πρόγραμμα” ασκούν έντονη κριτική στην ιδιαίτερη έμφαση που δίνεται στο ρόλο της προσαρμογής στην εξελικτική διαδικασία και “κατηγορούν” κάποιους εξελικτικούς ότι θυμίζουν τον ήρωα του Βολτέρου στον Αγαθούλη, (που νόμιζε ότι αυτός ο κόσμος είναι ο καλύτερος όλων των δυνατών κόσμων κλπ.). Αναφέρονται στο γεγονός ότι πολλές θεωρούμενες προσαρμογές ήταν απλώς εξελικτικά παραπροϊόντα, αρχιτεκτονικές υποστηρικτικές δομές, όχι σχεδιασμένες για κάποιο ιδιαίτερο σκοπό.

Πού οφείλεται η αντίσταση των Gould και Lewontin στο “προσαρμογιστικό πρόγραμμα”;

Κατά την Segestråle (2003) δύο είναι οι κυριότεροι λόγοι:

- Ήταν σαφές για αυτούς ότι η παρατεταμένη “συζήτηση – για την προσαρμογή” μετέφερε το ανεπιθύμητο πολιτικό μήνυμα, ότι το σημερινό κοινωνικό σύστημα με τις ανισότητες δεν ήταν παρά το φυσικό προϊόν της προσαρμογής, και ως εκ τούτου εκ φύσεως καλό.
- Οι Gould και Lewontin αντιμάχονταν την επηρεασμένη από την κοινωνιοβιολογία προσέγγιση επιλογής γονιδίου. Η κοινή τους ανησυχία ήταν να ξαναβρεθεί το αληθινό νόημα της νέο-Δαρβινικής σύγχρονης σύνθεσης του πρώτου μισού του 20ου αιώνα θεωρώντας ότι οι αρχιτέκτονες της είχαν ένα ευρύτερο και πιο πλουραλιστικό όραμα από την τρέχουσα γονιδιο-επιλογική άποψη.

Ένα δεύτερο σημείο στη συζήτηση για το ρόλο της επιλογής στην εξέλιξη, είναι μεθοδολογικό και αφορά στις απαιτούμενες αποδείξεις για την νομιμοποίηση μιας προσαρμογιστικής υπόθεσης. Σε πολλές περιπτώσεις ο χαρακτηρισμός γνωρισμάτων ως προσαρμογών είναι αδιαμφισβήτητος. Υπάρχουν όμως προσαρμογιστικές υποθέσεις που ενώ φαίνονται αληθοφανείς, απαιτείται περαιτέρω έλεγχος για τη νομιμοποίησή τους. Οι Gould και Lewontin αναφερόμενοι σε ανάλογες προσαρμογιστικές ιστορίες χρησιμοποιούν την έκφραση “επινοημένες επί τούτου ιστορίες” (Κριμπάς 1998) και θεωρούν ότι επειδή είναι πολύ εύκολο να επινοούμε προσαρμοστικά σενάρια δεν πρέπει να δεχόμαστε μια προσαρμοστική υπόθεση επειδή απλώς ακούγεται αληθοφανής αλλά να εξετάζουμε πάντα το ενδεχόμενο το χαρακτηριστικό να μην είναι προσαρμογή.

Μια τρίτη πλευρά στη διαμάχη για τον προσαρμογισμό αφορά στη σχέση ανάμεσα στην επιλογή και άλλους παράγοντες που συμβάλλουν στην εξήγηση της εξελικτικής αλλαγής. Μελετώντας την εξέλιξη ενός γνωρίσματος, έχει σημασία η ιστορία του. Η προσαρμογή μέσω φυσικής επιλογής, δεν ξανασχεδιάζει από την αρχή, αλλά “μαστορεύει” στα αποτελέσματα της προηγούμενης ιστορίας. Η ιστορία και η επιλογή συνωμοτούν μαζί να οδηγούν την εξελικτική τροχιά του πληθυσμού. Και οι δύο είναι απαραίτητες. Καμιά δεν είναι επαρκής.

Ένα περαιτέρω ζήτημα είναι ότι μερικά εξελικτικά μοντέλα φαίνεται να είναι ανεξάρτητα από την επιλογή. Ο όρος “εστιγμένη ισορροπία” δόθηκε από τους Eldredge και Gould (1972 σε Sterelny και Griffiths 1999) σε μια μορφή ειδογενετικής εξέλιξης που εξέφρασε τους παλαιοντολόγους ιδιαίτερα, και ήταν επηρεασμένη από τον Mayr. Εξετάζοντας μερικές σειρές απολιθωμάτων με ένα πολύ πιο πλήρες χρονικό μητρώο από ότι συνήθως, βρήκαν μαρτυρίες για μακρές περιόδους κατά τις οποίες δεν είχε συμβεί αλλαγή. Σε αυτές παρεμβάλλονταν σύντομες περίοδοι κατά τη διάρκεια των οποίων η εξέλιξη συνέβαινε “εκρηκτικά” μετά από ξαφνικές σημαντικές αλλαγές στο περιβάλλον. Ο Gould έδινε μεγάλη έμφαση στη σημασία σημαντικών ξαφνικών γεγονότων στην ιστορία της ζωής π.χ. η ξαφνική μαζική εξαφάνιση ειδών μετά από συγκρούσεις μεγάλων κομητών με τη γη και την επακόλουθη ανάπτυξη των πληθυσμών από μια περιορισμένη “δεξαμενή” από επιβιώσαντα είδη (Lewontin και Levins 2002).

Τέλος στη συζήτηση για το ρόλο της επιλογής, εμπλέκονται ερωτήματα για την εμβέλεια των εξελικτικών εξηγήσεων. Ένα σχετικό πεδίο με αυτό το θέμα είναι η διαμάχη για τις εξελικτικές εξηγήσεις της ανθρώπινης, ψυχολογικής και κοινωνικής οργάνωσης. Το 1975 ο E.O. Wilson στην *Κοινωνιοβιολογία* υποστηρίζει μια προσαρμογιστική περιγραφή της κοινωνικής εξέλιξης στα ζώα την οποία προεκτείνει και στις ανθρώπινες κοινωνίες, προχωρώντας σε προσαρμογιστικές ερμη-

νείες γνωρισμάτων της ανθρώπινης ζωής όπως π.χ. διαφορές των φύλων, ξενοφοβία κλπ. Οι Lewontin και Levins (1985, σε Sterelny και Griffiths 1999) άσκησαν έντονη κριτική στις θέσεις αυτές υποστηρίζοντας ότι τα ανθρώπινα ψυχολογικά και κοινωνικά γνωρίσματα είναι αποτέλεσμα του ανθρώπινου πολιτισμού. Η εξελικτική θεωρία είναι αρμόδια να εξηγεί πως κατά την φυλογένεση του ανθρώπου εξελίχθηκαν οι ικανότητες που μας κατέστησαν πολιτισμένο είδος. Αλλά τα ιδιαίτερα γνωρίσματα των ανθρώπινων κοινωνιών είναι γνωρίσματα πολιτισμικά και μπορούν να εξηγηθούν μόνο σε αυτή τη βάση.

Αποτελούν αυτές οι αμφισβητήσεις που προαναφέραμε –στις οποίες πρωτοστάτησε ο Gould– πλήγμα στη δαρβινική θεωρία ή μια ριζοσπαστική της επαναπροσέγγιση; Και τι θεωρείται ριζοσπαστικό;

“Κανένα από τα εγχειρήματα του Gould για τη συνθετότητα της εξέλιξης, δεν ανατρέπει το Δαρβίνο” λένε οι Lewontin και Levins (2002) σε κείμενό τους για τον Gould με τίτλο “Stephen Jay Gould: What does it mean to be a radical?” και προσθέτουν:

*“Αυτό που χαρακτηρίζει το έργο του Gould είναι ο συνεπής ριζοσπαστισμός του. Το να είσαι ριζοσπαστικός σημαίνει να εξετάζεις τα πράγματα από τις βαθύτερες ρίζες τους, να πηγαίνεις πίσω για να τα αντιμετωπίσεις, να προσπαθείς να ανασυνθέσεις πράξεις και ιδέες κτίζοντας τις από τις βασικές τους αρχές. Ο Gould είχε αυτή τη ριζοσπαστική παρόρμηση, και την ακολουθούσε όπου είχε σημασία”.*

Η κριτική των Gould και Lewontin σε πλευρές της σύγχρονης εξελικτικής θεωρίας είχε ως κύριο στόχο την οριοθέτηση τάσεων για πιθανοφανείς αφηγήσεις που κατά τη γνώμη τους απειλούσαν τον επιστημονικό χαρακτήρα της. Οι Gould και Lewontin έθεσαν θέματα που παραμένουν ανοικτά στην έρευνα και στον στοχασμό προσφέροντας μια πολύτιμη υπηρεσία στον κλάδο της Εξελικτικής Βιολογίας.

## ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΝΕΟ-ΔΑΡΒΙΝΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

Κατά την τελευταία δεκαετία του 20ου αιώνα η συζήτηση γύρω από την εξηγητική σημασία της φυσικής επιλογής κινείται σε νέα επίπεδα τα οποία κυρίως ορίζονται από εγχειρήματα σύνθεσης Εξελικτικής και Αναπτυξιακής Βιολογίας. Κοινός στόχος των προσπαθειών αυτών είναι η βαθύτερη κατανόηση των σχέσεων μεταξύ ανάπτυξης και εξέλιξης οι οποίες αφορούν είτε στην επίδραση των αναπτυξιακών διαδικασιών στην εξελικτική αλλαγή είτε στην εξέλιξη των αναπτυξιακών διαδικασιών. Υπόρρητη κοινή παραδοχή πολλών εξ αυτών των εγχει-



ρημάτων είναι ότι η εξήγηση της ανάπτυξης των οργανισμών μπορεί να αποδοθεί με αιτιακούς όρους και μονόδρομες γραμμικές αιτιακές σχέσεις οι οποίες εκκινούν από το γονίδιο και καταλήγουν στο χαρακτηριστικό. Νέα όμως δεδομένα τα οποία προέρχονται κυρίως από το πεδίο της Μοριακής Βιολογίας και τα οποία επέτρεψαν να ανοίξει ο δρόμος για την κατανόηση των αναπτυξιακών διαδικασιών, οδηγούν σε νέα πλαίσια προσέγγισης των αναπτυξιακών εξηγήσεων στα οποία το γονίδιο δεν αποτελεί πλέον το κυρίαρχο και το προνομιακό εξηγητικό μόριο.

Μεταξύ των φιλοσοφικών προσεγγίσεων οι οποίες εκφράζουν την αμφισβήτησή τους στις γονιδιοκεντρικές αναπτυξιακές εξηγήσεις οι πιο γνωστές είναι εκείνες του Lewontin (1983, 1991, 2000) και της Keller (2000) και πιο πρόσφατα ως η πιο συγκροτημένη εναλλακτική προσέγγιση θεωρείται η Θεωρία Αναπτυξιακών Συστημάτων με κύριους εκφραστές τους Oyama (2000) Griffiths και Gray (1992, 1994).

Αν και με τις διαφορετικές αυτές προσεγγίσεις εκφράζεται μια ποικιλία διαφορετικών φιλοσοφικών πεποιθήσεων και συχνά έχουν ως κίνητρο διαφορετικά επιστημονικά και πολιτικά ενδιαφέροντα, όλες συγκλίνουν ως προς την ανάδειξη των αδιεξόδων στα οποία έχουν οδηγήσει οι επικεντρωμένες στο γονίδιο εξηγήσεις τόσο της ανάπτυξης όσο και της εξέλιξης. Το κέντρο βάρους των προσεγγίσεων αυτών μετατοπίζεται από το γονίδιο σε ανώτερα επίπεδα οργάνωσης όπως το κύτταρο, ο οργανισμός ή σε ευρύτερα του οργανισμού συστήματα και υιοθετούνται μοντέλα πολλαπλών αλληλοεξαρτώμενων και σύνθετων αιτιακών σχέσεων.

Η προνομιακή κατανόηση των γονιδίων στις γονιδιοκεντρικές προσεγγίσεις υποστηρίζεται από τις εξής αντιλήψεις:

- α) το DNA ως το αυτό-αντιγραφόμενο μόριο μπορεί να εξηγήει την σταθερότητα της κληρονομούμενης γενετικής πληροφορίας.
- β) το DNA ως το πληροφοριακό μόριο έχει όλη την απαραίτητη πληροφορία για την τελική-τυπική μορφή του οργανισμού.
- γ) Το DNA ως το κληρονομούμενο μόριο μπορεί να εξηγήει την διαγενεαλογική σταθερότητα της μορφής.

Το πρόβλημα –όπως χαρακτηριστικά λέει ο Lewontin (2000)– με αυτό το εξηγητικό σχήμα είναι ότι πρόκειται για “κακή βιολογία”. Τίποτα από τα παραπάνω δεν συγκροτεί μια αδιαμφισβήτητη εξηγητική βάση. Ενδεικτικά: Λεπτομέρειες που αφορούν τους μηχανισμούς επιδιόρθωσης του DNA αναδεικνύουν τη σημασία των μηχανισμών αυτών κατά την αντιγραφή και ανατρέπουν αντιλήψεις περί της αυτοαντιγραφικής ικανότητάς του. Η σημασία των πολύπλοκων δικτύων επι-

γενετικών αλληλεπιδράσεων υπεύθυνων για την ρύθμιση της μεταγραφής δείχνει ότι η απόδοση αιτιακής προνομακότητας στα γονίδια κατά την εξήγηση της ανάπτυξης αποτελεί μέρος ενός απλοποιημένου μοντέλου περί βιολογικής αιτιότητας. Η δυνατότητα ενός και μοναδικού αρχικού προϊόντος μεταγραφής να δίνει πολλά και διαφορετικά μηνύματα<sup>1</sup> λόγω πολύπλοκων ρυθμιστικών μηχανισμών υπονομεύει την αντίληψη ότι οι πρωτεΐνες κωδικοποιούνται άμεσα από το DNA<sup>2</sup> (Newmann –Held 1998, Sterelny και Griffiths 1999, Lewontin 2000, Keller 2000, Fogle 2000).

Η σύγχρονη συζήτηση για την εξηγητική προνομακότητα του γονιδίου σε σχέση με τους άλλους αναπτυξιακούς παράγοντες αφορά στα ακόλουθα σημεία:

- Πρώτον στην απόδοση ισότιμου αιτιακού ρόλου για την ανάπτυξη του οργανισμού σε μη γενετικούς παράγοντες –ενδοκυτταρικούς/επιγενετικούς και εξωκυτταρικούς-περιβαλλοντικούς.
- Δεύτερον στην κατανόηση και άλλων παραγόντων ως φορέων αναπτυξιακής πληροφορίας και τρίτον στη επέκταση της κληρονομικότητας (Godfrey-Smith 2000).

Ειδικότερα τα ζητήματα που αφορούν στην κληρονομικότητα παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς αυτά κατεξοχήν συνδέονται με πάγιες νέο – Δαρβινικές αντιλήψεις και η επέκτασή της σε μη γενετικούς παράγοντες εκ πρώτης όψεως φαίνεται να συνεπάγεται την αποδοχή λαμαρκιανών αντιλήψεων περί κληρονομικότητας επίκτητων χαρακτηριστικών. Όπως όμως προκύπτει από την διεξαγόμενη συζήτηση η αποδοχή της κληρονομικότητας μη γενετικών παραγόντων δεν σημαίνει υιοθέτηση λαμαρκιανών εξηγήσεων.

Σύμφωνα με τις ισχύουσες αντιλήψεις κληρονομείται μόνο το γενετικό υλικό το οποίο είναι υπεύθυνο για τη παραγωγή σωματικών κυττάρων – ανάπτυξη / μορφογένεση οργανισμών. Κάποια αλλαγή στα σωματικά κύτταρα δεν κληρονομείται καθώς θα προϋπόθετε είτε την κατευθυνόμενη αλλαγή του γενετικού υλικού, είτε μηχανισμούς που θα επιτρέπουν την κληρονομικότητα αυτή ανεξάρτητους από τους μηχανισμούς της γενετικής κληρονομικότητας.

1. Π.χ. στο σαλιγκάρι *Aplysia* ένα τμήμα DNA δίνει έντεκα τελικά πρωτεϊνικά προϊόντα που σχετίζονται με την αναπαραγωγική συμπεριφορά του.
2. Το σημείο αυτό υποσκάπτει την ίδια την έννοια του γονιδίου ως μιας λειτουργικής μονάδας ευρισκόμενης στα χρωμοσώματα - αδυναμία απόδοσης συνεκτικού ορισμού του γονιδίου, συναινετικό γονίδιο ή πολλαπλή χρήση του όρου χαρακτηριστικά ο Kitcher γράφει: “γονίδιο είναι αυτό που ένας ικανός βιολόγος επιλέγει να αποκαλέσει γονίδιο”. (1992: 131)



**Διάγραμμα 1:** Weismann και κεντρικό δόγμα της βιολογίας (από τον M. Smith 1975, 1982).

Ο Maynard Smith στο βιβλίο του *Η Θεωρία της Εξέλιξης* (1975) αξιολογούσε ως ιδιαίτερα σημαντικό το ερώτημα περί της φύσης της κληρονομικότητας. “Είναι τα νουκλεϊκά οξέα οι μόνοι φορείς κληρονομικότητας;”. Στο ίδιο θέμα ο M. Smith επανέρχεται το 1986 επαναδιατυπώνοντας το ίδιο ερώτημα με όρους εναλλακτικών φορέων κληρονομικότητας:

“Αυτή [η κληρονομικότητα επίκτητων χαρακτηριστικών] αποκλείεται αν τα νουκλεϊκά οξέα είναι οι μόνοι φορείς της κληρονομικότητας και αν το κεντρικό δόγμα είναι ορθό. Επειδή είναι μάλλον απίθανο να αποδειχθεί εσφαλμένο το κεντρικό δόγμα προκύπτει αμέσως το ακόλουθο ερώτημα: Μπορεί να υπάρχουν εναλλακτικοί φορείς της κληρονομικότητας;” (M. Smith 1986: 42).

Όπως προκύπτει από το απόσπασμα αυτό του M. Smith η κληρονομικότητα επίκτητων χαρακτηριστικών δεν αποκλείεται αν αποδεχθούμε την ύπαρξη εναλλακτικών φορέων κληρονομικότητας και στην περίπτωση αυτή το κεντρικό δόγμα της Βιολογίας δεν παραβιάζεται. Κάποιοι μη γενετικοί παράγοντες μπορούν να θεωρηθούν ως κληρονομήσιμοι χωρίς αυτό να προϋποθέτει ότι θα πρέπει οι παράγοντες αυτοί να έχουν κατά κάποιο τρόπο ενσωματωθεί στη γαμετική σειρά ή να υπάρχει ροή πληροφορίας από τον παράγοντα αυτόν προς το DNA (Sterelny και Griffiths 1999). Επέκταση της κληρονομικότητας σε μη γενετικούς παράγοντες σημαίνει ότι κάποιες αλλαγές στη δομή των οργανισμών μπορούν να μεταβιβαστούν στην επόμενη γενιά χωρίς να μεταφραστούν πρώτα σε νουκλεϊκά οξέα. Κατά συνέπεια η επέκταση της κληρονομικότητας δεν είναι ασύμβατη με το κεντρικό δόγμα της Βιολογίας ούτε συνεπάγεται λαμαρκιανές θέσεις. Η αποδοχή ή όχι της ύπαρξης μη γενετικών κληρονομούμενων παραγόντων είναι ένα ζήτημα εν μέρει εννοιολογικό το οποίο αφορά στα κριτήρια τα οποία οι παράγοντες αυτοί οφείλουν να πληρούν έτσι ώστε να θεωρηθούν ως κληρονομούμενοι και εν μέρει εμπειρικό. Η θέση περί εκτεταμένης κληρονομικότητας –η οποία στηρίζεται σε νέα δεδομένα από τα πεδία της μοριακής βιολογίας, της ηθολογίας και της οικολογίας– υποστηρίζει ότι υπάρχει μια σειρά παραγόντων οι οποίοι πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια περί κληρονομικότητας. (Griffiths και Gray 1994). Συγκεκριμένοι μηχανισμοί ανεξάρτητοι από τους μηχανισμούς του γενετικού συστήματος κλη-

ρονομικότητας εξασφαλίζουν την διαφύλαξη και τη μεταφορά μη γενετικής πληροφορίας. Οι μηχανισμοί αυτοί αφορούν τόσο στο επίπεδο του κυττάρου όσο και του οργανισμού και συγκροτούν τα επιγενετικά συστήματα κληρονομικότητας (Jablonska 1998) στα οποία η πληροφορία μεταβιβάζεται μέσω κυτταρικών δομών και βιοχημικών μηχανισμών. Επίσης η κληρονομικότητα επεκτείνεται και εκτός των ορίων του οργανισμού σύμφωνα με την θέση περί οικολογικής κληρονομικότητας, δηλ. ότι μεταβιβάζεται από γενιά σε γενιά πληροφορία που αφορά σχέσεις μεταξύ οργανισμού και περιβάλλοντος οι οποίες έχουν τροποποιηθεί λόγω επεμβάσεων του οργανισμού στο περιβάλλον του. (Day, Laland, Olding και Smea 2003). Έτσι συγκεκριμένοι μηχανισμοί, εξασφαλίζουν την σταθερή μεταβίβαση αλλαγών οι οποίες δεν περιορίζονται στο γενετικό επίπεδο αλλά επεκτείνονται στο επίπεδο του κυττάρου του οργανισμού και του περιβάλλοντός του και διασφαλίζουν έτσι την επανεμφάνιση των ίδιων οργανωτικών καταστάσεων στις διαφορετικές γενιές. Οι μηχανισμοί αυτοί εξηγούνται ως προϊόντα φυσικής επιλογής. Η θέση αυτή αναδεικνύει εμφανώς τη συμβατότητα των θέσεων περί εκτεταμένης κληρονομικότητας με την σύγχρονη εξελικτική θεωρία. Η πρόκληση με την οποία έρχεται αντιμέτωπη νέο Δαρβινική θεωρία δεν προέρχεται από την επέκταση των κληρονομούμενων παραγόντων αλλά από πρόσφατες ανακαλύψεις στο μοριακό επίπεδο οι οποίες αφορούν στον τρόπο παραγωγής της κληρονομούμενης ποικιλότητας.

Πάγια θέση του νεο-Δαρβινισμού είναι η τυχαία –τυφλή– παραγωγή της κληρονομούμενης/γενετικής ποικιλότητας στην οποία δρα η φυσική επιλογή. Η θέση αυτή υποδηλώνει την αιτιακή ανεξαρτησία της παραγωγής αυτής από τις επιταγές του περιβάλλοντος και είναι αυτή η θέση που αναδεικνύει το ρήγμα μεταξύ της σύγχρονης και της λαμαρκιανής σκέψης.<sup>3</sup> Σύμφωνα με τις νέες ανακαλύψεις υπάρχουν περιπτώσεις που η παραγωγή της νέας κληρονομούμενης ποικιλότητας δεν είναι τυχαία αλλά επάγεται από εξωτερικά αναπτυξιακά ή περιβαλλοντικά ερεθίσματα και πολλές φορές μπορεί να έχει προσαρμοστικά χαρακτηριστικά. Στην περίπτωση αυτή ο ρόλος του περιβάλλοντος δεν περιορίζεται στην επιλογή της πιο κατάλληλης διαθέσιμης ποικιλομορφίας αλλά επίσης, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει η Jablonska, το περιβάλλον “επάγει ένα σύνολο διαφορετικών προσαρμοστικών καταστάσεων” (2001: 105). Αυτή η κατευθυνόμενη, προσαρμο-

3. Η λαμαρκιανή σκέψη επέτρεπε την καθοδήγηση της εξελικτικής αλλαγής από εγγενείς τάσεις των οργανισμών προς πολυπλοκότερες καταστάσεις, την τροποποίηση των χαρακτηριστικών σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις (χρήση-αχρηστία) και την κληρονομικότητα των τροποποιήσεων αυτών.

στικού χαρακτήρα, αλλαγή δεν αφορά μόνο σε επιγενετικά συστήματα κληρονομικότητας αλλά και στο ίδιο το γενετικό σύστημα κληρονομικότητας –δηλ. αφορά μη τυχαίες αλλαγές του γενετικού υλικού οι οποίες μπορούν να συμβούν είτε μέσω μεταλλάξεων είτε ανασυνδυασμού του γονιδιώματος.

Η ύπαρξη μηχανισμών ρύθμισης των μεταλλάξεων του γενετικού υλικού αποτελεί μια από τις πλέον σημαντικές ανακαλύψεις στο χώρο της Μοριακής Βιολογίας. Το φαινόμενο παραγωγής μεταλλάξεων σε συγκεκριμένες θέσεις και σε συγκεκριμένες συνθήκες με προσαρμοστική σημασία έχει μελετηθεί κυρίως στα βακτήρια όπου έχουν εντοπιστεί μηχανισμοί οι οποίοι επιταχύνουν τους ρυθμούς των μεταλλάξεων σε κάποιες συγκεκριμένες θέσεις αλλά και τους ρυθμούς αυτούς σε συγκεκριμένες συνθήκες (Jablonka 2001, Keller 2000). Επίσης αρκετοί ερευνητές από το χώρο της Μοριακής Βιολογίας όπως ο Shapiro (2000, 2002) υποστηρίζουν ότι οι μηχανισμοί των ανασυνδυασμών του γονιδιώματος, οι θέσεις και ο χρόνος που αυτοί συμβαίνουν δεν είναι τυχαίοι. Όπως εξηγεί ο Shapiro (2000):

*“[Συγκεκριμένα] παραδείγματα δείχνουν ότι η φυσική γενετική μηχανική συμβαίνει επεισοδιακά και όχι τυχαία ως μια απάντηση σε συμβάντα που προκαλούν πιέσεις... Εκτός από τη χρονική εξειδίκευση πολλές λειτουργίες γενετικής μηχανικής εμφανίζουν βαθμούς επιλεκτικότητας ως προς το πού θα δράσουν στο γονιδίωμα. Η επιλεκτικότητα συνδέεται κυρίως με αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων γενετικής μηχανικής και κυτταρικών συστημάτων που ελέγχουν την μεταγραφή και το φορμάρισμα της χρωματίνης”.*

Τα νέα δεδομένα από τη Μοριακή Βιολογία φαίνεται να επιβεβαιώνουν την εικόνα της McClintock<sup>4</sup> για το γονιδίωμα ως ενός “ευαίσθητου οργάνου”,<sup>5</sup> η οποία έρχεται βέβαια σε αντίθεση με την νέο δαρβινική εικόνα του γονιδιώματος ως παθητικού υποστρώματος σε σχέση με το περιβάλλον.

*“Αντί να είμαστε περιορισμένοι στη μελέτη μιας αργής διαδικασίας που εξαρτάται από τυχαία γενετική ποικιλότητα και σταδιακή φαινοτυπική αλλαγή είμαστε τώρα ελεύθεροι να σκεφτούμε ρεαλιστικούς μοριακούς τρόπους γρήγορης αναδιοργάνωσης του γονιδιώματος η οποία καθοδηγείται από βιολογικά αναδραστικά δίκτυα” (Shapiro 1999 στην Keller 2000: 38).*

4. Βραβείο Nobel 1983.

5. “ένα ευαίσθητο όργανο του κυττάρου που παρακολουθεί τις δραστηριότητές του, διορθώνει τα συνήθη λάθη, αισθάνεται τα ασυνήθη και μη αναμενόμενα γεγονότα και ανταποκρίνεται σε αυτά” (στην Keller 2000: 33).

Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις η παραγόμενη νέα ποικιλότητα δεν είναι τυχαία, δεν υπόκειται απλά σε αναπτυξιακούς περιορισμούς αλλά φαίνεται ως εάν να παράγεται σύμφωνα με τις επιταγές του περιβάλλοντος. Έτσι το κρίσιμο ερώτημα που προκύπτει είναι αν η ανακάλυψη προσαρμοστικού χαρακτήρα παραγωγή νέας ποικιλότητας οδηγεί στην αποδοχή λαμαρκιανών εξηγητικών μηχανισμών ή αν η παραγωγή αυτή μπορεί να εξηγηθεί κατά τρόπο συμβατό με τη σύγχρονη εξελικτική θεωρία.

Πράγματι όπως προκύπτει από τις αναλύσεις τόσο της Jablonka (2001) όσο και της Keller (2000), η εμφανιζόμενη ασυμβατότητα των νέων αυτών δεδομένων με την νέο Δαρβινική θεωρία είναι πλασματική. Κοινό σημείο των προσεγγίσεων τους αποτελεί η θέση ότι η ύπαρξη μηχανισμών που εξασφαλίζουν την παραγωγή της ποικιλομορφίας μπορεί να εξηγηθεί ως αποτέλεσμα φυσικής επιλογής. Το επιχείρημα υπέρ της θέσης αυτής μπορεί να ανασυγκροτηθεί ως εξής:

Πρώτον, για τη δράση της φυσικής επιλογής απαραίτητος όρος δεν είναι μόνο η ύπαρξη σταθερότητας αλλά και η ύπαρξη ποικιλομορφίας.

Δεύτερον, οι μηχανισμοί που εξασφαλίζουν τη σταθερότητα του γενετικού υλικού κατανοούνται ως αποτέλεσμα φυσικής επιλογής.

Εξ αυτών έπεται ότι κατά τον ίδιο τρόπο μπορούν να κατανοηθούν ως αποτέλεσμα φυσικής επιλογής οι μηχανισμοί που εξασφαλίζουν την παραγωγή ποικιλομορφίας στην οποία θα δράσει και πάλι η φυσική επιλογή. Γενικότερα η θέση που υποστηρίζει την ύπαρξη επιλεγμένων μηχανισμών για τη παραγωγή ποικιλότητας μπορεί να θεωρηθεί ως εύλογη μέσα σε ένα πλαίσιο μιας εξελικτικής προσέγγισης των βιολογικών φαινομένων. Θα ήταν αξιοπερίεργο αν δεν είχε εξελιχθεί ένα σύστημα που να στοχεύει στην παραγωγή ποικιλότητας μέσα στα τέσσερα δισεκατομμύρια χρόνια που η ζωή έχει εμφανιστεί, επισημαίνει χαρακτηριστικά η Jablonka (2001).

Η εξήγηση της παρουσίας κατάλληλων ειδικών μηχανισμών για την παραγωγή νέας ποικιλότητας όπως και μηχανισμών για τη μεταβίβαση μη γενετικής πληροφορίας γίνεται στη βάση της φυσικής επιλογής κατά τον ίδιο τρόπο που εξηγούνται τα χαρακτηριστικά των οργανισμών ως πολύπλοκες προσαρμογές. Η εξήγηση ενός χαρακτηριστικού ως προσαρμογής εμφανίζει τελεολογικό χαρακτήρα γιατί είναι κάποιο από τα αποτελέσματα του χαρακτηριστικού και συγκεκριμένα η χρησιμότητά του ή η συνεισφορά του στην επιβίωση του ατόμου που εξηγεί γιατί το χαρακτηριστικό υπάρχει. Με την επίκληση όμως του μηχανισμού της φυσικής επιλογής γίνεται ένα βήμα που εξασφαλίζει την χρονική διαδοχή αιτίας και αποτελέσματος η οποία παρουσιάζεται αντίστροφη στην τελεολογική εξήγηση και δίνεται η δυνατότητα εξήγησης των χαρακτηριστικών ως προσαρμογών χωρίς την

ανάγκη επίκλησης εσωτερικών ή εξωτερικών τελεολογικών ή θεικών δυνάμεων. Αν και η έννοια της επιλογής παραπέμπει σε μια συνειδητή, ενεργό δύναμη η οποία αξιολογεί ή προτιμά κάποιο χαρακτηριστικό έναντι άλλων, η έννοια μεταφερόμενη στην εξελικτική θεωρία χρησιμοποιήθηκε για να υποδηλώσει μια καθαρά αιτιακή σχέση η οποία διαμορφώνεται μεταξύ οργανισμού και περιβάλλοντος και η οποία εξηγεί την πολυπλοκότητα των προσαρμογών. Κατά ανάλογο τρόπο με την επίκληση της φυσικής επιλογής εξασφαλίζεται μια επιστημονική εξήγηση των μηχανισμών οι οποίοι υπόκεινται της παραγωγής προσαρμοστικών κληρονομούμενων αλλαγών απαλλαγμένη τελεολογικών λαμαρκιανών χαρακτηριστικών.

Όπως προκύπτει από τα προαναφερθέντα οι νέες ανακαλύψεις τόσο της Μοριακής Βιολογίας όσο και άλλων ερευνητικών πεδίων όχι μόνο δεν αμφισβητούν την εξηγητική σημασία της φυσικής επιλογής αλλά απεναντίας λόγω των νέων εξηγητικών αναγκών το εξηγητικό εύρος της φυσικής επιλογής επεκτείνεται. Η φυσική επιλογή δεν εξηγεί μόνο την παρουσία πολύπλοκων προσαρμοστικών χαρακτηριστικών αλλά και την ύπαρξη μηχανισμών μεταβίβασης πληροφορίας και παραγωγής της νέας ποικιλότητας.

Όμως η σύγχρονη Εξελικτική Θεωρία έρχεται πράγματι αντιμέτωπη με μια νέα εξηγητική πρόκληση η οποία προκύπτει από την ανακάλυψη μηχανισμών που καθοδηγούν την παραγωγή της νέας ποικιλότητας στην οποία δρα η φυσική επιλογή. Η ύπαρξη αυτών των μηχανισμών αφορά στην ικανότητα των οργανισμών να εξελίσσονται και άρα σημαίνει εξέλιξη εξελικτικών κανόνων στους οργανισμούς.<sup>6</sup> Αυτοί οι εξελικτικοί κανόνες κατανοούνται ως αποτέλεσμα επιλογής αλλά όταν εμφανιστούν λειτουργούν όχι μόνο περιορίζοντας αλλά και τροχοδρομώντας<sup>7</sup> την ίδια την εξέλιξη. Έτσι δεν λειτουργούν απλά όπως οι αναπτυξιακοί περιορισμοί που ορίζουν το χώρο του δυνατού για την εξελικτική αλλαγή αλλά καθορίζουν την ίδια την δυναμική της εξελικτικής αλλαγής. Εάν όμως αποδεχθούμε τη θέση περί εξελικτικών κανόνων που καθορίζουν τη δυναμική της ίδιας της εξελικτικής διαδικασίας, τότε θέτουμε υπό αμφισβήτηση την παγιωμένη κατανόηση του οργανισμού ως παθητικού αντικειμένου στο οποίο δρουν εξωτερικές περιβαλ-

6. Η ικανότητα για εξέλιξη των οργανισμών εξαρτάται από τη διαθέσιμη νέα ποικιλότητα. Αν η παραγωγή νέας ποικιλότητας ελέγχεται και κατευθύνεται από μηχανισμούς τότε ελέγχεται και κατευθύνεται η ίδια η εξελισσιμότητα των οργανισμών “Η εξελισσιμότητα (evolvability) αναφέρεται στην ικανότητα παραγωγής κάθε είδους κληρονομούμενης φαινοτυπικής ποικιλότητας στην οποία μπορεί να δράσει η επιλογή. Μπορεί να στηρίζεται είτε σε μεταλλαξογόνα γονίδια είτε σε δίκτυα ανωτέρου επιπέδου γενετικά ή επιγενετικά.” (Keller 2000 :39).

7. Με τον όρο τροχοδρόμηση μεταφράζεται ο αγγλικός όρος canalization.

λοντικές δυνάμεις και εσωτερικοί γενετικοί παράγοντες. Στο φως των νέων δεδομένων ο οργανισμός μπορεί να κατανοηθεί ως ενεργό υποκείμενο –ως κινητήριος παράγων της ίδιας της εξέλιξής του– χωρίς όμως την ανάγκη επίκλησης εγγενών τάσεων ή τελεολογικών δυνάμεων για την εξήγηση αυτής της ικανότητάς του για εξέλιξη.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Benchmarks for Science Literacy (AAAS) <http://www.aaas.org/>
- Γληνός Δ.Α.(1994), *Βιολογική επιστήμη και κοινωνία*, Ίδρυμα Γληνού.
- Day, R. Laland, K. Odling - Smees J. (2003), Rethinking Adaptation the niche construction perspective, *Perspectives in Biology and Medicine*, 46(1): 80-95. Johns Hopkins University Press.
- Fogle, T. (2000), The Dissolution of Protein Coding Genes in Molecular Biology, Beurton, P. Falk, R. et al. *The Concept of Gene in Development and Evolution*, 3-25. Cambridge University Press
- Godfrey Smith, P. (2000), Explanatory Symmetries, Performation, and Developmental Systems Theory. *Philosophy of Science*, 67 (Proceedings): S322-331.
- Gray, R. (1992), Death of the Gene: Developmental Systems Strike Back, in Griffiths, P. (ed) *Trees of Life*, 165-210. Kluwer Academic Press.
- Griffiths, P. and Gray, R. (1994), Developmental Systems and Evolutionary Explanation. Republished in Hull, D. and Ruse, M.(eds) *The Philosophy of Biology* (1998),117-145. Oxford University Press.
- Jablonka, E. (2001), The Systems of Inheritance, Oyama, S. Griffiths, P. Gray, R. (eds) *Cycles of Contingency*, 99-116. MIT Press.
- Jablonka, E. Lamb, M. Avital, E. (1998), “Lamarckian” mechanisms in darwinian evolution. *Trends in Ecology and Evolution* 13:206-210. Elsevier Science Ltd.
- Keller, E. F. (2000), *The Century of the Gene*. Harvard University Press.
- Kitcher, P.(1992), Gene: Current Usages, Keller, E.F. and Lloyd, E.A. (eds) *Keywords in Evolutionary Biology*,128-131. Harvard University Press.
- Κριμπάς Κ.(1998), *Εκτείνοντας τον Δαρβινισμό και άλλα δοκίμια*, εκδ. Νεφέλη.
- Lewontin, R. (1978), Προσαρμογή, *Δευκαλίων* 23/24: 462-489.
- Lewontin, R. (1983), Gene, Organism and Environment. Republished in Oyama, S. Griffiths, P. Gray, R (eds), *Cycles of Contingency* (2001), 59-66. MIT Press.



- Lewontin, R. (1991), *Biology as Ideology*. New York Harper.
- Lewontin, R. (2002), *Δεν είναι απαραίτητα έτσι*, εκδ. Κάτοπτρο
- Lewontin, R. (2000), *The Triple Helix*, Harvard University Press
- Lewontin R. & Levins (2002), “*Stephen Jay Gould: What does it mean to be a radical?*”, *Monthly Review* 24(6).
- Mayr, E. (2001), *Ο Δαρβίνος και η γένεση της σύγχρονης εξελικτικής σκέψης*, εκδ. Σύναμμα.
- Mayr, E. (2002), *Αυτή είναι η Βιολογία*, εκδ. Κάτοπτρο.
- Maynard Smith, J. (1982) *Η Θεωρία της Εξέλιξης*, εκδ. Άλμπατρος.
- Maynard Smith, J. (1995) *Προβλήματα της Βιολογίας*, εκδ. Σύναμμα.
- Newmann – Held, E. M. (1998), *The Gene is Dead – Long Live the Gene*. P. Koslowski (ed) *Sociobiology and Economics*, 105-137. Berlin: Springer – Verlag.
- Oyama, S. (2000), second edition. *The Ontogeny of Information*. Duke University Press.
- Segestråle U. (2003), Stephen Jay Gould: Intuitive Marxist and Biologist of Freedom, *Rethinking Marxism* vol. 15 (4), 465-477.
- Shapiro, J. (2000), Transposable elements as the key to 21st century view of evolution. *Genetica* 107:171-179. Kluwer Academic Press.
- Sterelny, K. and Griffiths, P. (1999), *Sex and Death*, The University of Chicago Press.

