

Η συμβολή των Φυσικών Επιστημών στον Ευρωπαϊκό Διαφωτισμό -από τις αρχαιοελληνικές ρίζες στην ηρωική εποχή του 19ου αιώνα και ο σύγχρονος ιδεολογικός και κοινωνικός τους αντίκτυπος

ΣΠΥΡΟΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ, Καθηγητής Γεωλογίας, Κοσμήτωρ της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης
Email: pavlidis@geo.auth.gr

Η οικονομική και κοινωνική βάση της επιστήμης.

Στο άρθρο αυτό γίνεται μια προσπάθεια για να καταδειχθεί εξελικτικά η μεγάλη θεωρητική πορεία των ιδεών για την κατανόηση της δομής και της λειτουργίας της Φύσης, το ξεκίνημα (I) και τα πρώτα βήματα αυτής της θαυμαστής πορείας της ανθρώπινης σκέψης. Η θεωρητική όμως αυτή αναζήτηση είχε τις ρίζες της ως επιστήμη στις ανάγκες που δημιούργησε μια μεγάλη επανάσταση της ανθρωπότητας, η βιομηχανική επανάσταση στα τέλη του 18ου και τις αρχές του 19ου αιώνα. Η τεχνολογική επανάσταση του 20ου αιώνα, που συνεχίζεται και σήμερα, επιτάχυνε αυτές τις διαδικασίες. Ο 20ος αιώνας άλλαξε ριζικά την επιστημονική και κατά συνέπεια την ανθρώπινη σκέψη, όσο και αν γίνονται προσπάθειες επιστροφής σε παλιότερες αντιλήψεις, όπως για παράδειγμα ψευδο-επιστημονικές θεωρίες του «Δημιουργισμού». Στα τελευταία 150-250 χρόνια άλλαξε ριζικά το φυσικοεπιστημονικό κοσμοείδωλο, το «επιστημονικό παράδειγμα» ή «μοντέλο» στο επίπεδο της πνευματικής παραγωγής. Η αλλαγή αυτή εκφράσθηκε στη φιλοσοφία, τις ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες, τη λογοτεχνία και την τέχνη. Η τεχνολογική αλλαγή είχε ως συνέπεια να αλλάξει ριζικά και η σχέση του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον. Ζούμε πια σε ένα τεχνητό περιβάλλον.

Σκοπός της γρήγορης αυτής ιστορικής αναδρομής όπως περιγράφεται στις παραπομπές (II και III) δεν είναι να παρουσιαστεί αναλυτικά η ιστορική εξέλιξη των Φυσιογνωστικών Επιστημών (Γεωλογία και Βιολογία). Απλώς παρατίθενται επιλεκτικά μερικοί σημαντικοί σταθμοί και απόψεις ερευνητών, για να καταδειχθεί η βαθμιαία οικοδόμηση της επιστημονικής σκέψης για την ερμηνεία πολλών φυσικών φαινομένων και διεργασιών του περιβάλλοντος κόσμου μας. Το άρθρο αυτό επιδιώκει να δείξει την εντυπωσιακή και ρωμαλέα ανάπτυξη της ανθρώπινης επιστημονικής σκέψης στις επίσης μεταβαλλόμενες συνθήκες της κοινωνίας κυρίως του 19ου αιώνα. Προσπαθεί να δείξει τη σταδιακή, μακρά και δαιδαλώδη πορεία της αναζήτησης ερμηνειών για τα φαινόμενα του κόσμου, ενός κόσμου κινητικού, πολύπλοκου, μεταβαλλόμενου και διαρκώς εξελισσόμενου. Οι αντιλήψεις γι' αυτόν ήταν εγκλωβισμένες για μεγάλα χρονικά διαστήματα σε ιδεολογικές θέσεις και απόψεις για μια μοναδική δημιουργία και σταθερότητα. Σημαντική είναι η συμβολή της κλασικής αρχαιότητας και η μεταπήδηση της σκέψης της στο 18ο και το 19ο αιώνα, που αποτελεί τη μεγάλη γέφυρα της ανάπτυξης της σύγχρονης επιστήμης. Γιατί από το τέλος της αρχαιότητας μέχρι την αναγέννηση δεν εί-

χαμε ουσιαστικά αντίστοιχους προβληματισμούς για τη φύση; Είναι πραγματικά ένα πρόβλημα που εξετάζεται στο πλαίσιο της ιστορίας και της κοινωνιολογίας. Η απάντηση ίσως να βρίσκεται στον τρόπο παραγωγής και στο πρότυπο διαβίωσης που κυριαρχούσε στην Ευρώπη. Ένας κατά βάση αγροτικός τρόπος ζωής, χωρίς ουσιαστικές αλλαγές, σχεδόν αμετάβλητος για πολλές εκατονταετίες, με τις παγιωμένες ιδεολογίες του, τις ιεραρχίες του και το αυστηρό θρησκευτικό πλαίσιο, που δεν επέτρεπε αμφισβητήσεις. Το όριο προ- και μετά- τον 19ο αιώνα χωρίζει πλέον την ανθρώπινη ιστορία σε δύο περιόδους, την προ-επιστημονική και τη μετα-επιστημονική. Στην πρώτη περίοδο ο άνθρωπος διαβίωνε σε έναν κόσμο όπου το περιβάλλον είχε διαμορφώσει το είδος του, όπου αυτός και οι αισθήσεις του προσαρμόστηκαν στα πολλά και πολυποίκιλα περιβάλλοντα και με τις εμπειρίες του προσπαθούσε να καταλάβει και να ερμηνεύσει τον κόσμο μέσα στον οποίο ζούσε. Στη δεύτερη περίοδο μπήκε σε μια εντελώς διαφορετική εποχή, όπου κυριαρχεί η διανόηση, η κατανόηση και ανάπτυξη αφηρημένων εννοιών, η επιστήμη και η τεχνολογία.. Για τη νέα αυτή κατάσταση ο άνθρωπος δεν ήταν προετοιμασμένος και ως κοινωνία δεν μπορεί να προσαρμοστεί ακόμη.

Η επανεξέταση της ιστορικής πορείας της επιστήμης δεν είναι μόνο μια νοσταλγία για τις μεγάλες της στιγμές και τις πρωτοπόρες συλλήψεις. Μια αναδρομή συνεισφέρει κυρίως στην κατανόηση του επιστημονικού επιπέδου της σύγχρονης εποχής. Από την αναψηλάφηση της ιστορίας της επιστήμης μπορούμε να αντλήσουμε συμπεράσματα για σύγχρονα προβλήματα, να βρούμε παραδείγματα που μπορούν να επανεξεταστούν με το σημερινό επίπεδο των γνώσεων και γενικά να διακρίνουμε μορφές αξιών και τρόπους σκέψης χρήσιμους για το σήμερα και το αύριο. Σχολιάζοντας το παρελθόν κατανοούμε καλύτερα το παρόν και σχεδιάζουμε το μέλλον. Η ιστορία γενικά, μυθοποιημένη ή όχι, επενεργεί στο παρόν.

Στην ιστορική ανασκόπηση των επιστημών ακολουθούμε λίγο ή πολύ το γνωστό δρόμο της παράθεσης σημαντικών ερευνητών και θεμελιωδών ανακαλύψεων. Τα πανεπιστημιακά εγχειρίδια και πολλά σοβαρά επιστημονικά ή εκλαϊκευμένα βιβλία ακολουθούν αυτό τον τρόπο παρουσίασης επιστημονικών επιτευγμάτων ασύνδετα από το κοινωνικό και οικονομικό περιβάλλον μέσα από το οποίο αναδύθηκαν. Μια πραγματική ιστορική ανάλυση της πορείας των επιστημών πρέπει να καταπιάνεται πρώτα με τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες και το ιδεολογικό πλαίσιο που δημιούργησαν αυτά τα επιτεύγματα. Είναι θεμελιώδες να αναλύει την ανάγκη και τη σκοπιμότητα που γέννησαν θρησκευτικά δόγματα, επιστημονικά πρότυπα και θεωρίες. Διαφορετικά, η ιστορική διαδρομή της επιστήμης είναι ελλιπής, ασύνδετη με την κοινωνική πραγματικότητα και ίσως παραπλανητική. Επίσης, η αναφορά μόνο των ονομάτων, των απόψεων και των επιτευγμάτων των σημαντικότερων επιστημόνων δεν βοηθάει στην πλήρη κατανόηση των διεργασιών της οικοδόμησης και εξέλιξης της επιστημονικής σκέψης. Μόνοι τους και απομονωμένοι έχτισαν αυτοί οι οξυδερκείς, επίμονοι και επίπονοι άνθρωποι το επιστημονικό οικοδόμημα; Μόνοι τους, αναρωτιέται ο Μπρεχτ σε ένα ποίημα του, έκαναν οι βασιλιάδες τους πολέμους όπως τους καταγράφουν τα εγχειρίδια της ιστορίας; Μόνοι τους έχτισαν οι καρδινάλιοι καθεδρικούς ναούς ή οι άρχοντες κάστρα; Ποιος δημιούργησε την οικονομική βάση για να χτιστούν; Οι έμποροι, οι ναυτικοί, οι εργάτες; οι τυχοδιώκτες; οι κυβερνήτες; Ποιοι ήταν οι σύμβουλοι, οι

αρχιτεχνίτες, οι χειρώνακτες; οι νεροκουβαλητές και οι αγωγιάτες, οι αφανείς μανάδες που τους γέννησαν και τους ανέθρεψαν; Αντίστοιχα για την επιστήμη, ποιος δημιούργησε το οικονομικό πλεόνασμα για να δημιουργηθούν σχολές και εργαστήρια, ώστε να μπορέσουν κάποιοι να αφοσιωθούν στην έρευνά τους; Ποιά οικονομική και κοινωνική ανάγκη τα δημιούργησε; Πώς και από ποιους επηρεάστηκαν οι προβεβλημένοι επιστήμονες, και γιατί; Τι ρόλο έπαιξαν το οικογενειακό και κοινωνικό τους περιβάλλον, οι δάσκαλοι τους; Πόσοι άλλοι αφανείς μελετητές συνεισέφεραν στο οικοδόμημα της επιστήμης, και σε ποιο βαθμό το επηρέασαν; Ποια τεχνολογικά μέσα διέθετε η εποχή τους για τα πειράματά τους και ποιους περιορισμούς τους έθετε; πόσοι εργάτες κρύβονται πίσω από το μεγάλο οικοδόμημα της τεχνολογίας κάθε εποχής; Ποια δίψα κέρδους έστειλε τους λίγους φυσιοδίφες, γεωγράφους μαζί με τα καράβια των εντυπωσιακών ανακαλύψεων και των αποικιακών κατακτήσεων από τον 16ο και μέχρι την ηρωική εποχή του 19ου αιώνα; Δεν στηρίχθηκαν οι μεγάλοι αυτοί επιστήμονες στη δουλειά και την επίπονη εργασία αφανών συνεργατών, καθηγητών που τους μόρφωσαν, γονέων και φίλων που τους στήριζαν, υπηρετών που τους φρόντιζαν, αντιπάλων που με την καλόπιστη ή κακόπιστη κριτική τους βοηθούσαν; έζησαν σε κοινωνίες με αντιλήψεις που τους περιόριζαν και τους καταπίεζαν ή σε επαναστατικές περιόδους που τους απελευθέρωναν; Πόση δουλειά άγνωστων επιστημόνων, πόσες μικρές αλλαγές επέδρασαν και βοήθησαν μέχρι να γεννηθεί μια καινούρια θεωρία και να διατυπωθεί μια πρωτότυπη άποψη;

Οι προβεβλημένοι επιστήμονες, που συνήθως μόνο αυτούς αναφέρουμε στην εξιστόρηση της επιστήμης, αποτελούν τις κορυφές των πυραμίδων του επιστημονικού οικοδομήματος. Ένα τυπικό παράδειγμα είναι εκείνο του Δαρβίνου, του ανθρώπου που παρουσίασε την πιο συστηματική και ολοκληρωμένη εργασία για την εξέλιξη της ζωής. Βρήκε ένα στέρεο οικονομικό, κοινωνικό και επιστημονικό υπόβαθρο και ώριμες κοινωνικές συνθήκες για να λειτουργήσει η δική του ευφυΐα, εργατικότητα και μεθοδικότητα. Όμως χωρίς την οικονομική αστική άνεση απαλλαγμένος από πολλά βιοποριστικά προβλήματα, χωρίς τη στήριξη και την προτροπή του Καθηγητή και φίλου του Ch.Lyell, δεν θα τολμούσε να κάνει την πρώτη ανακοίνωση. Χωρίς το πρώτο βήμα του Wallace, ο οποίος έστειλε στην επιστημονική εταιρεία «Λινναίος» του Λονδίνου (1858) την πρώτη ανακοίνωση και πρωτοπόρα εργασία για την εξέλιξη των ειδών, ίσως να καθυστερούσε να διατυπώσει τις απόψεις του ή δεν θα τολμούσε ποτέ να τις δημοσιοποιήσει. Χωρίς την παράλληλη ανάπτυξη της γεωλογίας από τον Lyell και τον Hutton η θεωρία του θα ήταν ελλιπέστατη. Τα πρώτα σπέρματα των ιδεών της εξέλιξης από τον παππού του Έρασμο σαφώς του έδωσαν το πρώτο στέρεο σκαλί για να πατήσει, η μαχητικότητα του Hilaire και οι αντίθετες απόψεις του Cuvier ή οι λαθεμένες απόψεις του Lamarck ήταν η μεγάλη πρόκληση γι' αυτόν. Τέλος, η ιστορική περίοδος με τα ποντοπόρα πλοία των μεγάλων εξερευνησεων της πρώτης ναυτικής δύναμης του κόσμου, της Μεγάλης Βρετανίας, και η τύχη κυριολεκτικά να συμμετάσχει σε μια μακροχρόνια επιστημονική αποστολή με το πλοίο Beagle, του έδωσαν τη δυνατότητα να κάνει συστηματικές παρατηρήσεις σε όλο τον κόσμο, διαφορετικά θα παρέμενε ένας απλός και άγνωστος εφημέριος στην ενορία του.

Η μελέτη και η ερμηνεία της φύσης έγινε διαχρονικά μέσα από το μύθο, τη θρησκευτική αντίληψη, τη φιλοσοφία, τη δογματική ενιαία μετα-αριστοτελική «επιστήμη» και την κατακερματισμένη σε κλάδους και εξειδικεύσεις σύγχρονη επιστήμη. Η πορεία αυτή περιλάμβανε συγκρούσεις, ρήξεις, απώλειες, αλλά και σημαντικά κέρδη. Η μαγεία του μύθου χάθηκε στα μονοπάτια της ορθολογικότερης αναζήτησης της φιλοσοφίας. Ήταν όμως μια απαραίτητη ρήξη για να μπορέσει να ελευθερωθεί και να προχωρήσει η ανθρώπινη σκέψη. Η ολιστική αντίληψη της φιλοσοφίας για τη φύση χάθηκε επίσης στη κατακερματισμένη βικτωριανή επιστήμη του τέλους του 19ου αιώνα σε βασικές επιστήμες σπουδής της φύσης, όπως η κοσμογραφία, η φυσική, η χημεία, η γεωλογία και η βιολογία, και σχεδόν εξαφανίστηκε στην τεχνοκρατική αντίληψη της εξειδίκευσης και υπερεξειδίκευσης του 20ου αιώνα. Πολλοί τεχνοκράτες σύγχρονοι επιστήμονες, άριστοι στην ειδικότητά τους, δεν χρησιμοποιούν στο λεξιλόγιό τους τη λέξη φιλοσοφία, θεωρώντας τη φιλοσοφία εκτός της σύγχρονης επιστημονικής σκέψης, πέρα από τη λογική πείραμα-απόδειξη, ως λειτουργία διαισθήσεων και διάτυπωση αναπόδεικτων ερμηνειών. Αντίθετα, στα πρώτα βήματα της σύγχρονης επιστήμης συνηθισμένα ήταν τα επιστημονικά συγγράμματα με τίτλους «Φυσική Φιλοσοφία», όπως για παράδειγμα οι «Φιλοσοφικές Ερωτήσεις» του Νεύτωνα («*Questiones Philosophicae*» -1664), η «*Institutiones Philosophiae Experimentalis*» του φυσικομαθηματικού Βολφ (Christian Wolf 1675-1754), η «*Philosophia Botanica*» (1747) του Κάρολου Λινναίου και η «*Philosophie Zoologique*» (1809) του Λαμάρκ. Αν γραφόταν σήμερα ένα βιβλίο για την ολότητα της Γης, με το πνεύμα εκείνης της εποχής, θα μπορούσε να έχει τον τίτλο: *Philosophia Naturalis Terrae*.

Από το σημερινό επιστημονικό κόσμο των θετικών επιστημών (Sciences) και κυρίως των τεχνοκρατών, φαίνεται να έχει εξοστρακιστεί η λέξη «φιλοσοφία». Όσοι όμως προσπαθούν με την εξειδικευμένη έρευνά τους να εμβαθύνουν στην ουσία της φύσης, μοιραία κινούνται σε φιλοσοφικούς χώρους. Το 1926 ο μεγάλος φυσικός Χάιζενμπεργκ (Werner Karl Heisenberg 1901-1975) αναρωτιόταν ότι «...είναι απορίας άξιο πόσο συχνά αναδύονται μπροστά μας ιδέες από την κλασική φιλοσοφία, ακόμη και αν μελετάμε κβαντομηχανική». Ο ίδιος καταπιάστηκε με φιλοσοφικά προβλήματα από τη σκοπιά της μικροφυσικής και ιδιαίτερα με το μεγάλο πρόβλημα της κλασικής φιλοσοφίας του μέρους και του όλου. Ο φιλόσοφος Μπερξόν (Henri Bergson 1859 -1941), εκπρόσωπος του μοντερνισμού, επιμένει ότι για την κατανόηση του κόσμου και την προσέγγιση της αλήθειας δεν φτάνει μόνο η επιστήμη, πρέπει να επεκτείνεται η προσπάθειά μας και στη φιλοσοφία. Η τυχόν χρησιμοποίηση του όρου «φιλοσοφία» με τη σύγχρονη έννοιά της σε επιστημονικά συγγράμματα ή άρθρα θα προκαλούσε δυσπιστία τόσο στον επιστημονικό κόσμο, όσο και στους φιλοσόφους. Και όμως ένα χρέος πρέπει να βαραινεί κάθε ολοκληρωμένο επιστήμονα. Περισσότερο από κάθε άλλη φορά σήμερα, στην εποχή της γνώσης και της πληροφορίας, ο επιστήμονας πρέπει να στοχάζεται πάνω στην ειδικότητά του, αλλά και πέραν αυτής, για τις νέες ιδέες που απορρέουν από την επιστήμη του, για παλιά και νέα προβλήματα που απασχολούν την ανθρώπινη σκέψη. Τις νέες επιστημονικές γνώσεις και τους προβληματισμούς θα τις κρίνει ως σημαντικές ο ίδιος ο επιστήμονας για να τις μεταβιβάσει στο σύγχρονο σκεπτόμενο άνθρωπο. Εμπλουτισμός μόνο με αξιόλογες τεχνικές γνώσεις του κλάδου του, είναι το ζητούμενο και ο ασφαλής δρόμος ανάπτυξης της επιστήμης, αλλά μόνο αυτές δεν αρκούν στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης

έννοιας της επιστήμης. Απαιτούνται απαντήσεις σε θεμελιώδη ερωτήματα που απασχολούσαν ανέκαθεν την ανθρωπότητα. Χρειάζονται πάντα νέοι προβληματισμοί πάνω στα διαρκώς ανανεωνόμενα συμπεράσματα της επιστήμης μέχρι τα όριά τους, ώστε να αποκαλύπτεται η πλήρης και ουσιαστική σημασία τους.

Η επιστημονική εξειδίκευση για την κατανόηση της φύσης ήταν και είναι απαραίτητη, κυρίως για να υπηρετήσει την τεχνολογία και τις οικονομικές και κοινωνικές ανάγκες, αλλά εξίσου αναγκαία είναι η φιλοσοφική ολιστική αντίληψη για την ουσιαστική αναζήτηση. Το πρόβλημα, αν η μελέτη της φύσης είναι αυτοσκοπός ή στοχεύει στην πρακτική χρησιμότητα, τέθηκε επίσης νωρίς και αποτέλεσε αντικείμενο διχογνωμιών.

Τη Γη τη μελετά στη λεπτομέρειά της η σύγχρονη επιστήμη για περισσότερο από 200 χρόνια, αλλά μόλις πρόσφατα δόθηκε η δυνατότητα να τη δούμε από το διάστημα συνολικά, χωρίς τις λεπτομέρειές της. Αυτό μας έκανε να ξανασκεφτούμε και με τα νέα επιστημονικά δεδομένα πλέον να την επανεκτιμήσουμε ως σύνολο, παραλείποντας τις λεπτομέρειες. Η ομορφιά του συνόλου είναι η ουσία της επιστήμης, της τέχνης και της φιλοσοφίας.

Τα σημερινά επίπεδα της γνώσης, ο όγκος των πληροφοριών, τα απύθμενα βάθη των επιστημονικών εξειδικεύσεων δεν επιτρέπουν σε κανέναν εγκέφαλο, όσο ευφυής και αν είναι, να συνθέσει τις επιμέρους γνώσεις, να ξεχωρίσει τις αντιφάσεις τους και να απορρίψει τις πλάνες τους. Στις σημερινές συνθήκες η επιστημονική γνώση διπλασιάζεται κάθε χρόνο. Δεν μπορεί, νομίζω, σήμερα να γεννηθεί ένας νέος Αριστοτέλης και να πραγματοποιήσει, μαζί με τους πολλούς συνεργάτες του, τη μεγάλη σύνθεση των γνώσεων και να τις ερμηνεύσει. Η εποχή μας δεν είναι κατάλληλη για να δώσει χώρο σε έναν άλλο Leonardo da Vinci που να κινείται με την ίδια άνεση και επιτυχία στη ζωγραφική, τη γλυπτική, την αρχιτεκτονική, τη μηχανική, τη γεωλογία, την παρατήρηση, τη φιλοσοφία, το λόγο. Όποιος θα αποτολμούσε κάτι ανάλογο, θα είχε εξασφαλισμένη την αποτυχία. Γι' αυτό ίσως ο σύγχρονος άνθρωπος έχει εναποθέσει πολλές ελπίδες στη βοήθεια των ραγδαία βελτιούμενων «υπολογιστικών του μηχανών». Ελπίζει πολύ στη μεγάλη επιστημονική-κοινωνική επανάσταση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των διαχειριζόμενων πληροφοριών που ήδη ζει η γενιά μας, την ιστορία και τη σημασία της οποίας θα μελετήσουν και θα κατανοήσουν καλύτερα οι επόμενες γενιές. Ελπίζουμε λοιπόν σε συμμάχους μηχανές που θα βελτιώνονται συνεχώς, ώστε να κάνουν γρήγορα και σωστά τους απαραίτητους και πολύπλοκους υπολογισμούς της έρευνάς μας, αλλά κυρίως θα ταξινομούν τις γνώσεις μας, για να μπορούμε εμείς με τη σειρά μας και με τις δικές μας πλέον εγκεφαλικές ικανότητες να τις αξιολογούμε και να κάνουμε τις τελικές συνθέσεις.

Βρισκόμαστε χρονικά στο ξεκίνημα της ηλεκτρονικής επανάστασης, της πληροφορικής. Σήμερα, ίσως περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη «στιγμή» της ιστορικής μας εξέλιξης, αντιλαμβανόμαστε ότι μέσα από την αυξανόμενη γνώση μας, σε πλάτος και σε βάθος, κατανοούμε ότι διαθέτουμε μάλλον περιορισμένη αντίληψη των πραγμάτων και των φαινομένων. Ανακαλύπτουμε ξανά το σωκρατικό «εν οίδα ότι ουδέν οίδα», όχι με την κατά λέξη στενή μετάφραση του «... τίποτα δεν γνωρίζω...», αλλά με την ευρύτερη έννοια ότι με

την αποκτηθείσα γνώση κατανοούμε καλύτερα την άγνοιά μας για πολλά πράγματα, την μικρότητά μας, τα όρια και τις δυνατότητές μας. Αντίστοιχη σκέψη διατύπωσε ο Δημόκριτος, όταν εξέφραζε την άποψη, ότι την πραγματικότητα δεν την γνωρίζουμε, γιατί η αλήθεια είναι βαθιά κρυμμένη, «έτη δε ουδέν ίδμεν, εν βυθώ γαρ η αλήθεια...» και άρα δύσκολα προσεγγίζεται. Ανάλογη είναι η σοφή φράση του Πολωνού Αστρονόμου Κοπέρνικου (Nikolaus Copernicus 1473-1543): «To know that we know what we know, and to know that we do not know what we do not know, that is true knowledge», δηλαδή το να αντιλαμβανόμαστε αυτό που γνωρίζουμε, καθώς επίσης να έχουμε ακριβή αντίληψη ότι δεν γνωρίζουμε αυτό που δεν γνωρίζουμε, αυτό είναι πραγματική γνώση. Πιο ποιητικά ο γιατρός, φιλόσοφος και γεωλόγος του 17ου αιώνα Στένο (N. Steno 1638-1686) σημειώνει «Beautiful is what we see, more beautiful is what we understand, most beautiful is what we do not comprehend», ωραίο (όμορφο, θαυμάσιο) είναι κάτι που βλέπουμε, πιο ωραίο είναι εκείνο που καταλαβαίνουμε, ενώ πολύ πιο ωραίο είναι εκείνο που δεν κατανοούμε.

Διατρέχοντας την ιστορία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα της Γεωλογίας και της Βιολογίας, (II και III), που συστηματικά μελετούν τη Φύση και ειδικότερα τη Γη, τη Ζωή και την πολυπλοκότητα τους, μπορούν να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα που να στηρίζουν τα παραπάνω.

Επίλογος,

Η επιστήμη είναι ατελής, είναι μια διαρκής αναζήτηση, είναι μια απόπειρα ερμηνείας των φαινομένων. Προσπαθεί να περιγράψει και να κατανοήσει την πραγματικότητα, την αλήθεια των πραγμάτων, κι αυτή είναι η ομορφιά της. Μέχρι σήμερα έχει διανύσει αρκετό δρόμο και φαίνεται ότι θα διανύσει πολύ ακόμη, αν συνεχίσει την ίδια ανοδική πορεία, αν και τίποτα δεν είναι συνεχώς ανοδικό, γραμμικά εξελισσόμενο και διαρκώς αυξανόμενο στη φύση. Η ίδια η επιστήμη και η ιστορία της δείχνουν την επιτάχυνση, αλλά και την επιβράδυνση της ανάπτυξής της, τα άλματα και τους «μεσαίωνες», την πρόοδο, αλλά και τη στασιμότητα. Σίγουρα όμως μας έχει βάλει σε έναν άλλο κόσμο, χωρίς επιστροφή. Από το 19ο και κυρίως από τις αρχές του 20ου αιώνα, με τους ιλιγγιώδεις πλέον ρυθμούς της, άλλαξε ριζικά την επιστημονική και κατά συνέπεια την ανθρώπινη σκέψη, με κοινωνικές συνέπειες. Άλλαξε και αλλάζει συνεχώς το πρότυπο, το κοσμοείδωλο για τη φύση, για τον κόσμο μας και για το ρόλο του ίδιου του ανθρώπου. Η αλλαγή αυτή στο χώρο των ιδεών, καθώς και στο επίπεδο της κοινωνικής ζωής, δεν μπόρεσε να γίνει μέχρι σήμερα αποδεκτή και να συνειδητοποιηθεί σ' ολόκληρη την έκταση και έντασή της. Οι επιστημονικές αλλαγές είναι από μόνες τους ριζοσπαστικές και επαναστατικές.

Η επιστήμη ήδη μας έχει καταστήσει σαφές ότι βρισκόμαστε σε ένα ωκεανό ποικιλομορφίας και πολυπλοκότητας, τον οποίο μόλις τώρα αρχίσαμε να κατανοούμε. Όλα τα φυσικά συστήματα που αντιλαμβανόμαστε

και μελετούμε είναι πολύπλοκα. Την πολυπλοκότητα των οργανισμών και την πολυπλοκότητα του γήινου συστήματος, μόλις τώρα αρχίσαμε να τις προσεγγίζουμε και να τις κατανοούμε. Έχουμε ακόμη μακρύ δρόμο μέχρι να τις καταλάβουμε σε ικανοποιητικό βαθμό και ακόμη μεγαλύτερο μέχρι να τις συνειδητοποιήσουμε ως κοινωνία.

Όλη αυτή η παρακαταθήκη των γνώσεων συνέβαλλε και συμβάλλει στις μικρές ή μεγάλες επιστημονικές επαναστάσεις που κατασκευάζουν το οικοδόμημα της σκέψης μας σήμερα για να κατανοούμε καλύτερα τη Φύση την εξέλιξη της Γης και της Ζωής, τη λειτουργία των γεωπεριβαλλόντων και των οικοσυστημάτων, την ενότητα και κινητικότητα της φύσης, και να συμμετέχουμε στην ευτυχία της γνώσης, την πνευματική ηδονή κατά την αντίληψη του Επίκουρου. Μια γνώση όμως που παραμένει ακόμη ατελής, ως προς το επίπεδο των παρεμβάσεων που έγιναν και θα συνεχίσουν να πραγματοποιούνται στη φύση. Για την ώρα διαφαίνεται ότι οι παρεμβάσεις μας στη Φύση, στα επιμέρους συστήματά της και τα διάφορα περιβάλλοντα είναι σημαντικότερες απ' ό,τι επιτρέπουν οι γνώσεις και οι χειρισμοί μας.

Εκείνο όμως που θα γνωρίζουμε με βεβαιότητα και θα συνειδητοποιούμε συνεχώς είναι ότι ζούμε σε έναν πολύ παλιό πλανήτη με μεγάλη και πολυποίκιλη ιστορία και πολύ μεγάλη «πέιρα». Την πέιρα του αυτή, ή τουλάχιστον ένα μεγάλο μέρος της, θα χρειαστεί ακόμη πολύς χρόνος για να μπορέσουμε να την αντλήσουμε. Μέχρι τότε, ας είμαστε περισσότερο προσεχτικοί.

Επειδή η επιστήμη δεν έχει ορατό τέλος, και το άρθρο αυτό δεν δίνει οριστικές απαντήσεις. Όσο περισσότερα μαθαίνουμε, τόσο πιο πολλά αινίγματα μας δημιουργεί η φύση. «Φύσις κρύπτεσθαι φιλεί», της αρέσει της φύσης να κρύβει τα μυστικά της, σύμφωνα με τον Ηράκλειτο. Τα θέματα που τίγονται εδώ είναι ανοιχτά κεφάλαια, όχι μόνο γιατί μπορούν να συμπληρωθούν και να βελτιωθούν με το σημερινό επίπεδο των γνώσεων, αλλά γιατί θα συμπληρώνονται και θα τροποποιούνται με τις μελλοντικές επιστημονικές κατακτήσεις και ανακαλύψεις. Οι έννοιες όμως της ολότητας της Φύσης, της αέναης κίνησης και της δυναμικής μεταβολής του κόσμου μας, της γεωβιολογικής ενότητας του πλανήτη μας, θα εμπλουτίζονται και θα ενισχύονται.

Επιλεκτική Βιβλιογραφία

- Allegre, C. «Ολίγη επιστήμη για όλους». Εκδόσεις Πόλις. (2004).
- Αξελός, Κ. «Το άνοιγμα της σκέψης». Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα. (2002).
- Αξελός, Κ. «Ο Ηράκλειτος και η φιλοσοφία». Εκδόσεις Εξάντας. (1974).
- Βάρβογλης, Χ. «Ιστορία και Εξέλιξη των Ιδεών στη Φυσική» Εκδόσεις Πλανητάριο (2011).
- Back, P. «How Nature Works: The science of self-organized criticality». Springer-Verlag, New York. (1996).
- Belousov, V. «Essays on the history of Geology». GEON Moscow, 122 pp.
- Bjornerud, M. «Reading the Rocks. The Autobiography of the Earth». Westview. (2005).
- Brown, G. Hawkerwoth, C. Wilson, C. «Understanding Earth». Cambridge University Press, (1992).
- Γλέζος, Μ. , «Η Συνείδηση της Πετραίας γης». Τυπωθήτω – Γ. Δάρδανος, (1997).
- Γλέζος, Μ. «Ο Άνθρωπος και η Φύση». Ενεργοί Πολίτες, (2η έκδοση), Εκδόσεις Διογένης. (2002).
- Crick F. «Περί μορίων και Ανθρώπων». Εκδόσεις Χατζηνικολή. (1977).
- Cox, A., and Hart, R.B. «Plate Tectonics: how it works». Blackwell Sc. Publ. (1986).
- Condie, C., K. «EARTH as an Evolving Planetary System». Elsevier. (2005).
- Δαρβίνος, Κ. «Η καταγωγή του ανθρώπου και η σεξουαλική επιλογή». Τόμος Α' και Τόμος Β'. Εκδόσεις Αναγνωστίδης.
- Επίκουρος. (Κείμενα),. Εκδόσεις Θύραθεν. Θεσσαλονίκη (2000).
- Θεοδορίδης, Χ. «Επίκουρος, Η αληθινή όψη του αρχαίου κόσμου». Εκδόσεις του Κήπου. (1956).
- Καστοριάδης, Κ. «Φιλοσοφία και Επιστήμη». Εκδόσεις Ευρασία. (2003).
- Καστρίτσης, Κ., Δημητριάδης, Β., Σιβροπούλου, Α. «Εισαγωγή στη Βιολογία». Εκδόσεις Αφοι Κυριακίδη. (2005).
- Κονδύλης, Π. «Από τον 20ο στον 21ο αιώνα». Εκδόσεις Θεμέλιο. (1998 β' έκδοση 2000).
- Κονταράτος, Ν.Α. «Η αρχαιοελληνική πρόκληση, Στοχασμός και Πράξη». Εκδόσεις Γκοβόστης. (2004).
- Kuhn, T.S. «Η δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων». The University of Chicago. Εκδόσεις Σύγχρονα Θέματα. (1981).
- Λάμπερτ, Κ. «Η θεωρία της εξέλιξης». Εκδόσεις γερ. Αναγνωστίδη (Μετάφραση 159 σελίδων του 1910).
- Λουκρήτιος. «Για τη Φύση των Πραγμάτων (De Rerum Natura)», Εισαγωγή Μ.Φ. Smith, Μετάφραση Θ. Αντωνιάδης και Ρ. Χαμέτη, Σχόλια Γ. Αβραμίδης. Εκδόσεις Θύραθεν. (2005)
- Lloyd, G. E. R. «Αρχαία ελληνική Επιστήμη, Από το Θαλή ως τον Αριστοτέλη», Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης. (2005).
- Lovelock, J. E. «ΓΑΙΑ, Μια νέα θεώρηση στη ζωή του πλανήτη (GAIA, a new look at life on Earth 1979)». AQUARIUS. (1993).
- Lovelock, J. E., «GAIA, Medicine for an ailing planet». Gaia books. 192pp. 3rd Ed. (2005).
- Lovelock, J. E. and Margulis, L. «Gaia and Geognosy», In Global Ecology: Towards a Science of Biosphere. Rambler M.B. (Ed.), 72-79. (1984).
- Margulis, L. & Sagan, D. «Microcosmos, four billion years of microbial evolution». University of California Press. (1997).
- Lyell, Ch.,. «Principles of geology». Penguin books. (1997).

- Μάρκος, Γ.Α. «Φύση και άνθρωπος στην αρχαία ελληνική φιλοσοφία». Εκδόσεις Leader Books. (2001).
- Margulis, L. «Ο Συμβιωτικός Πλανήτης». Εκδόσεις Κάτοπτρο. (2002).
- Mayr, E. «Η Επιρροή των Ιδεών του Δαρβίνου στον σύγχρονο Τρόπο Σκέψης». Scientific American, 91-97. (Δεκέμβριος 2000)
- Μοδινός, Μ. και Ευθυμιόπουλος, Η. (Επιμελ.) «Η Φύση στην Οικολογία». Στοχαστής/ΔΙΠΕ. (1999).
- Μονό, Ζάκ. «Η τύχη και η αναγκαιότητα». Εκδόσεις ΡΑΠΠΑ. (1971)
- Murphy, G.J. «Ηθική, Εξέλιξη και το νόημα της ζωής». Εκδόσεις Λέξημα. (1997).
- Ντάρβιν, Κ. «Η καταγωγή των ειδών». Εκδόσεις Γκοβότση.
- Ranchenko, D. «Θαλής. Οι απαρχές της θεωρητικής συλλογιστικής και η γένεση της επιστήμης», Εκδόσεις Ευρασία. (2005).
- Rapineau, D. «Φιλοσοφικός Νατουραλισμός, Νους και γνώση στο φυσικό κόσμο». Εκδόσεις Leader Books. (2002).
- Παπαδημητρίου, Ευθ. «Για μια νέα Φιλοσοφία της Φύσης». Εκδόσεις Gutenberg. (1999).
- Παπαδόπουλος, Θ. «Δημόκριτος, Η ζωή, το έργο, το φιλοσοφικό του σύστημα». Εκδόσεις Στοχαστής. (1974).
- Παυλίδης, Β. Σ. «Η Συμβολή της Γεωλογικής Γνώστης στην Εξέλιξη της Ανθρώπινης Σκέψης». Scientific American, Ελληνική έκδοση, Τόμος Α', Τεύχος 10. (1999)
- Παυλίδης Β. Σ. «ΠΑΝ-ΓΑΙΑ, μια διαφορετική διαδρομή στον πλανήτη Γη», Εκδόσεις Leader books. (2007)
- Prenant M. «Δαρβίνος και Δαρβινισμός». Εκδόσεις Μορφή. (1956/1967).
- Russ, J. «Η περιπέτεια της Ευρωπαϊκής σκέψης. Μια ιστορία των ιδεών της Δύσης». Εκδόσεις Τυπωθήτω. (2005).
- Schrodinger, E. «Η Φύση και οι Έλληνες, ο κόσμος και η Φυσική». Εκδόσεις Τραυλός. (1992).
- Σκούρας, Γ. Ζ. «Φιλοσοφία και σύγχρονες τάσεις της Βιολογίας». Εκδόσεις University Studio Press. (2004).
- Sharin, S. «Η επιστημονική επανάσταση». Εκδόσεις Κάτοπτρο. (2003).
- Gaston, J.K. & Spicer, I.J. «Βιοποικιλότητα, μια εισαγωγή» (μετάφραση Χ. Χιντήρογλου-Δ. Βαφείδης). Εκδόσεις University Studio Press. (2002).
- Vegetti, M. «Ιστορία της Αρχαίας Φιλοσοφίας. (Filosofia Antica)». Εκδόσεις Τραυλός. (2000).
- Vernant, J.-P. «Οι απαρχές της ελληνικής σκέψης». Εκδόσεις Ινστιτούτο Βιβλίου-Μ. Καρδαμίτσα. (1992).
- Whitfield, P. «Η εξέλιξη της ζωής». Εκδόσεις Σίρρις. Θεσσαλονίκη. (1993).
- Woolgar, S. «Επιστήμη, η ιδέα καθ' αυτήν». Εκδόσεις Κάτοπτρο. (2003).
- Zebrowski, Jr., E. «Perils of a restless Planet. Scientific Perspectives on Natural Disasters». Cambridge University Press. (1997).

Το ξεκίνημα: οι αρχαιοελληνικές ρίζες

Η γενικότερη ιδέα της «Φύσης» είναι θεμελιώδης στην αρχαία ελληνική φιλοσοφία. Αποτελεί τη δημιουργική βάση της φιλοσοφικής αναζήτησης. «Ηγεμονικότερον απάντων φύσις» σημειώνει ο Ιπποκράτης. Φύση είναι αυτό που αντιλαμβανόμαστε γύρω μας «...το όλον τούτο κόσμο καλούσι» κατά τον Πλάτωνα, αλλά είναι και κάτι παραπάνω από την πραγματικότητα που αντιλαμβάνονται οι αισθήσεις μας, είναι έννοια πολυσήμαντη, είναι αυτό που αναζητά η φιλοσοφία και η επιστήμη πέρα από το φαινομενικό.

Κεντρικό σημείο αναζήτησης της ελληνικής φιλοσοφίας παραμένει η **ουσία της πραγματικότητας**. «Λέγεται φύσις η των φύσει όντων ουσία...» και «...ουσία αρχή τις και αιτία...» κατά τον Αριστοτέλη. «Φύσις αυτάρκης» σύμφωνα με το Δημόκριτο. Η φύση ως πολύπλευρη έννοια και ουσία, περιλαμβάνει μια άλλη σημαντική διάσταση, την **κίνηση και τη μεταβολή**, «...φύσις όθεν η κίνησις...» και το «...πρώτον κινούν...» αποφαίνεται ο Αριστοτέλης. «Η ουσία αναδέχεται τας μεταβολάς πάσας» σύμφωνα με τους Στωϊκούς. Είναι αιώνια: «...ην αεί και έστιν και έσται πυρ αείζων...» δεν δημιουργήθηκε, ήταν πάντα, είναι και θα είναι, κατά τον Ηράκλειτο, «...κόσμον τόνδε ούτε τις θεών ούτε ανθρώπων εποίησεν,.....», αφού κανείς δεν την δημιούργησε. Ο Ευριπίδης την αποκαλεί «αθάνατη φύση». Είναι «...άφθαρευς και μακαρία φύσις...» κατά τον Επίκουρο. Τέλος, η φύση είναι **ολότητα**. Όλα τα φυσικά πράγματα και φαινόμενα νοούνται ως σύνολο, σε όλες τις αποχρώσεις της ελληνικής φιλοσοφίας, είτε συμφωνούν μεταξύ τους είτε είναι διαμετρικά αντίθετες και ανταγωνιστικές. Όλα τα όντα, γεγονότα και φαινόμενα που διέπουν τις σχέσεις τους είναι στενά συνδεδεμένα, αλληλοεξαρτώμενα και αλληλοεπηρεαζόμενα, είναι μια αδιάρρηκτη ενότητα. «Έν πάντα είναι...» κατά τον Ηράκλειτο, ο οποίος πρώτος από τους φυσικούς φιλοσόφους συλλαμβάνει την έννοια της Ενότητας και της Ολότητας. Γενικά, στο ξεκίνημά της η φιλοσοφία με τους Έλληνες και ειδικότερα με το Θαλή ξεκινά με την υπόθεση της θεμελιώδους ενότητας όλων των υλικών πραγμάτων, η οποία βρίσκεται πέρα από τη φαινομενική τους ανομοιότητα. «Τίποτα δεν υπερβαίνει την υπέρτατη φύση...» κατά το σύγχρονο συνεχιστή της ελληνικής φιλοσοφίας Κώστα Αξελό. «Η φύση και η διδαχή παραπλήσιον εστί. Και γαρ η διδαχή μεταρυσμοί τον άνθρωπο, μεταρυσμούσα φυσιοποιεί...» κατά το Δημόκριτο, δηλαδή η φύση και η μάθηση (με το λόγο) μοιάζουν μεταξύ τους, γιατί η μάθηση μεταμορφώνει τον άνθρωπο, όπως και η ίδια η φύση μεταμορφώνεται συνεχώς, και μεταμορφώνοντας τον άνθρωπο του δημιουργεί μια δεύτερη φύση.

Πάντα τε κατ' ανάγκη γίνεσθαι, της δίνης αιτίας ούσης της γενέσεως πάντων, ην ανάγκην λέγει» αναφέρει ο Δημόκριτος κατά το Διογένη το Λαέρτιο, δηλαδή όλα συντελούνται στη φύση με αναγκαίο τρόπο και η αιτία όλων των πραγμάτων είναι η δίνη που ονομάζεται ανάγκη. Στη σύνδεση με το πρόβλημα της αναγκαιότητας και αιτιότητας ο Δημόκριτος τόνισε με έμφαση και έναν άλλο σημαντικό παράγοντα που συμβάλλει στις αλλαγές της φύσης, το τυχαίο, όχι φυσικά με την έννοια του αναίτιου, αλλά με εκείνη της έλλειψης

σκοπιμότητας, «...εκείνος γαρ καν αν τη κοσμοποιία εδόκει τη τύχη κεχρήναι ...». **Τύχη και αναγκαιότητα** κινούν τα φαινόμενα αυτού του κόσμου κατά το Δημόκριτο. «Τύχη και αναγκαιότητα» ήταν και ο τίτλος βιβλίου του νομπελίστα βιολόγου Ζακ Μονό (1971), που τόσο επηρέασε τη φοιτητική μας σκέψη και στο οποίο ξέχασε ο διάσημος αυτός επιστήμονας να αναφέρει τον Δημόκριτο, κάτι που παραδέχθηκε αργότερα.

Θεωρούμε την αρχαιοελληνική φιλοσοφία το σπόρο της μετέπειτα φιλοσοφικής και επιστημονικής σκέψης, το εκπληκτικό όμως είναι ότι πολλές φορές περιέχει τελικά και συνοπτικά συμπεράσματα στα οποία φτάνουμε με τα σύγχρονα επιστημονικά δεδομένα. Οι μεγάλες, πρωταρχικές και θεμελιώδεις ιδέες της ελληνικής φιλοσοφίας για την αισθητότητα της φύσης και τη διαφορετική διεισδυτικότητα της γνώσης (=λόγος) μέσα από αυτήν, για την αιωνιότητα, κινητικότητα, μεταβλητότητα, ολότητα και γενικά **της φυσιοκρατικής αντίληψης**, συνεχίζουν να απασχολούν και να προβληματίζουν την σύγχρονη σκέψη. Η συμβολή της σύγχρονης επιστήμης στον αντίστοιχο προβληματισμό είναι σημαντική και ουσιαστική.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

Επιστήμες της Γης και της Ζωής, η εξέλιξη των ιδεών

Στις επόμενες γραμμές δίνεται έμφαση στην «εκταμίευση» εκείνων των γνώσεων από το χώρο των γεωεπιστημών, που συνδυάζονται με τις γνώσεις και τα συμπεράσματα των άλλων φυσικών επιστημών (Φυσικής και Χημείας), σε μια προσπάθεια να γίνει καλύτερα κατανοητό αυτό που εξαρχής είχε κεντρικό σημείο αναφοράς η φιλοσοφία, δηλαδή την ενότητα και ολότητα του κόσμου μας. Η προσπάθεια αυτή αποσκοπεί στο να δώσει ένα πρώτο απόσταγμα γνώσεων και επιστημονικών προβληματισμών για τη μάνα Γη ως βιογεωσύνολο. Σύμμαχος και οδηγός σ' αυτή την προσπάθεια αυτή είναι η Γεωλογία, η Βιολογία και οι επιστήμες της φύσης γενικά.

Η Γεωλογία και γενικότερα οι επιστήμες της Γης έχουν τις ρίζες τους στις συσσωρευμένες εμπειρικές γνώσεις σχετικά με την εκμετάλλευση των πρώτων υλών από το υπέδαφος, από τη νεολιθική και την εποχή του χαλκού ακόμη. Οι ανάγκες για δομικά πετρώματα, ορυκτά, μεταλλεύματα και πρώτες ύλες γενικά ήταν αυτές που ώθησαν τον άνθρωπο, από τη λίθινη εποχή μέχρι και σήμερα, να διερευνήσει το γήινο φλοιό πάνω στον οποίο ζει. Άλλωστε, η ανάπτυξη όλων των πρώιμων πολιτισμών στηρίχθηκε στην κατοχή, στη γνώση αναζήτησης, εξόρυξης και επεξεργασίας μεταλλευτικών πρώτων υλών, όπως οψιανού (γνωστού και ως οψιδιανού), ενός είδους ηφαιστειακού γυαλιού για την κατασκευή εργαλείων, του χαλκού και των διάφορων μιγμάτων του, του ορείχαλκου, του σιδήρου, του χρυσού. Στην εποχή του Χαλκού (ή Ορείχαλκου) οι άνθρωποι έμαθαν να χρησιμοποιούν το σχετικά εύπλαστο αυτό υλικό, καθώς και το ασήμι και το χρυσό, που τα έβρισκαν ως αυτοφυή μέταλλα ή κυρίως ως μεταλλεύματα κρυμμένα μέσα στη γη. Επίσης αναζητούσαν και χρησιμοποιούσαν πολύτιμους και ημιπολύτιμους λίθους. Οι «γεωλογικές» και μεταλλοτεχνικές γνώσεις

και τεχνικές από την εποχή του χαλκού τουλάχιστον, που ήταν κατά κανόνα εμπειρικές και μεταφέρονταν προφορικά, θα πρέπει να ήταν λεπτομερείς, αρκετά εξειδικευμένες και πολύ σημαντικές. Δυστυχώς όμως δεν καταγράφηκαν και δεν διαθέτουμε σήμερα στοιχεία για να τις εκτιμήσουμε. Πολύ σημαντικό ιστορικό, τεχνικό και οικονομικό γεγονός ήταν η ανακάλυψη του τρόπου κατασκευής ορείχαλκου, ενός κράματος χαλκού και κασσίτερου. Οι σύγχρονες μελέτες για μεταλλεία, όπως για παράδειγμα το Λαύριο της κλασικής και ελληνιστικής αρχαιότητας, δείχνουν υψηλό βαθμό γνώσεων «κοιτασματολογίας» και τεχνικής εξορύξεων. Γνωρίζουμε ότι ήδη κατά την πρώτη χιλιετία π.Χ. υπήρχαν ειδικοί πετρογνώστες, ενώ ο Πλάτων αναφέρεται στους λιθολόγους.

Γενικευμένες γνώσεις και απόψεις για γεωμορφολογικά, γεωλογικά φαινόμενα και σεισμούς βρίσκουμε διάσπαρτες στην ελληνική γραμματεία από τον Όμηρο, τον Ησίοδο και τον ιστορικό Ηρόδοτο. Η περιγραφή αυτή, αν και πολύ γενική, βρίσκεται σε πλήρη συμφωνία με τα σύγχρονα γεωλογικά συμπεράσματα για την εξέλιξη της Θεσσαλίας και ιδιαίτερα για τις τεκτονικές-σεισμικές διεργασίες της διάνοιξης της κοιλάδας των Τεμπών. Η φράση μάλιστα του Ηρόδοτου «... μου φαίνεται ότι η διάνοιξη (και ανύψωση) των βουνών είναι έργο σεισμού...» επαναδιατυπώνεται σχεδόν παρόμοια 2.400 χρόνια αργότερα από ένα συστηματικό μελετητή της γεωμορφολογίας και της γεωλογίας της περιοχής Γιούτα (Utah) των Η.Π.Α., του Γκίλμπερτ (Grove K. Gilbert 1843-1918), μόλις τη δεκαετία του 1890 και εξειδικεύεται αργότερα (1928) με τον όρο τεκτονικό πρηνές, δηλαδή το τμήμα της πλαγιάς ενός βουνού που δημιουργείται από αλληπάλληλους σεισμούς.

Ο πρώτος γνωστός ποιητής και φιλόσοφος που με μεθοδικότητα και εντυπωσιακές γεωλογικές παρατηρήσεις εξάγει συμπεράσματα για τα γεωλογικά στρώματα, τον τρόπο δημιουργίας τους και την εξέλιξή τους είναι ο Ξενοφάνης ο Κολοφώνιος (570-475 π.Χ.). Ο στοχασμός του Ξενοφάνη ανάβρυξε μέσα από τα ποιήματά του και ο θεός του ήταν «ο πόνος του νου» στην προσπάθεια να κατανοήσει το φυσικό κόσμο και να συλλάβει τις αρχές της λειτουργίας του. Έτσι ένας ποιητής από τον Κολοφώνα της Ιωνίας, που έζησε κυρίως στη Μεγάλη Ελλάδα, συμπεριέλαβε στα ποιήματά του και τις ραψωδίες τους τις πιο εύστοχες γεωλογικές παρατηρήσεις, όσες τουλάχιστον διασώζονται και γνωρίζουμε και δεν διαχώρισε την αγάπη του για τα γεωλογικά φαινόμενα από την ποίηση. Η συνέχεια δίνεται από τους: Θαλή, Ηράκλειτο, Αναξίμανδρο, Λεύκιππο και Δημόκριτο, καθώς επίσης στον Αριστοτέλη, το Θεόφραστο, τον Επίκουρο, τον Ξενοφάνη, το Στράβωνα, τον Πλίνιο και πολλούς άλλους πρωτοπόρους της ανθρώπινης σκέψης. Ως παλαιότερα γνωστά βιβλία «γεωλογίας» θα μπορούσαν να θεωρηθούν το «Περί Λίθων» του Θεόφραστου, μαθητή και συνεργάτη του Αριστοτέλη, το «Περί Γης» του Απολλόδωρου (180-110 π.Χ.) και τα 5 από τα 37 βιβλία της «Naturalis Historia» (Φυσικής Ιστορίας) του Πλίνιου του πρεσβύτερου (Gaius Plinius Secundus 23-79 μ.Χ.). Η συστηματική όμως μελέτη και η αποσαφήνιση πολλών λειτουργιών της Γης ξεκίνησε ουσιαστικά στα τέλη του 18ου και κυρίως κατά τον 19ο αιώνα, ενώ μια λογική αντίληψη και ενιαία άποψη για το σύνολο των γεωλογικών φαινομένων εμφανίστηκε μόλις στα μέσα του 20ου αιώνα.

Ο Γερμανός φυσιοδίφης γνωστός με το όνομα Αγκρίκολα (Agricola 1494-1555) υπήρξε από τους πρώτους που θεμελίωσαν την παρατήρηση, αποφεύγοντας τις θεωρητικές αναζητήσεις. Στο έργο του «Περί μεταλλειολογίας» ταξινομεί συστηματικά τα ορυκτά με βάση τις ιδιότητές τους και περιγράφει μεθόδους εξόρυξης μεταλλευμάτων. Ταξινόμησε δηλαδή τα πετρώματα και ορυκτά για πρακτικούς κυρίως λόγους, κατά τη φεουδαρχική εποχή της Ευρώπης, κατά την οποία αυξήθηκε η ζήτηση για δομικά και διακοσμητικά υλικά για την κατασκευή και τη διακόσμηση παλατιών, ναών και μεγάρων, όπως και για πολύτιμους λίθους. Πέρα από την πρακτική ταξινόμηση προχώρησε και σε βαθύτερες σκέψεις ερμηνείας για τη δημιουργία των φλεβικών μεταλλευμάτων από τα διαλυμένα άλατα των υπόγειων νερών, των «χυμών της γης», όπως πολλές φορές διατύπωνε στα γραπτά του.

Η περίοδος της Αναγέννησης στην Ευρώπη υπήρξε μια λαμπρή εποχή μεγάλων εξερευνήσεων, οικονομικής άνθησης, κοινωνικών, πολιτικών και πνευματικών αλλαγών. Όλα αυτά μαζί άλλαξαν δραματικά τις αντιλήψεις για τον κόσμο και ιδιαίτερα για τη Γη και δημιούργησαν μια νέα πραγματικότητα. Εκτός από το κυρίαρχο στοιχείο του κέρδους και της αποικιοκρατικής πολιτικής των Ευρωπαίων, οι εξερευνήσεις έφεραν πλήθος νέα στοιχεία για άλλους λαούς και για άλλα φυτά, ζώα, πετρώματα και κλίματα. Ο μεγάλος Γάλλος φιλόσοφος και μαθηματικός Καρτέσιος (René Descartes, 1586-1650) θεωρούσε ότι η Γη, που στα αρχικά στάδια ήταν σε ρευστή κατάσταση, στη συνέχεια ψύχθηκε, με συνέπεια τη δημιουργία ενός ενιαίου φλοιού, ο οποίος έτσι εγκλώβισε νερό και αέρα στο εσωτερικό του. Λόγω των μεγάλων αυτών κενών και του βάρους του, ο φλοιός σε πολλά σημεία έσπασε, με αποτέλεσμα να βυθιστούν μεγάλα κομμάτια του και το νερό να βγει στην επιφάνεια σχηματίζοντας ωκεανούς. Τις απόψεις του αυτές ο Καρτέσιος δεν τόλμησε να τις δημοσιεύσει από φόβο προς την επίσημη θέση της Εκκλησίας και τις θρησκευτικές αντιλήψεις για τη γένεση και τη δημιουργία του κόσμου. Συνέχεια αυτών των απόψεων υπήρξε η «Θεωρία του εσωτερικού πυρός» το 17ο αιώνα του αιδεσιμότατου Κίρχερ (Athanasius Kircher 1601-1680), που διατυπώθηκε στο έργο του «Ο Υπεδάφιος Κόσμος» (Mundus Subteteraneus). Ο Kircher μελετώντας μια έκρηξη του Βεζούβιου διατύπωσε την άποψη για τις θερμές περιοχές του εσωτερικού του πλανήτη και πρότεινε τις διεξόδους του εσωτερικού πυρός προς την επιφάνεια από τα ηφαίστεια, καθώς και τη συνεχή μεταβολή στην επιφάνεια του πλανήτη μας με το χρόνο.

Ο Καρτέσιος συνέβαλε επίσης και στη διαμόρφωση νέων αντιλήψεων στη Βιολογία. Πίστευε ότι ο άνθρωπος, όπως και κάθε άλλος οργανισμός, είναι μια πολυσύνθετη μηχανή, διαμορφώνοντας έτσι μια πρώτη μηχανιστική αντίληψη για τα έμβια όντα, η οποία αργότερα και μέχρι σχεδόν το τέλος του 20ου αιώνα πέρασε στην αντίστοιχη θεώρηση για τις λειτουργίες του πλανήτη Γη. Δεχόταν όμως και αυτός, σύμφωνα με τις επικρατούσες αντιλήψεις της εποχής, την αυτόματη γέννηση οργανισμών από το χώμα. Γενικά όμως ο Καρτέσιος μαζί με τον Άγγλο φιλόσοφο Μπέικον (Francis Bacon 1561-1626) αμφισβήτησαν τις στείρες θεολογικές αντιλήψεις του Μεσαίωνα και έθεσαν τις βάσεις για την υλιστική αντίληψη του κόσμου. Άλλοι επιστή-

μονες, με τα λίγα στοιχεία που διέθεταν, ενστερνίσθηκαν αντίστοιχες απόψεις κατά το 18ο και 19ο αιώνα, δύο κρίσιμους για την επιστήμη αιώνες.

Παράλληλα με τις αντιλήψεις που πήγαζαν από την πολύ στενή ερμηνεία των ιερών βιβλίων, αναπτύσσονταν «ορθολογικότερες θεωρίες» στο πλαίσιο της θρησκείας, όπως για παράδειγμα εκείνη του Ιρλανδού αρχιεπισκόπου Τζέιμς Άσερ, (James Ussher, 17ος αιώνας), ο οποίος άθροισε προσεχτικά τις ηλικίες όλων των ανθρώπων που αναφέρονται στην Παλαιά Διαθήκη και ανακοίνωσε το 1650 ότι ο κατακλυσμός του Νώε συνέβη 2349 χρόνια πριν από τη γέννηση του Χριστού, ενώ η πρώτη μέρα της δημιουργίας ήταν μόλις το 4004 π.Χ. Την ίδια εποχή περίπου πολλοί επιστήμονες, ανήσυχια πνεύματα, αμφισβητούσαν τις επίσημες αντιλήψεις της Εκκλησίας για την ερμηνεία του κόσμου, έστω και αν ήταν «ανανεωμένες». Για παράδειγμα ο Άγγλος φυσικός, Ρόμπερτ Χουκ (Robert Hooke 1635-1703), μελετούσε τις αργές μεταβολές των πετρωμάτων, τη μετατροπή τους από το ένα είδος στο άλλο, τις χημικές μεταβολές των ορυκτών, και πρότεινε το λεγόμενο πετρολογικό κύκλο, χωρίς να εισάγει την υπόθεση του κατακλυσμού. Η απλή αυτή θεωρία ήταν πολύ ριζοσπαστική για την εποχή της και, όπως συμβαίνει με πολλές πρωτοποριακές απόψεις, αγνοήθηκε για πολλά χρόνια, ενώ σήμερα αποτελεί θεμελιώδη αντίληψη, σχεδόν αυτονόητη, για το μετασχηματισμό των πετρωμάτων και τον αέναο διαχρονικό κύκλο τους. Επίσης ο ίδιος παρατήρησε ότι οι σεισμοί ανυψώνουν τμήματα της ξηράς και θεώρησε σωστά ότι αυτή ήταν μία από τις αιτίες της δημιουργίας των βουνών.

Στην επιστημονική-φιλοσοφική σκέψη του 18ου αιώνα κυριαρχούσε η αντίληψη «του εσωτερικού πυρός», ότι δηλαδή στο εσωτερικό της γήινης σφαίρας βρίσκεται ένας μεγάλος πυρακτωμένος ρευστός πυρήνας και ότι ο φλοιός προήλθε από σταδιακή ψύξη της γήινης σφαίρας. Τέτοιες ιδέες βρίσκουμε στο Γερμανό φιλόσοφο, το θεμελιωτή του καθαρού λόγου, Εμμανουήλ Καντ (Immanuel Kant 1724-1804), στο Γάλλο μαθηματικό και αστρονόμο Πιέρ Σιμόν Λαπλάς (Pierre Simon Laplace 1749-1827) και άλλους. Απόψεις για τις οποίες πολύ αργότερα άρχισαν να διατυπώνονται σοβαρές αντιρρήσεις, όπως εκείνη του Ρώσου ακαδημαϊκού ορυκτολόγου και θεμελιωτή της γεωχημείας Β. Ι. Βερνάντσκι (Vladimir Ivanovich Vernadsky 1863-1945). Μαζί με τον Αυστριακό γεωλόγο Έντουαρντ Σουές (Eduard Suess 1831-1914) όρισε την πιο σημαντική αλλά ιδιαίτερα ασαφή γεώσφαιρα, τη βιόσφαιρα, δηλαδή την περιοχή της Γης όπου αναπτύσσεται και εξελίσσεται η ζωή. Ζωή, που επηρεάζεται από το περιβάλλον μέσα στο οποίο αναπτύσσεται, με σημαντικό το γεωχημικό του ρόλο. Στο χώρο της αυλής των Μεδίκων του 17ου αιώνα, όπου καλλιεργούνταν η τέχνη, η φιλοσοφία και οι επιστήμες, ένας Δανός, ο Niels Stensen, γιατρός του Δούκα Φερδινάνδου II στη Φλωρεντία, γνωστός ως Στένο (Nicolaus Steno 1638-1686), αποδείχθηκε χαρισματικός ερασιτέχνης γεωλόγος, όταν παρατηρώντας τα στρώματα του εδάφους της Τοσκάνης πείσθηκε ότι από την αρχική απόθεση των υλικών της διάβρωσης (ιζημάτων) σχηματίζονται σταδιακά τα ιζηματογενή πετρώματα, ακολουθώντας μια αλληλουχία οριζόντιων στρωμάτων από το παλαιότερο στο βάθος, προς το νεότερο. Αδιαμφισβήτητα οι σκέψεις και το έργο αυτών των διανοητών προετοίμασαν το δρόμο για τη διαμόρφωση και την ανάπτυξη της επιστήμης της Γεωλογίας στο τέλος του 18ου αιώνα. Πάντοτε υπήρχαν παρατηρητικοί φυσιολάτρες που έβλεπαν

μέσα σε ορισμένα πετρώματα τα λιθοποιημένα υπολείμματα οργανισμών, αυτά που ονομάζουμε σήμερα απολιθώματα, τα οποία είχαν μεγάλες ομοιότητες, αλλά και διαφορές, με τα σημερινά ζώα και τα φυτά. Συστηματικές όμως και σε επιστημονική βάση παρατηρήσεις και μετρήσεις άρχισαν ουσιαστικά από το μεγάλο Γάλλο φυσιδίφη και ζωολόγο Κυβιέ (George Cuvier 1769-1832). Ο Cuvier αναγνώρισε την αληθινή φύση αυτών των μορφωμάτων. Με το έργο του είχε σημαντική συμβολή στην Παλαιοντολογία, ουσιαστικά τη θεμελίωσε ως επιστήμη, και εξέφρασε ολοκληρωμένη άποψη για την εξαφάνιση των ειδών και την «εξέλιξη», συνδέοντάς την όμως με μεγάλα καταστροφικά γεγονότα. Επιστήμονες όπως ο Cuvier, κατά το 18ο και 19ο αιώνα, κινούμενοι μέσα στο φιλοσοφικό πνεύμα της εποχής τους και κάτω από στενές θρησκευτικές και μυθολογικές αντιλήψεις, δεν αντιλήφθηκαν τον ιδιαίτερα αργό τρόπο των γήινων μεταβολών και της εξέλιξης και καθιέρωσαν ουσιαστικά την άποψη του καταστροφισμού. Ο ίδιος ήταν Διαμαρτυρόμενος Λουθηριανός. Πολλοί από αυτούς αντέδρασαν αργότερα σθεναρά στις απόψεις του Δαρβίνου. Αλλά ακόμη και σήμερα αντίστοιχες απόψεις βρίσκουν έδαφος αποδοχής.

Ο μεγάλος Σουηδός φυσιδίφης Κάρολος Λινναίος (Carolus Linnaeus ή Carl Linne 1707-1778) τοποθέτησε έναν ακόμη σημαντικό θεμελιώδη λίθο στο οικοδόμημα των φυσικών επιστημών. Ο μεγάλος ερευνητής έβαλε μια τάξη στο χάος του ζωικού κόσμου, με τη συστηματική ταξινόμησή του σε είδη, γένη, οικογένειες και τάξεις στο έργο του «Systema Naturae». Με τον τρόπο αυτό έθεσε τις σχέσεις συγγένειας μεταξύ των οργανισμών, χωρίς βέβαια ο ίδιος να τις αποδέχεται. Κάτω από τις θρησκευτικές και φιλοσοφικές αντιλήψεις της εποχής του δεν μπορούσε να κάνει ένα ακόμη μεγαλύτερο βήμα, αν και έφτασε πολύ κοντά, και να δεχθεί αυτό που προέκυπτε από την ταξινόμησή του, δηλαδή τη σταδιακή μεταβολή (εξέλιξη) των οργανισμών. Περιορίστηκε στο να θεωρεί όλους τους οργανισμούς αυθύπαρκτα δημιουργήματα. Ο Λινναίος προσπάθησε να ταξινομήσει και τα ορυκτά, όχι όμως με την ίδια επιτυχία, όπως τα ζώα.

Ένας νομικός και γιατρός, αριστοκράτης της προεπαναστατικής Γαλλίας του 1789, ο Μπουφόν (Georges-Louis Buffon 1707-1788), άνοιξε επαναστατικά μονοπάτια σκέψης για τους επερχόμενους διανοητές με τις αμφισβητήσεις του σχετικά με τη μικρή ηλικία των 4-6.000 χρόνων της Γης και με τη σταθερότητα των οργανισμών. Μίλησε για 75.000 χρόνια διάρκεια των γεωλογικών διεργασιών στο έργο του «Οι εποχές της Φύσεως». Δημοσίευσε ένα ολοκληρωμένο για την εποχή του βιβλίο πάνω στα γεωλογικά φαινόμενα με το βαρύγδουπο τίτλο «Θεωρία της Γης» (Theorie de la Terre 1749). Ήταν ένας επαναστάτης στο χώρο της διάνοησης πριν από τους μεγάλους κοινωνικούς, πολιτικούς και επιστημονικούς κλυδωνισμούς του 19ου αιώνα. Περίπου την ίδια εποχή και άλλοι επιστήμονες, όπως ο Ρώσος φυσικομαθηματικός Λομονοσόφ (M. V. Lomonossov 1711-1765) και ο Γερμανός φιλόσοφος Καντ (E. Kant 1724-1804) συνέβαλαν με το έργο τους στην ανάπτυξη της γεωλογικής γνώσης. Ο Καντ τόνισε ότι η Γη και ολόκληρο το Ηλιακό σύστημα έχουν τη δική τους εξελικτική ιστορία. Ο Lomonossov πολύ νωρίς απέρριπτε την εξαρχής δημιουργία και αμεταβλητότητα των πάντων και θεωρούσε ότι αποφασιστικό ρόλο για το σχηματισμό της όψης της Γης παίζουν οι εσωτερικές γεωλογικές διεργασίες. Έγραψε για τα «στρώματα της Γης», εργάστηκε σε θέματα της διατήρη-

σης της ύλης και της ενέργειας, ενώ διακαής πόθος και κύρια προσπάθειά του ήταν να διατυπώσει τον «καθολικό νόμο της φύσης», ένας στόχος που παραμένει ανέφικτος μέχρι σήμερα.

Η ίδια η λέξη Γεωλογία, που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Ντελουκ (Jean-André Deluc) το 1778, προκύπτει από τις ελληνικές λέξεις γαία ή γέα και λόγος (γνώση της γης) και χρησιμοποιείται σήμερα διεθνώς για να περιγράψει την επιστήμη που μελετά τη Γη (Geology). Η γεωλογία ψάχνει τα ελάχιστα ίχνη, τις πληροφορίες που κρύβουν τα πετρώματα, εκμεταλλεζόμενη πάντα τις δυνατότητες της τεχνολογίας. Τα ίχνη της φύσης είναι συνήθως συγκαλυμμένα, καλά κρυμμένα ή δυσερμήνευτα και η προσπάθεια ανασύνθεσης του γεωλογικού χρονικού μοιάζει με την συμπλήρωση ενός μεγάλου παζλ από το οποίο λείπουν τα περισσότερα κομμάτια. Μερικές φορές μάλιστα είναι ελλιπή και ανακατεμένα κομμάτια από πολλά και διαφορετικά παζλ. Γι' αυτό συχνά όταν ανακαλύπτεται ένα νέο κομμάτι του παζλ, όταν δηλαδή προκύψουν νέα στοιχεία, συμπληρώνεται ή αλλάζει και η ερμηνεία.

Η Βιολογία (βίος=ζωή και λόγος), η επιστήμη που μελετά το φαινόμενο της ζωής, εμφανίστηκε στο προσκήνιο της ιστορίας της επιστήμης, ως ξεχωριστός κλάδος, μετά τη ραγδαία ανάπτυξη της φυσικής, της χημείας και της γεωλογίας. Αναμφίβολα όμως τα θεμέλια της βιολογίας τα έθεσαν ο Αριστοτέλης, ο Θεόφραστος, ο Ιπποκράτης και ιδιαίτερα ο Γαληνός (2ος αιώνας μ.Χ.). Ο όρος Βιολογία εμφανίστηκε στη ανατολή του 19ου αιώνα, στα γραπτά του Lamarck και των Karl Burdach και G. Reinhold (1800-1802). Η ιστορική της πορεία είναι παράλληλη με εκείνη της γεωλογίας, αλλά οι μέθοδοι και οι τεχνικές των δύο επιστημών σταδιακά διαχωρίστηκαν και είναι εντελώς διαφορετικές σήμερα, γι' αυτό και τις διαφοροποιούν ως ανεξάρτητες επιστήμες. Και οι δύο μελετούν δύο πολύ σημαντικά τμήματα του αισθητού φυσικού μας κόσμου και προσπαθούν να κατανοήσουν την πολυπλοκότητά του.

Δύο μεγάλες θεωρίες και αντικρουόμενες σχολές της γεωλογίας που δημιουργήθηκαν και αναπτύχθηκαν το 18ο και κυρίως 19ο αιώνα και έχουν τις ρίζες τους στη διαμάχη της αρχαιότητας, είναι οι θεωρίες του Πλουτωνισμού και του Νεπτουνισμού. Πυρ ή ύδωρ είναι το κυρίαρχο στοιχείο του κόσμου Ο Πλουτωνισμός (από τον Πλούτωνα, θεό του κάτω κόσμου) δεχόταν ως κύρια δύναμη διαμόρφωσης του γήινου φλοιού και της δημιουργίας των πετρωμάτων τις εσωτερικές διεργασίες (εσωτερικόν πυρ), ενώ ο Νεπτουνισμός, ή Ποσειδωνισμός όπως θα τον μεταφράζαμε στα ελληνικά (από το Neptunus=Ποσειδώνας, θεός του υγρού στοιχείου), υπερτόνιζε το «υδάτινο όν» του εσωτερικού της Γης, τις εξωτερικές διεργασίες, τη διάβρωση και την καταστροφή των πετρωμάτων, την απόθεση των υλικών διάβρωσης και τη διαμόρφωση της γήινης επιφάνειας. Ο ιδρυτής και κύριος εκπρόσωπος του νεπτουνισμού, ο Γερμανός Αβραάμ Βέρνερ (A. Werner 1750-1817), θεωρούσε ότι όλα τα πετρώματα σχηματίστηκαν ως αποτέλεσμα αποθέσεων ιζημάτων στον αρχικό παγκόσμιο ωκεανό. Οι δύο σχολές, που κυριάρχησαν στο επιστημονικό στερέωμα για πολλά χρόνια, συνέβαλαν ουσιαστικά στη βασική έρευνα με την προσπάθειά τους να αποδείξουν αλλά και να υποστηρίξουν τις απόψεις τους. Πρόσφεραν τα μέγιστα στην επιστήμη και την κατανόηση της δημιουργίας των πετρωμάτων, με συμμετοχή τόσο στην επιστημονική αλήθεια όσο και στο λάθος. Έφτασαν σε απίστευτες αντιπαραθέσεις,

ακρότητες και επιστημονικά αντιδεδοντολογικές ενέργειες. Το τελικό αποτέλεσμα όμως της έντονης διαμάχης και του ανταγωνισμού ήταν να αποκτηθούν πολύτιμες γνώσεις, ώστε να κατανοηθούν και οι δύο μορφές των πετρωμάτων και οι διεργασίες της δημιουργίας τους, τόσο αυτών που δημιουργούνται στο εσωτερικό της Γης, από το θερμό μάγμα και ονομάζονται σήμερα πλουτώνια πετρώματα, όσο και εκείνων που δημιουργούνται μέσα στο νερό, τα ιζηματογενή πετρώματα.

Ένας καθηγητής της Γεωλογίας στο Πανεπιστήμιο του Yale, ο Ντάνα (James Dana 1813-1895), εξέφρασε αργότερα ακόμη πιο ολοκληρωμένα τη θεωρία της σταδιακής ψύξης της Γης, που με τη συστολή της συρρικνώνει το φλοιό σχηματίζοντας τις διάφορες γεωλογικές μορφές και φαινόμενα, όπως είναι η δημιουργία των βουνών. Την παρομοίασε με την επιφάνεια ενός πορτοκαλιού που ξεραίνεται σταδιακά. Η θεωρία αυτή έγινε πολύ δημοφιλής την εποχή εκείνη και ένας πιστός υποστηρικτής της, ο Αυστριακός καθηγητής Σουές (Eduard Suess 1831-1914), την επέκτεινε μιλώντας για την ύπαρξη δύο σταθερών υπερ-ηπείρων, που τις ονόμασε Ατλαντίδα και Γκοντβάνα, που χωρίζονταν από ωκεανούς. Στη συνέχεια θεώρησε ότι οι ήπειροι αυτές ήταν τέσσερις. Για να εξηγήσει την παρουσία ίδιων απολιθωμένων οργανισμών σ' αυτές διατύπωσε την υπόθεση ότι συνδέονταν με γέφυρες ξηράς, οι οποίες επέτρεπαν τη μετακίνηση πληθυσμών ίδιων ειδών. Ο Suess πίστευε ότι με τη σταδιακή ψύξη και συρρίκνωση του φλοιού της Γης έσπαζαν και καταβυθίζονταν οι γέφυρες ξηράς μεταξύ των ηπείρων που επέτρεπαν την επικοινωνία των οργανισμών. Οι μεγάλες οριζόντιες μετακινήσεις ηπείρων ήταν αδιανόητες την εποχή εκείνη, γι' αυτό εισάγονταν αναγκαστικά τέτοιες αυθαίρετες υποθέσεις για να ερμηνευτούν οι παρατηρήσεις. Αυτές οι θεωρίες όμως εξυπηρέτησαν και την ερμηνεία της καταβύθισης της Ατλαντίδας, ένα θέμα που από εκείνη την εποχή πήρε πολύ μεγάλες διαστάσεις, κέντρισε τη φαντασία και συνεχίζει μέχρι και σήμερα να απασχολεί τόσο την επιστήμη, όσο την παραεπιστήμη και την επιστημονική φαντασία και να δημιουργεί νέους μύθους. Οι απόψεις αυτές μπορεί στις μέρες μας να φαίνονται σχετικά απλοϊκές, θα πρέπει όμως να έχουμε υπόψη τα ελάχιστα δεδομένα που διέθεταν εκείνοι που προβληματίζονταν για τα γεωλογικά φαινόμενα, και τις επικρατούσες αντιλήψεις της εποχής, όπως, για παράδειγμα, η άποψη ότι ο φλοιός της Γης αποτελούνταν από ακίνητες και σταθερές γενικά ηπείρους που άλλαζαν σε έκταση μόνο όταν αποσυρόταν η θάλασσα, ή ανυψώνονταν και καταβυθίζονταν λόγω διάβρωσης και απόθεσης αντίστοιχα. Σημαντικό επίσης είναι ότι οι μεγάλοι αυτοί επιστήμονες εξακολουθούσαν να θεωρούν τη φύση ενιαία και προσπαθούσαν να ασχοληθούν με όλα τα φυσικά αντικείμενα, ανόργανα και οργανικά, γεωλογικά ή βιολογικά, όπως διαχωρίστηκαν πλήρως αργότερα. Ο Steno, για παράδειγμα, θεωρούσε ότι το μοναδικό κλειδί για την κατανόηση της φύσης βρίσκεται στην ενότητά της, αν και αποτελείται από διαφορετικά υλικά.

Η ριζοσπαστική Γαλλική Επανάσταση του 1789 δεν ανέτρεψε μόνο βασιλείς, φεουδαρχικές δομές και το πολιτικό σύστημα, αλλά διαπέρασε ολόκληρη την κοινωνική δομή και επηρέασε σημαντικά την επιστημονική σκέψη. Ο πρωτοπόρος Γάλλος φυσιολόγος Λαμάρκ (Jean-Baptiste de Monet Lamarck 1744-1829) ζήτησε από την Εθνοσυνέλευση, και το πέτυχε, να καταργηθούν οι αξιοπερίεργες βασιλικές φυσιολογικές συλλο-

γές με τα ασύνδετα μεταξύ τους ευρήματα, τα παράξενα ζωικά υπολείμματα από όλο τον κόσμο, τα πετρώματα και τα φυτά που χρησίμευαν μόνο για τον εντυπωσιασμό της φεουδαρχικής τάξης. Κατόρθωσε ώστε να ταξινομηθούν τα ευρήματα αυτά ή να αντικατασταθούν με συστηματικές συλλογές φυτών, ζώων, ορυκτών και πετρωμάτων που θα υπηρετούσαν την επιστήμη, θα αποσκοπούσαν στην πρόοδό της και θα μόρφωναν όλο το λαό. Στα χρόνια των μεγάλων επαναστατικών συγκρούσεων γεννήθηκαν λοιπόν τα σύγχρονα Εθνικά Μουσεία Φυσικής Ιστορίας. Πρωτοπόρος ο Lamarck άρχισε τους συστηματικούς συσχετισμούς απολιθωμένων και ζωντανών οργανισμών, μελετώντας τις πρώτες φυσιολογικές συλλογές της Γαλλίας. Δεν άργησε να φτάσει στα πρώτα ριζοσπαστικά επιστημονικά συμπεράσματα για τη διαχρονική μεταβλητότητα των οργανισμών με μηχανισμό την κληρονομία των επίκτητων χαρακτηριστικών. Η πρώτη επιστημονικά τεκμηριωμένη εξελικτική θεωρία του, γνωστή σήμερα ως Λαμαρκισμός, είναι αυτό που μας απομένει από τις σχολικές μας γνώσεις. Ο Lamarck όμως, κινούμενος στο παραχώδες πνεύμα της εποχής του με τις συχνές κοινωνικές αλλαγές, ονειρεύτηκε δύο βασικές κατευθύνσεις της επιστημονικής γνώσης, το λαϊκό χαρακτήρα και την ενότητα της επιστήμης, και αγωνίστηκε γι' αυτά. Στα τέλη του 18ου αιώνα είχε συσσωρευτεί αρκετή γνώση στις επιστήμες, όπως στη φυσική, τη χημεία και την ιατρική. Ήταν όμως πνιγμένη σε σχολαστική λεπτομέρεια. Ο Lamarck διείδε ότι ο λαβύρινθος των λεπτομερειών και ο κατακερματισμός των γνώσεων αποξένωσε τους πολλούς από την επιστημονική γνώση και δημιούργησε τους λίγους ειδικούς. Έτσι στα έργα του ανέπτυξε ενοποιημένες απόψεις για τις φυσικές, χημικές, γεωλογικές, βιολογικές και κλιματικές διεργασίες. Στο σύγγραμμά του «Υδρογεωλογία» (Hydrogeologie, 1802) αναφέρεται στον πρώτο παγκόσμιο ωκεανό, τον κύκλο του νερού, τις φυσικές καταστροφές, στο ρόλο των απολιθωμάτων, στην ταξινόμηση των ιζηματογενών πετρωμάτων, στις κλιματικές αλλαγές, και χρησιμοποιεί για πρώτη φορά τον όρο «βιολογία». Η υδρογεωλογία του Lamarck δεν ήταν ένα πρόδρομο τεχνικό βιβλίο για την κίνηση του υπόγειου νερού, όπως είναι τα σημερινά. Αντίθετα, ήταν ένα βιβλίο ευρύτερων γνώσεων και απόψεων για το σύνολο των γεωλογικών φαινομένων με φιλοσοφικές προεκτάσεις. Άλλωστε ο ίδιος, όπως διαφαίνεται από το έργο του, ήταν υπέρμαχος της ενότητας της επιστήμης. Οι εξελικτικές του απόψεις δεν βρήκαν μεγάλη ανταπόκριση ούτε στον επιστημονικό κόσμο, όπου επικρατούσαν οι ιδέες του Cuvier για τη σταθερότητα των ειδών, ούτε στην επαναστατικά μεταβαλλόμενη κοινωνία της Ευρώπης. Η μεγάλη τομή θα γινόταν 50 χρόνια αργότερα με το Δαρβίνο. Δεν είναι επίσης τυχαίο ότι ο ριζοσπαστικός Lamarck παραγκωνίστηκε από την επιστημονική και κοινωνική ζωή, όπως υποχώρησε και η ίδια η επανάσταση, και πέθανε φτωχός, ενώ ο «συντηρητικός» Cuvier έτυχε τιμών, από το συνεχιστή της επανάστασης(;) το μεγάλο Ναπολέοντα, το βασιλιά Λουδοβίκο 18ο αργότερα, ακαδημαϊκών τίτλων, πανεπιστημιακών και πολιτικών θέσεων.

Όσο μεγάλη αυθεντία κι αν ήταν ο Cuvier, όσο κι αν οι ιδέες του κυριαρχούσαν στην επιστήμη των αρχών του 19ου αιώνα, οι ιδέες της εξέλιξης των ειδών, όπως και της εξέλιξης της ίδιας της Γης, άρχισαν να κάνουν την εμφάνισή τους, σε εμβρυακή μορφή στην αρχή, στις επίσης μεταβαλλόμενες και εξελισσόμενες κοινωνίες της Αγγλίας καθώς και της Γαλλίας. Ένας Γάλλος καθηγητής ζωολογίας και ανατομίας, ο Ζοφρούά Σαιντ-Ιλαίρ (Geoffroy Saint-Hilaire, 1772-1894), φίλος και συνεργάτης του Cuvier, γύρω στα 1830

έρχεται σε πλήρη ρήξη μαζί του, με ομηρικές γραπτές και προφορικές αντιπαραθέσεις στη γαλλική Ακαδημία και εκφράζει σοβαρές αμφιβολίες για το αμετάβλητο των ειδών. Υποστήριξε με σαφήνεια την άποψη ότι τα είδη δεν είναι παρά προϊόντα εξέλιξης. Έγινε μ' αυτό τον τρόπο ο πρόδρομος της θεωρίας της εξέλιξης. Τις ιδέες του, από την άλλη πλευρά του Ρήνου, τις ασπάζεται ο μεγάλος Γκαίτε, όπως προκύπτει και από το έργο του «Συνομιλίες με τον Γκαίτε». Τέλος, από το οικογενειακό περιβάλλον του ίδιου του Δαρβίνου ήταν ο παππούς του Έρασμος που έριξε στο έργο του «Ζωογονία» τα πρώτα σπέρματα για την εξέλιξη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Η θεμελίωση της σύγχρονης επιστημονικής σκέψης

Εκείνος που θεωρήθηκε από πολλούς ιδρυτής της σύγχρονης γεωλογικής σκέψης και της σταδιακής μεταβλητότητας στη φύση ήταν ο Σκωτσέζος γιατρός και φυσιοδίφης Χάττον (James Hutton 1726-1797). Ο Hutton κατανόησε νωρίς ότι οι θαλάσσιοι απολιθωμένοι οργανισμοί που βρίσκονται σήμερα στα βουνά, δεν αποτέθηκαν εκεί από τις πλημμύρες, όπως πιστευόταν μέχρι τότε, αλλά ότι είχαν θαφτεί στα ιζήματα της θάλασσας και ανυψώθηκαν μαζί με τα βουνά. Αντιλήφθηκε επίσης τη σημαντική διαδικασία της διάβρωσης των πετρωμάτων και πίστευε ότι αν δρούσαν μόνο τέτοιες δυνάμεις, η Γη θα ισοπεδωνόταν σταδιακά και θα γινόταν απόλυτα ομαλή. Αλλά, ως ο κύριος εκφραστής του πλουτωνισμού, αναζήτησε και τις αντίρροπες δυνάμεις που διαμορφώνουν τον πλανήτη, όπως είναι η θερμότητα του εσωτερικού, η οποία ευθύνεται για τη δημιουργία των πετρωμάτων, των ηπείρων και των βουνών, όπως υποστήριζε. Οι ιδέες του Hutton δεν είχαν καμιά απήχηση στην εποχή του, ενώ βρήκαν πιο ώριμες τις επιστημονικές συνθήκες των αρχών του 19ου αιώνα και τις επηρέασαν σημαντικά.

Ο Hutton ήταν ίσως ο πρώτος που συνέλαβε με εντυπωσιακό τρόπο το ασύλληπτο μέγεθος του γεωλογικού χρόνου. «Όταν οι επιστήμονες προσπαθούν ν' ανακαλύψουν την ιστορία του πλανήτη, φτάνουν σε μια περίοδο πέρα από την οποία δεν μπορούν πλέον να δουν τίποτα. Αυτό δεν σημαίνει με κανένα τρόπο ότι έφτασαν στην αρχή του χρόνου, αλλά ότι απλώς και μόνο εξάντλησαν τα όρια της δυνατότητας του ανθρώπου να κατανοήσει το χρόνο», έγραφε στο βιβλίο που δημοσίευσε ο John Playfair, βιογράφος του, με τίτλο «Απεικονίσεις της Θεωρίας της Γης σύμφωνα με τον Hutton». Ο Hutton πίστευε ότι πέρα από τις φυσικές δυνάμεις (π.χ. βαρύτητα, θερμότητα), οι οποίες δρουν ομοιόμορφα και με τον ίδιο τρόπο σε όλη τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου, δεν υπάρχει τίποτα το μεταφυσικό ή εξωπραγματικό που να διαμορφώνει συνεχώς τον πλανήτη.

Έτσι έμπαιναν οι βάσεις και οι απλές αρχές της γεωλογικής επιστήμης, αυτές που ονομάστηκαν αργότερα **ομοιομορφισμός** (Uniformitarianism), **ακτουαλισμός** (Actualism) και **βαθμιαία αλλαγή** (Gradualism). Με τον όρο ομοιομορφισμός εννοούμε ότι οι μεταβολές που συμβαίνουν στη Γη γίνονται αργά, σταθερά και

ομοιόμορφα και ό,τι συνέβαινε στο παρελθόν, μπορεί να εξηγηθεί με αρχές και φυσικούς νόμους που ισχύουν και σήμερα. Αυτό αποτέλεσε μια σημαντική και καθοριστική τομή σε σχέση με τις μεταφυσικές αντιλήψεις του παρελθόντος και θεμελίωσε τη γεωλογική σκέψη και γενικά τη διαχρονική μελέτη της φύσης.

Την ίδια άποψη περί ομοιόμορφης και σταδιακής εξελικτικής πορείας της Γης και της ζωής πάνω σ' αυτήν εξέφρασε, διαφωνώντας με τον Cuvier και τους οπαδούς του, με σαφή επιστημονικό τρόπο πλέον, ο Λάιελ (Sir Charles Lyell 1797-1875), σύγχρονος και φίλος του Δαρβίνου, ο οποίος απέδειξε ότι η εξέλιξη αυτή είναι μια πολύ αργή διαδικασία, που ο άνθρωπος δεν μπορεί να παρακολουθήσει στη διάρκεια της σύντομης ζωής του.

Τα γεωλογικά στοιχεία του Lyell δεν του επέτρεπαν να δεχθεί τις μεγάλης κλίμακας καταστροφές στη Γη που εκμηδένιζαν τη ζωή. Ο καταστροφισμός γι' αυτόν ήταν μια απλοϊκή ερμηνεία των γεωλογικών αλλαγών του παρελθόντος. Χαρακτηριστικά έγραφε: «Η γεωλογία είναι μια γοητευτική αλλά και πολύ δύσκολη μελέτη, γιατί πρέπει να ασχολείται κανείς με τις λεπτομέρειες του σχηματισμού της επιφάνειας της Γης. Η προσεκτική όμως εξερεύνηση των πετρωμάτων μας οδηγεί βήμα προς βήμα σε νέους δρόμους. Θεμέλιο γι' αυτή τη μελέτη θα πρέπει πάντα να είναι η ακριβής παρατήρηση των συνθηκών και των δυνάμεων που συνεχίζουν να επιδρούν πάνω στη Γη και να τη διαμορφώνουν. Η όψη της Γης συνεχώς μεταβάλλεται, όχι όμως παντού με τον ίδιο τρόπο και τον ίδιο ρυθμό. αλλά οι δυνάμεις που από την αρχή μέχρι σήμερα προκαλέσανε τη θαυμαστή και αδιάκοπη αλλαγή της φύσης, την καταστροφή της επιφάνειας της Γης και το ξαναφτιάξιμό της, είναι πάντα οι ίδιες. Οι διαδικασίες αυτές χρειάζονται πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα και έτσι πρέπει να αποδώσουμε στον πλανήτη μας μια πολύ μεγάλη ηλικία». Λέξεις και φράσεις από ένα κατά τα άλλα συντηρητικό καθηγητή της αγγλικής κοινωνίας, που έσπαζαν το φράγμα της θρησκευτικής αντίληψης για τη μικρή ηλικία της Γης και της σταθερότητας των πάντων και ουσιαστικά ξεκινούσαν μια θεμελιώδη επανάσταση στην επιστήμη και την κοινωνία. Ο πατέρας της γεωλογικής σκέψης Lyell, επηρέασε με τη σκέψη του και την προσωπικότητά του σημαντικά τον Δαρβίνο, του έδωσε ουσιαστικά το κλειδί που χρειαζόταν για να κατανοήσει την εξέλιξη των ειδών.

Ο Lyell με το έργο του ήταν αυτός που ολοκλήρωσε και διατύπωσε την πολύ θεμελιώδη αρχή των γεωεπιστημών, τον ομοιομορφισμό ή ακτουαλισμό. Δηλαδή, τη διαχρονική ομοιομορφία των φυσικών νόμων (αναλλοίωτοι φυσικοί νόμοι με το πέρασμα του χρόνου) και τη διαρκή βαθμιαία αργή γεωλογική αλλαγή σε ένα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Σήμερα οι φυσικοί τονίζουν ότι οι νόμοι που διέπουν ολόκληρο το σύμπαν άρχισαν από τα πρώτα δευτερόλεπτα αμέσως μετά τη μεγάλη έκρηξη. Με το βιβλίο του «Αρχές της Γεωλογίας» (Principles of Geology, 1830/33) ο Lyell καθιερώθηκε ως ο θεμελιωτής της σύγχρονης γεωλογίας και της καθαρής επιστημονικής σκέψης στο χώρο των γεωεπιστημών. Πρώτος ο Lyell θεμελίωσε στοιχειωδώς την έννοια της εξέλιξης της Γης, πάνω στην οποία στηρίχθηκε αργότερα η Θεωρία της εξέλιξης της ζωής. Αυτός επίσης έμελλε να ανακοινώσει το 1858, ως μέλος της Εταιρείας Λινναίου του Λονδίνου, την πρώτη εργασία του φίλου του Δαρβίνου για την εξέλιξη των ειδών, μαζί με εκείνη του Γουάλας (Alfred

Wallace 1823-1913). Ο Δαρβίνος μάλιστα, έγραφε στις σημειώσεις του ότι η μεγάλη αξία του βιβλίου του Lyell έγκειται στο ότι άλλαξε τον τρόπο σκέψης των ανθρώπων.

Στην εποχή μας, όταν μιλάμε για εξέλιξη το μυαλό μας πηγαίνει αυτόματα στο Δαρβίνο. Η εξελικτική θεωρία, ως σύνολο ιδεών, εξελίχθηκε με τη σειρά της τόσο πριν από το Δαρβίνο, όσο και κυρίως μετά από αυτόν. Έχει και αυτή την ιστορία της. Ως κοινωνία όμως εξακολουθούμε να μην κατανοούμε ουσιαστικά τη βιολογική εξέλιξη, παρότι στις δυτικές κοινωνίες τουλάχιστον αποτελεί βασικό κομμάτι της εκπαίδευσής μας. Η σύγχρονη επιστημονική έρευνα είναι θεμελιωμένη ουσιαστικά στην εξελικτική βιολογία, επιστημονικά και εκλαϊκευμένα άρθρα μας ενημερώνουν συνεχώς, ενώ ιδεολογικές, πολιτικές και θρησκευτικές διαμάχες ανακύπτουν συχνά. Η βιολογική εξέλιξη, άμεσα συνδεδεμένη με την εξελικτική πορεία αυτού του πλανήτη, είναι μια ιδιαίτερα αργή διαδικασία που συμβαίνει σε πολύ μεγάλο βάθος χρόνου, πολύ πέρα από το χρόνο των αισθήσεων και εμπειριών μας. Υπάρχουν πολλοί και σοβαροί λόγοι για την υστέρηση κατανόησης της πολύ αργής και σταδιακής μεταβολής, με πρώτο και σπουδαιότερο τη δομή του ίδιου του εγκεφάλου μας. Είμαστε και εμείς εξελικτικά πλασμένοι για να επιβιώνουμε ως άτομα στο δύσκολο αυτό κόσμο. Ο εγκέφαλός μας διαμορφώθηκε για να βρίσκει καλύτερους τρόπους για το κυνήγι, την καλλιέργεια της γης, την κατασκευή και το χειρισμό εργαλείων, την επικράτηση στην ομάδα, την αναζήτηση συντρόφου, το ζευγάρι και την ανατροφή των απογόνων. Διαμορφώθηκε δομικά και λειτουργικά για έναν άνθρωπο που είναι αναγκασμένος να ζει σε ένα περιβάλλον τριών διαστάσεων και να αντιλαμβάνεται τα αντικείμενα με σαίτου μεγέθους γύρω του. Επίσης να διακρίνει την αλληλουχία των γεγονότων μέσα στο χρόνο, αλλά για πάρα πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Αυτές και πολλές άλλες ιδιότητες του εγκεφάλου κυριάρχησαν στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της ύπαρξης του ανθρώπινου είδους και το βοήθησαν να επιβιώσει και να αναπτυχθεί. Ταυτόχρονα όμως πολλές από αυτές τις εγκεφαλικές λειτουργίες ώθησαν τον άνθρωπο να αρχίσει να σκέφτεται, να αντιλαμβάνεται το μικρόκοσμο και το μακρόκοσμο, διάφορες αφηρημένες έννοιες και τη μεγάλη διάσταση του χρόνου. Ο εγκέφαλός μας όμως εξακολουθεί να είναι συντηρητικά δομημένος ώστε να δέχεται και να χρησιμοποιεί νέες πληροφορίες και ιδέες μόνο όταν είναι προσαρμοσμένες στα σχήματα που διαθέτει, στο κοσμοείδωλο που πρόλαβε να παγιώσει. Χρειάζεται μεγάλη τόλμη και υπερβατικότητα για να μπορέσει να τροποποιήσει το κοσμοείδωλο του, το «μοντέλο» του, την «πίστη» του για να μπορέσει να δεχθεί το διαφορετικό και να το ενστερνισθεί. Αν και ως κοινωνία περάσαμε στην επιστημονική εποχή, σε ένα διαφορετικό υλικό και πνευματικό κόσμο, καλύπτοντας πολλές από τις προηγούμενες «πρωτόγονες» ανάγκες μας, δεν ξεπεράσαμε ακόμη νοοτροπίες, πίστεις, αγκυλώσεις και ιδεολογίες του παρελθόντος, γιατί και οι κοινωνικές μας αλλαγές είναι εξίσου αργές.

Σύμφωνα με τον ουκρανικής καταγωγής Αμερικανό καθηγητή Βιολογίας Ντομπζάνσκι (Theodosius Dobzhansky 1900-1975) «τίποτα στη βιολογία δεν έχει νόημα παρά μόνο υπό το φως της εξέλιξης». Επεκτείνοντας τη σκέψη του Dobzhansky, μπορούμε να προσθέσουμε ότι τίποτα στη γεωλογία και γενικά στις επιστήμες που μελετούν φαινόμενα με το στοιχείο της ιστορικότητας και της χρονικής αλλαγής -κοινωνικά, ιστο-

ρικά, οικονομικά, αστρονομικά- δεν έχει νόημα παρά μόνο στο πλαίσιο της εξέλιξης, δηλαδή της συνεχούς μεταβολής με την πάροδο του χρόνου. Δεν υπάρχει επιστήμη ή άλλη ανθρώπινη δραστηριότητα που να μην έχει επηρεασθεί από τις ιδέες της εξέλιξης.

Ως βιολογική εξέλιξη εννοούμε τη μακροχρόνια και πολύπλοκη διαδικασία της μεταβολής όλων ανεξαρτήτως των οργανισμών, μια συνεχή αλλαγή μέσω μικρών συσσωρευτικών τροποποιήσεων. Η εξέλιξη είναι μια μεταβολή μέσα στο χρόνο και ως τέτοια μεταβολή, άρρηκτα δεμένη και αλληλένδετη με τη βιολογική, είναι η αλλαγή του περιβάλλοντος και γενικά η εξέλιξη της ίδιας της Γης. Επίσης, σε μεγαδιάσταση συνδέεται με την εξέλιξη του Σύμπαντος, ενώ σε ανθρώπινους όρους η μεταβολή με το χρόνο αναφέρεται στις καθημερινές και διαχρονικές αλλαγές των ίδιων των οργανισμών, των κοινωνιών, των οικονομικών δομών, των εθνών και των γλωσσών μας. Τα πάντα σ' αυτό το Σύμπαν μεταβάλλονται με το χρόνο. Η ατομική μας ανάπτυξη, με απλά λόγια η ανθρώπινη ιστορία, η ιστορία της ζωής, της Γης και του Σύμπαντος, είναι εξέλιξη.

Αν μετά από 150 χρόνια συνεχούς επιστημονικής και φιλοσοφικής αναζήτησης ως κοινωνία δεν κατανοούμε ακόμη τη βιολογική εξέλιξη, που καθιερώθηκε ως βάση της καλύπτουσας βιολογικής επιστήμης, τότε την άλλη μεγάλη συνιστώσα της εξέλιξης και τη διαρκή αλλαγή της Γης την αγνοούμε τραγικά.

Ο μεγάλος σταθμός στην ιστορία της επιστήμης είναι αναμφισβήτητα η διατύπωση της «Θεωρίας της Εξέλιξης των Ειδών», που διατυπώθηκε συστηματικά και ολοκληρωτικά από τον Κάρολο Δαρβίνο (Charles Darwin 1809-1882). Το μεγάλο αυτό άλμα συνέβη στη ραγδαία αναπτυσσόμενη και μεταβαλλόμενη κοινωνία της Βρετανίας, όταν οι επαναστατικές ιδέες της επιστήμης, παράλληλα με εκείνες της πολιτικής και της οικονομίας, διέτρεχαν ολόκληρη την Ευρώπη, όταν η αποικιοκρατική επέκταση των ευρωπαϊκών δυνάμεων και των ποντοπόρων ταξιδιών πρόσφεραν μεγάλο πλούτο γνώσεων για τη φύση και έδιναν ώθηση στις φυσιογνωστικές επιστήμες. Όταν οι ριζοσπαστικές ιδέες του Lamarck, του Lyell, του Grant επηρέαζαν τα ανήσυχα μυαλά της εποχής. Όταν κάποιες εμβρυακές ιδέες για την εξέλιξη υπήρχαν στον Έρασμο Δαρβίνο, στο έργο του Ζωονομία (Zoonomia) ή κάποιες πιο ολοκληρωμένες απόψεις του βοτανολόγου Μάθιου (Patrick Matthew 1790-1874) και κυρίως του Γουάλας (Albert Wallace 1823-1913) προσέγγιζαν καλύτερα την έννοια της εξέλιξης. Παράλληλα άρχισαν να αναπτύσσονται επιστημονικές αναλύσεις για τα κοινωνικά και οικονομικά φαινόμενα της εποχής, όπως για παράδειγμα του Άνταμ Σμιθ (Adam Smith 1723-1790) και του Τόμας Μάλθους (Thomas Malthus 1766-1834) και αργότερα οι αναλύσεις του Κάρλου Μαρξ (Karl Marx 1818-1883), όπως διατυπώνονταν στο «Κεφάλαιο», το οποίο εκδόθηκε για πρώτη φορά το 1847, ενώ η πρώτη επανέκδοσή του αφιερώθηκε στο Δαρβίνο.

Ανάμεσα στις άμεσες επιδράσεις στη σκέψη του πατέρα της εξελικτικής θεωρίας έχει σημασία να αναφερθούν εκείνες σύγχρονών του επιστημόνων, όπως του βοτανολόγου Τζον Χένσλοου (John Henslow), ιδιαίτερα του μεγάλου Γερμανού γεωγράφου Φον Χούμπολτ (Alexander von Humboldt) με το μνημειώδες έργο του

«Κόσμος» (Cosmos), του γεωλόγου Άνταμ Σέτζγουικ (Adam Sedgwick) και πάνω απ' όλα του πατέρα της σύγχρονης γεωλογίας Λάιελ (Ch. Lyell) και του οικονομολόγου-φιλοσόφου Μάλθους (t. Malthus).

Ο Δαρβίνος βρήκε πιο γερές επιστημονικές βάσεις για να στηρίξει τη θεωρία του απ' ό,τι ο Lamarck και οι προηγούμενοι επιστήμονες, που αντιλαμβάνονταν τη συνεχή μεταβολή των ειδών, αλλά δεν μπορούσαν να την τεκμηριώσουν. Βρήκε επίσης το επιστημονικό και κοινωνικό περιβάλλον στην Αγγλία και την Ευρώπη του 19ου αιώνα περισσότερο προετοιμασμένο να δεχθεί τις καινούριες ιδέες, παρά τις δυσκολίες που αντιμετώπισε. Ήταν μια εποχή ραγδαίων κοινωνικών αλλαγών και επιστημονικών ανακαλύψεων σε όλους τους τομείς. Ας μην ξεχνάμε ότι τα βιβλία του Δαρβίνου «Καταγωγή των Ειδών» (Origin of Species, 1859) και «Καταγωγή του Ανθρώπου» (Origin of Man, 1871) είχαν τεράστια εκδοτική επιτυχία σε όλα τα κοινωνικά στρώματα, ήταν τα ευπώλητα (best sellers) της εποχής. Διαμόρφωσαν πολλούς ένθερμους υποστηρικτές των απόψεών του, προβλημάτισαν αρκετούς άλλους και, όπως συμβαίνει πάντα στην ανθρώπινη ιστορία, δημιούργησαν και πολλούς πολέμιους. Μεγάλη επίσης εκδοτική επιτυχία είχε και το βιβλίο «Αρχές της Γεωλογίας» του Lyell που προηγήθηκε της καταγωγής των ειδών και επανεκδόθηκε έξι φορές από το 1831 μέχρι το 1842, καθώς και το βιβλίο ενός ανώνυμου συγγραφέα με τίτλο «Οργανικά λείψανα ενός παρελθόντος κόσμου». Το τελευταίο πιθανολογείται ότι γράφτηκε από το γιατρό, παλαιοντολόγο και ένθερμο σοσιαλιστή James Parkinson, που μελέτησε (1817) τη νόσο στην οποία έδωσε και το όνομά του (νόσος Πάρκινσον). Εκείνο που δεν είναι γνωστό είναι ότι και ο Lyell δημοσίευσε σε ηλικία 66 ετών, το 1863, ένα βιβλίο με τίτλο «Αρχαιότητα του Ανθρώπου», όπου ενστερνιζόταν απόψεις του Δαρβίνου, έδινε έμφαση στη γεωλογική διάσταση της ανθρώπινης εξέλιξης και φυσικά δεν διαχώριζε τη γεωλογία από τη βιολογία. Ο Lyell τόνιζε ότι στις απόψεις του για τη μεταβλητότητα τον οδήγησε η λογική και όχι τα συναισθήματα ή η φαντασία του. Η θρησκευτική του παιδεία, η εκπαίδευση και γενικά η κουλτούρα του, κουλτούρα ουσιαστικά της αγγλικής μεγαλοαστικής τάξης, τον εμπόδισαν για μεγάλο χρονικό διάστημα να συνειδητοποιήσει τη ζωώδη καταγωγή του ανθρώπου και σ' αυτές οφειλόταν η αργοπορημένη δημοσίευση των απόψεων του, αντίστοιχων με εκείνες του Δαρβίνου. Η δημοσίευση αυτή αποτελεί μια θαρραλέα στάση ενός μεγάλου επιστήμονα που ξεπερνά το στενό πνεύμα της εποχής του και τους εσωτερικούς ενδοιασμούς του και σε προχωρημένη ηλικία αναθεωρεί πολλές από τις προηγούμενες απόψεις του. Φαινόμενο σπάνιο για πολλούς εγωιστές επιστήμονες, ανυποχώρητους από τις παγιωμένες ιδέες τους.

Πριν από τη δημοσίευση της καταγωγής των ειδών ο Δαρβίνος ήταν γνωστός στον επιστημονικό κόσμο ως φυσιοδίφης και γεωλόγος. Στις πρώτες σημειώσεις του ταξιδιωτικού ημερολογίου του ο Δαρβίνος γράφει: «Η γεωλογία με απασχολεί περισσότερο από καθετί άλλο». Χαρακτηριστικό επίσης είναι ότι οι πρώτες δημοσιεύσεις του ταξιδιού του αναφέρονται στη γεωλογία με το γενικό τίτλο «Γεωλογία του ταξιδιού με το Beagle». Επίσης, το 1842 πρωτοδημοσίευσε μια μελέτη για τη γεωλογική δομή των κοραλλιογενών υφάλων και γεωλογικές παρατηρήσεις για τα ηφαιστειογενή νησιά. Φιλοδοξούσε μάλιστα να δημιουργήσει μια «απλή» και κατανοητή γεωλογία. Οι προβληματισμοί και τα συμπεράσματα για τον έμβιο κόσμο ήρθαν ως

συνέχεια των γεωλογικών ενδιαφερόντων του. Άλλωστε, οι δύο μεγάλες προσεγγίσεις της φύσης όπως τις γνωρίζουμε σήμερα, γεωλογία και βιολογία, δεν ήταν δύο ξεχωριστά κομμάτια στη σκέψη του θεωρητικού της εξέλιξης, γιατί τα θεωρούσε αλληλένδετα, τόσο αυτός όσο και η επιστημονική σκέψη του 19ου αιώνα.

Ο πατέρας της εξελικτικής θεωρίας των ειδών έγινε πρώτα γνωστός στους επιστημονικούς κύκλους της Αγγλίας από την πετυχημένη γεωλογική ερμηνεία για τη δημιουργία και την ανάπτυξη των κοραλλιογενών υφάλων, που λέγονται ατόλες, με την εργασία του για τη «Η Δομή και την Κατανομή των Κοραλλιογενών Υφάλων» (“The structure and distribution of Coral Reefs” 1842). Τα κοράλλια «φύονται» λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, γύρω από έναν αβαθή ύφαλο, στον οποίο με την αργή γεωλογική καταβύθιση οι αλλεπάλληλες θανατοκοινωνίες των κοραλλιών δημιουργούν εδάφη, λίγα μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Αυτή ήταν η πρώτη σημαντική γεωλογική ερμηνεία του Δαρβίνου, η οποία ισχύει μέχρι σήμερα. Ουσιαστικά ο Δαρβίνος στις πρώτες του επιστημονικές αναζητήσεις καταπιάστηκε με ένα θέμα Βιογεωλογίας, όπως αυτό των κοραλλιογενών νησιών. Ασχολήθηκε επίσης με τα ηφαιστειογενή νησιά («Volcanic Islands» 1844) με επιτυχία. Γνωστές είναι και οι παρατηρήσεις του για τους γεωλογικούς χάρτες της Νότιας Αμερικής, τους οποίους συμπλήρωσε («Geological Observations on South America» 1846). Τέλος, το μεγάλο του φυσικό εργαστήριο, τα ωκεάνια νησιά Γκαλαπάγκος, τα ερμήνευσε πρώτα γεωλογικά, ως ηφαιστειακά βασαλτικά δημιουργήματα, γεωλογικά νεότερα και απομονωμένα από την κοντινότερη ήπειρο. Μετά τα προσέγγισε ως απομονωμένους βιότοπους.

Το κλειδί όμως στη σύλληψη και ανάπτυξη των ιδεών της σταδιακής μεταβολής των βιολογικών ειδών βρίσκεται στην κατανόηση των αργών γεωλογικών διαδικασιών, στην ομοιομορφία του φυσικού νόμου και στη μεγάλη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου, στοιχεία τα οποία κατανόησε ο Δαρβίνος ως γεωλόγος με τη διαρκή συνεργασία κυρίως με το δάσκαλο, φίλο και συνεργάτη του, τον καθηγητή γεωλογίας Charles Lyell. Οι γεωλογικές γνώσεις του Δαρβίνου αποτέλεσαν το βασικό εκείνο συντελεστή στην ανάπτυξη της σκέψης του ώστε να πραγματοποιήσει μία από τις μεγαλύτερες επιστημονικές ανακαλύψεις των νεότερων χρόνων. Η στοιχειώδης παλαιοντολογία της εποχής του έδειχνε ότι το χρονικό διάστημα που ήταν απαραίτητο για το σχηματισμό των γεωλογικών στρωμάτων, μέσα στα οποία βρίσκονταν τα απολιθώματα, ήταν απείρως μεγαλύτερο από αυτό που επέβαλλαν οι καθιερωμένες αντιλήψεις της εποχής. Η στιγμή ήταν ώριμη για να πραγματοποιηθεί η σύλληψη της διαρκούς εξέλιξης.

Όσον αφορά τον πυρήνα της θεωρίας του, ο Δαρβίνος αρχικά πίστευε ότι τα είδη ήταν πληθυσμοί που αποτελούνταν από άτομα τα οποία μπορεί να ποίκιλλαν από γενεά σε γενεά. Έπειτα περιέγραφε το συνεχή «αγώνα για τη ζωή» στη φύση: τα ζώα δεν πρέπει να αντιμετωπίζουν μόνο τους ανταγωνιστές τους, αλλά πρέπει να αντιστέκονται στις κακές καιρικές συνθήκες, τη ζέστη, την ξηρασία, σε κάθε αλλαγή του περιβάλλοντος. Η γεωλογία είχε ήδη δρομολογήσει την έρευνα για τις συνεχείς αλλαγές του γεωπεριβάλλοντος. Έτσι, εισήγαγε την κεντρική ιδέα της θεωρίας του για τη φυσική επιλογή, βασιζόμενος σε μια σύγκριση με την τεχνητή επιλογή. Η φύση παράγει νέα είδη επιλέγοντας άτομα ανάμεσα από πληθυσμούς προϋπαρχόντων

ειδών. Τα άτομα εκείνα που υπέστησαν ευνοϊκές μεταβολές επέζησαν και πολλαπλασιάστηκαν, συγκρότησαν ομάδες και πληθυσμούς που αυξήθηκαν, ενώ εκείνα που υπέστησαν δυσμενείς μεταβολές σταδιακά συρρικνώθηκαν και τελικά εξέλιπαν. Σήμερα γνωρίζουμε ότι οι μικρές αλλαγές με τη μορφή μεταλλάξεων εμφανίζονται τυχαία στα άτομα και διατηρούνται από γενιά σε γενιά μόνο όταν είναι χρήσιμες. Με άλλα λόγια στην εξέλιξη ξαναεμφανίζεται η δημοκρίτεια τύχη και αναγκαιότητα. Αν υποθέσουμε ότι ο μηχανισμός αυτός της επιλογής λειτούργησε για χιλιάδες γενεές, τότε, από τη συσσώρευση μικρών μεταβολών, δημιουργούνται νέοι πληθυσμοί, δηλαδή νέα είδη.

Ο Δαρβίνος δεχόταν την ύπαρξη και μερικών άλλων εξελικτικών διαδικασιών, όπως η σεξουαλική επιλογή, η χρησιμοποίηση ή η αδράνεια των οργάνων, οι τυχαίες αλλαγές και αποκαλούσε την εξέλιξη «διαδοχή με τροποποίηση». Κατά τη γνώμη του όμως, η φυσική επιλογή διαδραμάτιζε το σημαντικότερο ρόλο. Η αλήθεια είναι, όπως άλλωστε παραδεχόταν και ο ίδιος, ότι η θεωρία αυτή αν και αποτελούσε ένα αδιαμφισβήτητο γεγονός, δεν μπορούσε να «αποδειχτεί» άμεσα. Μια συχνά διατυπωμένη ένσταση, ανάμεσα σε άλλες, ήταν πως κανείς ποτέ δεν είχε δει ένα είδος να μεταλλάσσεται σε άλλο. Είχε δίκιο όταν έλεγε ότι οι εξηγήσεις του για την εξέλιξη των ειδών καθιστούσαν κατανοητές ένα πλήθος παρατηρήσεων βοτανολόγων, ζωολόγων, παλαιοντολόγων, εμβρυολόγων και άλλων επιστημόνων. Αρκετοί επιστήμονες αμφισβήτησαν την καινούρια θεωρία. Σε λίγα χρόνια όμως, η θεωρία αυτή κατόρθωσε να επιβληθεί και να γίνει παγκόσμια αποδεκτή ως βάση για παραπέρα επιστημονική έρευνα. Οι επιπτώσεις της νέας θεωρίας ήταν επίσης βαθιές στις κοινωνικές αντιλήψεις της εποχής του, και εξακολουθούν να είναι μέχρι και σήμερα. Η βιολογική έρευνα, επειδή ακριβώς μας αγγίζει ως ανθρώπινες οντότητες, προκαλεί συνεχώς σοβαρά ιδεολογικά προβλήματα.

«Η θεωρία της Εξέλιξης», έγραφε ο Ένγκελς (Friedrich Engels 1820-1895) στα 1878, στο βιβλίο του *Anti-During*, «είναι πολύ νέα ακόμη και κατά συνέπεια, δεν χωρεί αμφιβολία, πως οι κατοπινές έρευνες θα αλλάξουν σε πάρα πολλά σημεία τις σημερινές ιδέες, ακόμα και εκείνες που θεωρούνται αυστηρά δαρβινιστικές, για την πορεία της εξέλιξης των ειδών». Πραγματικά, η ιστορία της επιστήμης τον δικαίωσε. Είναι για παράδειγμα αλήθεια ότι το εξελικτικό μοντέλο τόνιζε στην αρχή περισσότερο τον ανταγωνισμό. Η πιο σύγχρονη έκφρασή του όμως προβάλλει εντονότερα την αλληλεξάρτηση, τη συνεργασία και τη συμβίωση. Συμπληρώθηκε επίσης με τη γενετική. Η εξέλιξη των οργανισμών, όπως και των γήινων συστημάτων με την εξέλιξη των οποίων συμβαδίζει, είναι αργές διαδικασίες, με μεγάλες περιόδους αργών μεταβολών. Φάσεις «γρήγορων» αλλαγών με εξελικτικά άλματα είναι πιο σπάνιες και εναλλάσσονται με τις «ήρεμες» περιόδους εξέλιξης. Οι μικρές αλλά διαρκείς αλλαγές στη Βιολογία και στη Γεωλογία είναι σημαντικότερες και με τη ροή του χρόνου τεκμηριώνουν τις μεγάλες αλλαγές που τελικά βλέπουμε.

Ο Νεοδαρβινισμός, δηλαδή η σύνθεση Δαρβινισμού και Γενετικής, ενσωμάτωσε τα νέα συμπεράσματα της κληρονομικότητας. Η σύγχρονη γενετική απάντησε σε πολλά ερωτήματα του μηχανισμού της εξέλιξης και η «θεωρία της συμβίωσης» ήρθε να προσθέσει πολλά νέα στοιχεία για την πορεία της αλλαγής των ειδών. Η

συμβίωση διαφορετικών οργανισμών είναι το σύστημα μέσα στο οποίο μέλη διαφορετικών ειδών ζουν σε φυσική επαφή και σχέση. Σχεδόν όλα τα είδη αυτού του πλανήτη χωρίς τη συμβίωση με άλλα είδη, που τις περισσότερες φορές είναι πολύ διαφορετικά, δεν θα μπορούσαν να επιβιώσουν. Ο ανθρώπινος οργανισμός, για παράδειγμα, χωρίς τα δισεκατομμύρια των βακτηρίων με τα οποία συμβιώνει δεν θα μπορούσε να λειτουργήσει και να επιζήσει. Κατά τις ριζοσπαστικές και «ανορθόδοξες» απόψεις των Αμερικανών βιολόγων Ιβάν Γουάλιν (Ivan Wallin) και Λιν Μαργκούλις (Lynn Margulis), μέσω της συμβίωσης προκύπτουν νέα είδη. Η συμβιογένεση, ένας εξελικτικός όρος κατά τη Margulis, αναφέρεται στη δημιουργία νέων ιστών, οργάνων, οργανισμών ή ακόμη και ειδών, μέσω της εδραίωσης της μακροχρόνιας μόνιμης συμβίωσης. Για παράδειγμα, τα μιτοχόνδρια, οι μικροσκοπικές δομές των κυττάρων τόσο των ζώων όσο και των φυτών, σύμφωνα με αυτή την άποψη, υπήρξαν στο παρελθόν μικρόβια που σε κάποια «στιγμή» της εξελικτικής τους ιστορίας ενσωματώθηκαν στα κύτταρα. Τότε, πέρα από τους ξεχωριστούς αποκλίνοντες κλάδους της εξέλιξης των ειδών στο δαρβινικό δένδρο, θα πρέπει να έχουμε και τις συγκλίσεις κλάδων με τις συγχωνεύσεις ειδών. Οι ιδέες αυτές μπορεί να αποτελέσουν μια άλλη διάσταση της βιολογικής εξέλιξης. Ένας άλλος εντυπωσιακός και διαφορετικός δρόμος έρευνας για την πορεία της βιολογικής εξέλιξης ανοίγεται στους βιολόγους, η συμβιογένεση, πέραν εκείνου του ανταγωνισμού και της φυσικής επιλογής, με βιοκοινωνιολογικές προεκτάσεις. Η συνύπαρξη, η συμβίωση, η συνεργασία και η αλληλοβοήθεια για την επιβίωση δεν λείπουν από την εξελικτική πορεία των ζωικών οργανισμών και την κοινωνική οργάνωση, ως σημαντικές συνιστώσες. Ζούμε σε ένα «συμβιωτικό πλανήτη» κατά τη χαρακτηριστική έκφραση της Margulis. Ο κοινωνικός δαρβινισμός καθώς και η κοινωνιοβιολογία είναι καιρός να απαλλαγούν από τις ακραίες ιδέες του σκληρού ανταγωνισμού και της επικράτησης του ισχυρότερου, που τόσο εντυπωσιακή επίδραση είχαν στο κοινωνικό σύνολο. Ο δαρβινισμός μάλιστα κατηγορήθηκε για υπολανθάνουσα φασίζουσα νοοτροπία και ρατσισμό. Είναι όμως καιρός να αναδείξει η σύγχρονη βιολογία τη συμβίωση και τη συνεργασία των οργανισμών, παράλληλα με τον ανταγωνισμό και τη φυσική επιλογή και κυρίως να διαχωρίσει τις φυσικές διεργασίες από τις αντίστοιχες της ανθρώπινης κοινωνίας. Παρά τις μεγάλες ομοιότητες βιολογικών και κοινωνικών συστημάτων και τις απλουστευμένες ερμηνείες με βιολογικούς όρους στην κοινωνιολογία, η φύση λειτουργεί διαφορετικά, δεν γνωρίζει τι είναι καλό ή κακό και δεν έχει σχέση με αυτό που ονομάζει ο άνθρωπος ηθική. Η ανθρώπινη κοινωνία και η εξέλιξη της, παρ' όλο που δεν παύει να είναι ένα φυσικό σύστημα, έχει τις δικές της δομές, αρχές και αξίες που τη διέπουν και την εξελίσσουν, πέραν των φυσικών. Η ανθρωποκοινωνία αποτελεί μια άλλη μεγάλη μοναδικότητα μέσα στο φυσικό κόσμο.

Παρ' όλες τις αποδείξεις της εξέλιξης των ειδών με τις μεγάλες προόδους της παλαιοντολογίας και της γενετικής, πρωταρχικά ερωτήματα της θεωρίας της εξέλιξης εξακολουθούν να υφίστανται, όπως για παράδειγμα πώς είναι δυνατό μια διαδικασία τόσο αργή, συνεχής και σταδιακή να παράγει απόλυτα διακριτές μονάδες, όπως τα είδη; Μήπως πρέπει να αντιστρέψουμε το πρόβλημα, να δούμε τη συνεχή μεταβολή των ειδών στο χρόνο, με τα μάτια μιας νέας εξελικτικής παλαιοντολογίας και να πούμε ότι στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν είδη παρά μόνο μια συνεχής ροή μέσα στο χρόνο ατόμων, ομάδων, πληθυσμών και οικοσυστημάτων

που συνεχώς μεταβάλλονται. Δεν υπάρχουν δηλαδή σαφή και διακριτά όρια μεταξύ ειδών, υποειδών, γενών, παρά μόνο συνεχείς πολυκλαδικές γραμμές εξέλιξης. Άλλωστε και η κατάταξη σε είδη ήταν μια αναγκαία ταξινομική προσπάθεια της επιστήμης μπροστά στο χάος του έμβιου κόσμου για ερευνητικούς και διδακτικούς λόγους. Οι σύγχρονοι ζωολόγοι και βοτανολόγοι, που βλέπουν το σημερινό επίπεδο του βιόκοσμου σαφώς διαχωρισμένο σε είδη, θα διαφωνούσαν. Ένας παλαιοντολόγος όμως, μελετώντας τα ίδια είδη διαχρονικά, θα δυσκολευόταν πολύ να βρει πού αρχίζουν τα όρια του είδους, του υποείδους και τη σύνδεσή του με τα άλλα είδη. Οι παλαιοντολόγοι ουσιαστικά μιλούν τις περισσότερες φορές για μεταβατικές μορφές από είδος σε είδος. Στην καλύτερη περίπτωση θα σχεδίαζε την εξελικτική γραμμή πληθυσμών με ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά, που όσο πιο βαθιά στο χρόνο εισχωρεί γίνεται και περισσότερο ασαφής, τόσο που δεν ξεχωρίζει με τις αντίστοιχες εξελικτικές γραμμές άλλων «ειδών». Θα έφτανε δηλαδή σε ένα σημείο όπου δύο είδη δεν θα διέφεραν.

Είναι δυνατόν να ποσοτικοποιηθούν και να περιγραφούν με μαθηματικό τρόπο οι εξελικτικές παράμετροι; Πόσο μεγάλα ή μικρά είναι τα μεταλλακτικά βήματα; Εξακολουθεί η φυσική επιλογή να θεωρείται ο κύριος μηχανισμός της εξέλιξης; Αυτά είναι μερικά από τα προβλήματα που απασχολούν τη σύγχρονη βιολογική επιστήμη.

Η μεγάλη βιολογική επανάσταση, που συνοψίζεται σχεδόν στο όνομα του Δαρβίνου, δεν περιορίστηκε μόνο στον έμβιο κόσμο, στα φυτά και στα ζώα, άγγιξε και τον ίδιο τον εγωιστή άνθρωπο. Αυτό ήταν κυρίως πού έφερε τη μεγάλη ιδεολογική, θρησκευτική και κοινωνική αναστάτωση. Διαφορετικά, θα ήταν μια αποδεκτή σε στενό επιστημονικό κύκλο θεωρία, όπως πολλές άλλες άγνωστές μας θεωρίες και δεν θα απασχολούσε το ευρύτερο κοινό με τις ιδεολογικές και πολιτικές της προεκτάσεις. Έθιξε όμως και τον άνθρωπο, τον περιόρισε ξαφνικά στην πραγματική του θέση. Τον ξεγύμνωσε από όλα εκείνα τα εγκεφαλικά του ιδεολογήματα για την ανωτερότητα και τη μοναδικότητά του. Αυτή η μεγάλη επιστημονική αλλαγή απέδειξε πως κάθε μέρος ενός φυτού ή ενός ζώου υπήρχε σ' έναν πολύ μακρινό και πολύ διαφορετικό πρόγονο του συγκεκριμένου φυτού και του ζώου. Αυτή ή επανάσταση γκρέμισε τον Άνθρωπο από το φανταστικό του θρόνο, που ο ίδιος είχε φτιάξει και όπου είχε τοποθετήσει τον εαυτό του ως κέντρο του κόσμου, δίνοντάς του έτσι ένα μάθημα ταπεινοφροσύνης, αλλά ταυτόχρονα και ένα μάθημα φιλοδοξίας, δείχνοντάς του πως αν και η καταγωγή του είναι «ταπεινή», οι δυνατότητες του αντίθετα είναι πολύ μεγάλες για να συμβιώσει δημιουργικά σ' αυτόν το μοναδικό πλανήτη, συμμετέχοντας στις διεργασίες του, αφού πρώτα τις κατανοήσει.

Μετά τις ριζοσπαστικές αλλαγές του 19ου αιώνα στην επιστήμη και την κοινωνία, η βιολογία και η γεωλογία ακολούθησαν ανεξάρτητες, αν και σε γενικές γραμμές παράλληλες, πορείες. Οι μηχανισμοί λειτουργίας και εξέλιξης της Γης και των έμβιων όντων φαίνεται ότι είναι τελείως διαφορετικοί, γι' αυτό η γεωλογία και η βιολογία θα συνεχίσουν να πορεύονται για πολύ ακόμα ως ανεξάρτητες επιστήμες, χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθόδους έρευνας. Όμως, μετά από 150 χρόνια διάσπασης της γνώσης σε πολλούς κλάδους, μόλις

πρόσφατα νιώθουν οι επιστήμονες ότι άρχισε να συσσωρεύεται αξιόπιστο επιστημονικό υλικό για να επιχειρηθεί μια νέα σύνθεση και να διαμορφωθεί ένα σύνολο για όλα όσα γνωρίζουμε

Η Βιολογία, όταν ξεπέρασε τη φυσιογνωστική και περιγραφική προσέγγιση φυτών και ζώων, στράφηκε στη μελέτη του κυττάρου, της μονάδας της ζωής, ως κατεξοχήν βιοχημικού εργαστηρίου. Από την ανάπτυξη της κυτταρικής θεωρίας (Rudolf Virchow 1821-1902), την κατάρριψη της αυτογένεσης με το δόγμα «η ζωή προέρχεται από ζωή» του Παστέρ (Louis Pasteur 1822-1895), η βιολογία έφτασε σε έναν άλλο μεγάλο σταθμό της, τους νόμους της κληρονομικότητας (Gregor Mendel 1822-1884, Hygo de Vries 1848-1935, Carl Correns 1864-1933) και τη θεμελίωση της Γενετικής. Μετά την ανακάλυψη των δύο θεμελιωδών μακρομορίων RNA και DNA, κυρίως της δομής του πολύπλοκου και ουσιαστικού μορίου της ζωής, του DNA, από τους J. Watson και F. Crick το 1953, την κατανόηση του πολύπλοκου μηχανισμού της γονιδιακής αποκωδικοποίησης από τους Francois Jacob και Jacques Monod, με την παράλληλη ανάπτυξη της Μοριακής Βιολογίας η επιστήμη της βιολογίας εισέρχεται στην πιο μοντέρνα φάση της. Ουσιαστικά μπαίνει στον τομέα της Εφαρμοσμένης Γενετικής και Βιοτεχνολογίας, με όλες τις προοπτικές, τα επιτεύγματα και τα προβλήματα για τα οποία γινόμαστε καθημερινά μάρτυρες και κοινωνοί.

Η αυτοοργάνωση της ύλης σε τέτοιο βαθμό ώστε να λειτουργεί, να αναπαράγεται και να εξελίσσεται, δηλαδή να ζει, είναι ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο φαινόμενο, που απασχολούσε, απασχολεί και θα απασχολεί την ανθρώπινη σκέψη πέρα από την επιστημονική και τη φιλοσοφική του διάσταση. Αυτό καθαυτό το φαινόμενο είναι ένα θαύμα. Απ' ό,τι ξέρουμε μέχρι σήμερα και με τον τρόπο που το γνωρίζουμε, το φαινόμενο ζωή είναι μοναδικό στη Γη.

Στην ίδια χρονική περίοδο η γεωλογία καταπιάστηκε με τα δικά της προβλήματα, τα προβλήματα της εξέλιξης του γήινου φλοιού, τη δημιουργία και την αποικοδόμηση των βουνών, τον τρόπο δημιουργίας των κοιτασμάτων και την ανακάλυψή τους, την αναζήτηση νέων πρώτων υλών. Ανάμεσα στα θεωρητικά ζητήματα, που για χρόνια απασχολούσαν φυσιοδίφες και γεωλόγους, σημαντική θέση κατείχε το πρόβλημα της ορογένεσης, δηλαδή του τρόπου της δημιουργίας των βουνών, σε συνδυασμό με την καταγωγή των ηπείρων και των ωκεανών. Για τη μελέτη των βουνών έγιναν μεγάλα άλματα ακόμη από το 19ο αιώνα. Οι Αμερικανοί γεωλόγοι για παράδειγμα, Χωλ και Ντάνα (J. Hall 1811-1898 και J. Dana 1813-1895) μελέτησαν παλιές μεγάλες λεκάνες και αύλακες, δηλαδή κοιλοότητες του φλοιού, που γέμισαν με ιζήματα μεγάλου πάχους. Οι δύο αυτοί ερευνητές απέδειξαν ότι στη θέση των μεγάλων κοιλοτήτων εμφανίζονται με την πάροδο του χρόνου οροσειρές. Σημαντικός σταθμός στη γεωλογική έρευνα στάθηκε η ανακάλυψη και εκμετάλλευση κοιτασμάτων πετρελαίου στη Βόρεια Αμερική από τα μέσα του 19ου αιώνα και όπως συνέβη με τη μελέτη των γαιαθράκων και όλων των μεταλλευτικών υλικών, η γεωλογία έγινε μια κατεξοχήν εφαρμοσμένη επιστήμη. Οι απόψεις για τις γήινες αύλακες εξελίχθηκαν σε μία από τις πιο βασικές θεωρίες της Γεωλογίας, τη «θεωρία του γεωσυγκλίνου», η οποία προσπαθούσε να ερμηνεύσει ολόκληρο το γεωλογικό κύκλο, από τη δημιουργία της λεκάνης (γεωσύγκλινο) που δεχόταν τα ιζήματα (ιζηματογένεση), το μαγματισμό και τη μεταμόρ-

φωση μέχρι την ορογένεση (δημιουργία βουνών). Η θεωρία αυτή κυριάρχησε για περισσότερο από 100 χρόνια και συμπληρώθηκε, ή καλύτερα αντικαταστάθηκε, από τη «Θεωρία των Λιθοσφαιρικών Πλακών» στο τέλος της δεκαετίας του 1960.

Η θεωρία του γεωσυγκλίνου και όλη η προσπάθεια κατά τα τέλη του 19ου αιώνα, της ηρωικής εποχής της γεωλογίας, επικεντρώθηκαν στην ερμηνεία της δημιουργίας των βουνών, τη λεγόμενη ορογένεση. Είναι πολύ μεγάλος ο αριθμός των επιστημονικών εργασιών και συγγραμμάτων που προσπαθούσαν να δώσουν ερμηνείες για το μηχανισμό της εξέλιξης των οροσειρών από τότε που αποτελούσαν βυθό βαθιών θαλασσών μέχρι που ανυψώθηκαν σε μερικές χιλιάδες μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και μέχρι την οριστική διάβρωση και ισοπέδωσή τους.

Στη συνέχεια, οι επιστήμες της Γης έκαναν άλματα κατά τον 20ο αιώνα, τόσο στο θεωρητικό όσο και στο εφαρμοσμένο πεδίο, μέσα στις καινούριες επιστημονικές και παραγωγικές συνθήκες που διαμορφώθηκαν. Ουσιαστικά ο αιώνας ξεκίνησε με μια άγουρη επιστημονική επανάσταση, εκείνη του Αυστριακού μετεωρολόγου και γεωφυσικού Βέγκενερ (Alfred Wegener 1880-1930). Με τη «Θεωρία της απομάκρυνσης των ηπείρων» ο Wegener το 1910 πρότεινε ουσιαστικά την οριζόντια μετακίνηση των ηπείρων και μάλιστα σε μεγάλες αποστάσεις μέσα στο πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα του γεωλογικού χρόνου. Μια σημαντική παρατήρηση και ένα σημαντικό τμήμα της θεωρίας του αφορούσε την απόκλιση της αμερικανικής ηπείρου από την Ευρώπη και την Αφρική, η οποία άρχισε από το Μεσοζωικό αιώνα, δηλαδή πριν από 200 εκατομμύρια χρόνια. Η απόκλιση αυτή δημιούργησε τον Ατλαντικό ωκεανό και εξηγούσε την εκπληκτική ομοιότητα των ακτών και κυρίως τη γεωλογική συνέχεια των στρωμάτων των δύο ηπειρωτικών περιοχών. Η επαναστατική αυτή άποψη, που συνοψίζεται στη φράση «...και όμως οι ήπειροι κινούνται...», με τις πολλές υποθέσεις, αρκετές ενδείξεις και ελάχιστες έως καθόλου αποδείξεις, έφερε τον επιστήμονα που τη διατύπωσε σε αντίθεση με τη γεωλογική ορθοδοξία της εποχής του και προκάλεσε μία από τις πλέον υπερβολικές επιστημονικές συγκρούσεις. Χαρακτηριστικό είναι ένα συμπέρασμα του συνεδρίου της Αμερικανικής Ένωσης Γεωλόγων Πετρελαίου: «Η Γεωλογία μπορεί ακόμη να θεωρείται ως μια επιστήμη έστω και αν αφήνουμε να διαδίδεται μια τέτοια θεωρία». Ο ίδιος ο Wegener, διαισθανόμενος ότι δεν διέθετε ισχυρά επιχειρήματα και ότι κινούνταν έξω από την περιοχή της ειδικότητάς του και κυρίως δεν έβρισκε διεπιστημονικό χώρο στα στενά όρια των επιστημονικών ειδικοτήτων, στην τελευταία έκδοση του βιβλίου του «Η προέλευση των Ηπείρων και των Ωκεανών» το 1929 απευθύνεται σε γεωλόγους, γεωφυσικούς, γεωδαίτες, παλαιοντολόγους, ζωο- και φυτο-γεωγράφους και ζητάει να προσκομίσουν περισσότερες αποδείξεις για τη θεωρία του. Τους καλεί να δουν πέρα από τα στενά πλαίσια των ειδικοτήτων τους, πολύ ευρύτερα, για να μπορέσουν να κατανοήσουν τη εξέλιξη αυτού του πλανήτη, με μια διεπιστημονική συμβολή. Κάτι που σήμερα φαίνεται αυτονόητο, στην εποχή του ξεκινήματος της εξειδίκευσης ήταν λάθος επιλογή ή όπως συχνά συμβαίνει στην ιστορία της επιστήμης και των κοινωνικών ιδεών, ήταν άκαιρα πρόδρομη η άποψη και η πρότασή του. Ήταν μια άγουρη πρόταση σε ένα ανώριμο επιστημονικό περιβάλλον. Τα επιχειρήματα του Wegener ήταν διεπιστημονικά και

δυστυχώς ποιοτικά και όχι ποσοτικά, όπως ήθελε η παράδοση του 19ου αιώνα. Ήταν δύο πράγματα ασυγχώρητα για την εποχή του, αρχές του 20ου αιώνα, όταν γεννιόνταν και περιχαρακώνονταν οι εξειδικεύσεις και το πνεύμα της εποχής διαμορφωνόταν με τη μαθηματικοποίηση και ποσοτικοποίηση των παρατηρήσεων, όπως έδειχναν οι άλλες φυσικές επιστήμες, η φυσική και η χημεία, με τα μεγάλα επιστημονικά επιτεύγματα και άλματά τους. Δεν ήταν εποχή κατάλληλη για διεπιστημονικές αναζητήσεις. Οι ειδικεύσεις οριοθετήθηκαν και με τα συμφέροντα, όχι κατ' ανάγκη υλικά, των επιστημόνων, οι οποίοι περιφρουρούσαν τα όρια των επιστημονικών τους πεδίων, όπως και σήμερα. Οι ειδικοί δεν δέχθηκαν ένα μετεωρολόγο, τον Wegener, να διατυπώνει γεωφυσικές ερμηνείες για το γήινο φλοιό. Επίσης δεν τον συγχώρεσαν γιατί δεν διέθετε σαφή ποσοτικά αποδεικτικά στοιχεία που να στηρίζονται στο επίπεδο της Μηχανικής και της ραγδαία αναπτυσσόμενης Σεισμολογίας και Φυσικής του εσωτερικού της Γης, για να υποστηρίξει τη νέα ριζοσπαστική του υπόθεση. Ο Wegener έκανε αναμφίβολα και πολλά λάθη. Έτσι, ο πρώτος ενθουσιασμός έσβησε σαν ένα πολύ ωραίο όνειρο, και ξεχάστηκε για 40 περίπου χρόνια. Η υπόθεσή του όμως αποδείχθηκε εξαιρετικά γόνιμη.

Η τεχνολογία μετά το 2ο παγκόσμιο πόλεμο, η συσσώρευση γεωλογικών και σεισμολογικών γνώσεων σε παγκόσμια κλίμακα και κυρίως η μελέτη της σχεδόν άγνωστης μέχρι τότε θαλάσσιας γεωλογίας, καθώς και η κατανόηση σε μεγάλο βαθμό της εξέλιξης και της λειτουργίας των ωκεανών, ολοκλήρωσαν την επιστημονική επανάσταση με τη Θεωρία των Λιθοσφαιρικών Πλακών. Προηγήθηκε ως πρόδρομος η «Θεωρία της Διεύρυνσης των Ωκεανών», η οποία άνοιξε το δρόμο στη νέα θεωρία και σχεδόν απορροφήθηκε από αυτή, με τις ιδέες του Βρετανού Χόλμς (Arthur Holmes 1890-1965) για τα ρεύματα θερμικής μεταφοράς του μανδύα (1929 και 1931) και του Αμερικανού Χες (Harry Hess 1906-1969) για τη δομή και ηλικία του ωκεάνιου φλοιού. Αντίθετα ο Καναδός γεωλόγος L. Morney, που κατέληξε σε παρόμοια συμπεράσματα, ατύχησε, γιατί τα μεγάλα γεωφυσικά περιοδικά σε ένα πνεύμα επιστημονικού συντηρητισμού, αρνήθηκαν να δημοσιεύσουν το πραγματικά πολύ σημαντικό άρθρο του, όπως εκτιμήθηκε αργότερα. Η θεωρία συμπληρώθηκε το 1963 με παλαιομαγνητικές κυρίως μετρήσεις από τους Βιν και Μάθιους (F.J. Vine 1939-1988 και D.H. Matthews 1931-1997) και από τον Ουίλσον (J.T. Wilson) το 1965. Οι πρώτες όμως απόψεις του Καναδού Wilson, που έθεταν τις βάσεις αυτής της θεωρίας και που διατυπώθηκαν στις αρχές του 1960, πάλι αμφισβητήθηκαν. Τελικά, ο όρος «απομάκρυνση των ηπείρων εγκαταλείφθηκε και αντικαταστάθηκε από τις «Τεκτονικές Πλάκες», που για πρώτη φορά τις ονόμασε έτσι ο Αμερικανός γεωφυσικός Μόργκαν το 1967 (W. J. Morgan), ενώ σχεδόν ταυτόχρονα κατέληγαν σε παρόμοιες ιδέες οι Μακένζι (D. McKenzie), ο Πάρκερ (R. Parker), ο Λε Πισόν (X. Le Pichon) και οι Ίζαακς, Όλιβερ και Σάικς (Issaks, Oliver, Sykes). Η πρωτοπορία των νέων ιδεών και η διατύπωση νέων θεωριών περνούσε σταδιακά από τη γηραιά ήπειρο στη βορειοαμερικανική, ιδιαίτερα μετά την ανακάλυψη του πετρελαίου και τη θεμελίωση του πλέον εφαρμοσμένου κλάδου της γεωλογίας, και μετά τη σταδιακή ανάπτυξη της οικονομικής, στρατιωτικής και επιστημονικής υπερδύναμης, από τον πρώτο και κυρίως μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο.

Η θεωρία των Λιθοσφαιρικών ή Τεκτονικών Πλακών είναι η συμπύκνωση και το ξεκαθάρισμα όλων των προηγούμενων γεωλογικών γνώσεων, παιδί της σύγχρονης τεχνολογίας (σεισμολογικής, εφαρμοσμένης γεωφυσικής, δορυφορικής, ωκεανογραφικής, γεωτρητικής.....), επίτευγμα της σύγχρονης αμερικανικής επιστημονικής σκέψης και νοοτροπίας.

Η γέννηση της νέας θεωρίας, του νέου «παραδείγματος» στις γεωεπιστήμες, ήταν το «ώριμο τέκνο» της συσσώρευσης επιστημονικής γνώσης και «της ανάγκης» της κοινωνίας στο πλαίσιο του ψυχρού πολέμου και του μεταπολεμικού στρατιωτικού ανταγωνισμού. Η ανάπτυξη και ο εκσυγχρονισμός του παγκόσμιου δικτύου σειсмоγράφων, κυρίως από τις Η.Π.Α. στις αρχές της δεκαετίας του '60 για την παρακολούθηση των πυρηνικών δοκιμών της Σοβιετικής Ένωσης, έδωσε ένα θαυμαστό πλούτο δεδομένων και νέων σεισμολογικών στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά τα «εκμεταλλεύτηκαν» νέοι επιστήμονες για να εφαρμόσουν καινούριες ιδέες και να διατυπώσουν τη νέα θεωρία. «Ουδέν κακόν αμιγές καλού», η μεγάλη χρηματοδότηση με στρατιωτικό κίνητρο είχε σαν αποτέλεσμα το μεγάλο επιστημονικό άλμα και την προώθηση της βασικής έρευνας. Κάτι ανάλογο συνέβη και σε πολλούς άλλους κλάδους της επιστήμης, όπως για παράδειγμα στη μετεωρολογία, που χρωστά μεγάλο μέρος της ανάπτυξης της, στο γεγονός ότι απετέλεσε ουσιαστικό και σημαντικό εργαλείο στις στρατιωτικές επιχειρήσεις. Για παράδειγμα, κατά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο έπρεπε να γνωρίζουν τη φορά του ανέμου για να ρίξουν τα δηλητηριώδη αέρια στον εχθρό και όχι στα φίλια τμήματα. Ήταν και είναι προϋπόθεση η πρόγνωση του καιρού για τις αεροπορικές πτήσεις. Σήμερα, σε καιρό ειρήνης, κίνητρο και αφορμή χρηματοδότησης για την περαιτέρω προώθηση της σεισμολογικής έρευνας αποτελούν οι μεγάλες σεισμικές καταστροφές. Ποτέ όμως η χρηματοδότηση αυτή δεν είναι ανάλογη με τη χωρίς φειδώ παρεχόμενη για στρατιωτικούς σκοπούς υποστήριξη της βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας. Ο πόλεμος και η προετοιμασία για πόλεμο συνεχίζουν να αποτελούν τη βασική κινητήρια δύναμη της επιστημονικής και τεχνολογικής ανάπτυξης. Μερικά από τα καλύτερα εργαλεία που διαθέτουμε σήμερα για τη μελέτη της γήινης επιφάνειας είναι οι δορυφορικές εικόνες, προϊόντα και αυτές στρατιωτικής έρευνας και χρήσης.

Η δεκαετία του 1970 ξεκίνησε με τη νέα αυτή ενοποιητική θεωρία και με μια έκρηξη στην έρευνα των γεωεπιστημών ως μια επανάσταση στη γεωλογική επιστημονική γνώση. Όπως κάθε αλλαγή, έτσι και αυτή δεν απέφυγε τους πόνους της γέννας της. Ακόμη και οι ίδιοι οι δημιουργοί της αναγκάστηκαν να αναθεωρήσουν τις παλαιότερες απόψεις και ορισμένοι, προς τιμήν τους, απολογήθηκαν δημόσια, όπως ένας από τους θεμελιωτές της νέας θεωρίας, ο Wilson, που έγραφε ότι «είναι δύσκολο στους περισσότερους από εμάς να αποδεχθούμε ότι πολλά από αυτά που γράψαμε (πριν από τη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών) και διδάξαμε ήταν λανθασμένα!» Τέτοιες ενέργειες δείχνουν το μεγαλείο της επιστήμης και το θάρρος των πραγματικών επιστημόνων. Οι παλιές θεωρίες όμως έχουν την ικανότητα να αντιστέκονται. Αρκετοί γεωεπιστήμονες δεν υιοθέτησαν από την αρχή τη νέα ριζοσπαστική θεωρία, ενώ άλλοι έγιναν πολέμοί της, όπως ο Αμερικανός καθηγητής γεωλογίας H. Jeggreys (1970) και ο διάσημος Ρώσος ακαδημαϊκός Belousov, ο οποίος μέχρι σχε-

ΣΥΝΕΔΡΙΟ

ΡΗΓΑΣ ΦΕΡΡΑΙΟΣ, ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΣ, ΦΡΑΝΣΙΣΚΟ ΝΤΕ ΜΙΡΑΝΤΑ

- η Ελληνική Σκέψη στην Αυτοθέσμιση των Κοινωνιών, τον Διαφωτισμό και την Γνώση

ΑΞΙΟΝΑΣ ΙΙ: Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΚΕΨΗ ΣΤΟΝ ΔΙΑΦΩΤΙΣΜΟ, ΤΑ ΚΙΝΗΜΑΤΑ, ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΤΩΝ ΙΔΕΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΓΝΩΣΗ

www.academy.edu.gr

δόν το θάνατό του στα μέσα της δεκαετίας του 1980 εμπόδιζε πεισματικά τη διάδοση της νέας θεωρίας στη Σοβιετική Ένωση.

Η θεωρία των Τεκτονικών Πλακών άλλαξε ριζικά τον τρόπο σκέψης των γεωλόγων. Πρώτη φορά τα γεωλογικά φαινόμενα απέκτησαν παγκοσμιότητα και σφαιρικότητα. Για πρώτη επίσης φορά η νέα καλπάζουσα διαστημική τεχνολογία έδωσε τη δυνατότητα στο ανθρώπινο μάτι να δει και να μελετήσει από μακριά το σφαιρικό αυτό πλανήτη ως σύνολο. Μια εντελώς νέα εποχή ξεκινούσε. Η συνειδητοποίηση αυτής της μεγάλης αλλαγής μόλις άρχιζε.