



Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

**ΟΡΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΙΣΤΟΣΕΣ  
ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



## Όρια περιβάλλοντος

Το περιβάλλον αποτελεί τον χώρο που ορίζεται γύρω από κάποιο σημείο αναφοράς. Για να γίνει δυνατός ο προσδιορισμός του χώρου που αποτελεί το περιβάλλον, θα πρέπει σε πρώτη φάση να προσδιοριστεί το σημείο αναφοράς. Κάτω από αυτή τη θεώρηση, εφόσον προσδιορίσουμε ως σημείο αναφοράς τον συγκεκριμένο χώρο μέσα στον οποίο αυτή τη στιγμή βρισκόμαστε και συζητάμε, τότε περιβάλλον για μας αποτελούν τα όρια του δεδομένου χώρου. Από την άλλη σκοπιά όμως, αν θεωρήσουμε ως σημείο αναφοράς την ευρύτερη περιοχή, στην οποία βρίσκεται η πανεπιστημιακή μας κοινότητα, τότε τα όρια του περιβάλλοντος διευρύνονται στα όρια της περιοχής που βρισκόμαστε. Κατ' αναλογία διευρύνοντας κάθε φορά τον χώρο του σημείου αναφοράς μπορούμε να μεγεθύνουμε ανάλογα και τα όρια του περιβάλλοντος.

Ποιο όμως μπορεί να είναι το μέγιστο όριο του περιβάλλοντος; Η απάντηση στο ερώτημα αυτό είναι συγχρόνως προφανής αληθιά και αμφισβητήσιμη. Προφανής, διότι ως μέγιστο όριο μπορεί να θεωρηθεί το σύμπαν. Αμφισβητήσιμη, διότι υπάρχουν θεωρίες σχετικές με την ύπαρξη και τη δημιουργία του σύμπαντος που πρεσβεύουν ότι δεν υπάρχει ένα μόνο σύμπαν αλλά πολύ περισσότερα του ενός διατεταγμένα κατά παράλληλους ή ομόκεντρους σχηματισμούς. Για να απλουστεύσουμε την όλη θεώρηση, ας δεχθούμε στο σημείο αυτό την ύπαρξη του ενός μόνο σύμπαντος. Κάτω από αυτή την απλούστευση το μέγιστο όριο του περιβάλλοντός μας είναι αυτό τούτο το σύμπαν.

Έχοντας δεχθεί αυτήν την αυθαιρεσία σχετικά με το μέγιστο όριο του περιβάλλοντος ας προσδιορίσουμε τουλάχιστον κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο το ελάχιστο όριο του περιβάλλοντος. Το ελάχιστο αυτό όριο δεν μπορεί να αφορά εμάς τους ίδιους ως ανθρώπινες οντότητες, αλλά θα αφορά οντότητες άλλων διαστάσεων, από τις οποίες όμως είμαστε άμεσα και έμμεσα εξαρτημένοι ως οργανισμοί που δραστηριοποιούμαστε μέσα στα όρια του σύμπαντος. Αν για παράδειγμα μπορέσουμε να δούμε το εσωτερικό μέρος του οργανισμού μας, τότε θα αντιληφθούμε ότι κάθε ενέργειά μας είναι η έκφραση μιας σειράς γεγονότων που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό μας. Το σημαντικότερο τμήμα του εσωτερικού μας δεν βρίσκεται στα όρια μακροσκοπικών παρατηρήσεων, αλλά στα όρια μικροσκοπικών και υπομικροσκοπικών παρατηρήσεων. Συνεπώς γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι ο οργανισμός μας απο-

τελεί το περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιούνται μικρο- και υπομικροσκοπικές μονάδες, από τις οποίες είμαστε άμεσα εξαρτημένοι. Οι μικροσκοπικές αυτές μονάδες αποτελούν τους βασικούς δομικούς λίθους του οργανισμού μας, δηλαδή τα κύτταρα από τα οποία αποτελείται ο οργανισμός μας. Για να γίνει αντιληπτός ο αριθμός των κυττάρων του οργανισμού μας, αρκεί να αναλογισθούμε ότι σε ένα κυβικό εκατοστό αίματος υπάρχουν περίπου  $5 \times 10^9$  ερυθρά αιμοσφαίρια κάτω από φυσιολογικές συνθήκες. Από μια άλλη σκοπιά οι υπομικροσκοπικές μονάδες αποτελούν τα ενδοκυτταρικά οργανίδια, δηλαδή δομές εντός των κυττάρων μας που χρησιμοποιούν για τον καταμερισμό των κυτταρικών λειτουργιών. Θα πρέπει να αναλογισθούμε ότι, αν για τα κύτταρά μας περιβάλλον αποτελεί το οργανωμένο σύνολό τους, δηλαδή ο οργανισμός μας, για τα υποκυτταρικά οργανίδια περιβάλλον αποτελεί αυτό τούτο το κύτταρο μέσα στο οποίο δραστηριοποιούνται. Ανάλογα, αν περιορίσουμε τα όρια του σημείου αναφοράς, τελικά θα καταλήξουμε στα υποατομικά σωματίδια της ύλης, από τα οποία αποτελούνται τα άτομα της υφιστάμενης ύλης στο σύμπαν.

Γίνεται λοιπόν σαφές ότι τα όρια του περιβάλλοντος έχουν μεγάλο εύρος. Για να είμαστε όμως σε θέση να κατανοούμε τα γεγονότα κάθε στιγμής και να λαμβάνουμε τις ανάλογες αποφάσεις, θα πρέπει πάντα να προσδιορίζουμε το σχετικό εύρος τους για κάθε μια ξεχωριστή περίπτωση.

## Συνιστώσες περιβάλλοντος

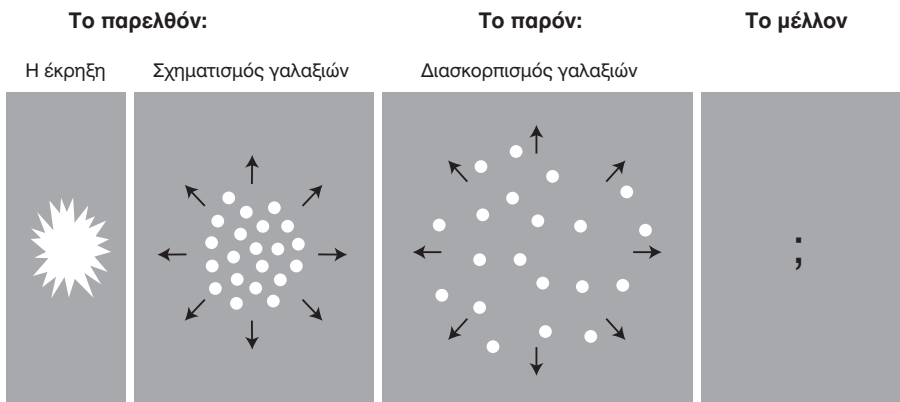
Το ποιες είναι οι εκάστοτε συνιστώσες του περιβάλλοντος εξαρτάται από το τι κάθε φορά θεωρούμε ως περιβάλλον. Είναι φρόνιμο να προσδιορίσουμε ότι από το σημείο αυτό και στη συνέχεια της ενότητας αυτής ως περιβάλλον θα θεωρούμε κάθε τι που βρίσκεται γύρω μας όσο μεγάλο και αν είναι. Κάτω από αυτή τη θεώρηση από μια προσεκτική παρατήρηση του περιβάλλοντός μας αντιληφθώμαστε ότι αυτό αποτελείται από δύο βασικές συνιστώσες. Τη ζώσα ύλη ή βιοτική συνιστώσα και τη μη ζώσα ύλη ή αβιοτική συνιστώσα. Οι δύο αυτές συνιστώσες είναι αλληλεπένδεις μεταξύ τους, αν και φαινομενικά είναι ανεξάρτητες.

Η αβιοτική συνιστώσα αποτελείται από τα συστατικά στοιχεία του περιβάλλοντος που δεν φέρουν μέσα τους ζωή. Αυτά είναι το έδαφος, ο αέρας και το υδάτινο στοιχείο. Όταν αναφερόμαστε στο έδαφος, τον αέρα και το υδάτινο στοιχείο, εννοούμε το σύνολο των χημικών ενώσεων και στοιχείων, από τα οποία συνίστανται, και όχι τους οργανισμούς που ζουν σε αυτά. Συγχρόνως όμως στην αβιοτική συνιστώσα του περιβάλλοντος είμαστε υποχρεωμένοι να συνηπολογίσουμε και το σύνολο των πλανητών και απλανών αστέρων, καθώς και την μεσοαστρική ύλη που ενυπάρχουν στο σύμπαν.

Η βιοτική συνιστώσα αποτελείται από το σύνολο των ζωντανών οργανισμών που

υπάρχουν πάνω στη γη, μέσα στον αέρα αλλά και μέσα στο υδάτινο στοιχείο. Στους ζωντανούς οργανισμούς περιλαμβάνονται οι μικροοργανισμοί, οι φυτικοί και οι ζωικοί οργανισμοί. Στην κατηγορία των ζωντανών οργανισμών, για λόγους ευκολίας, θα πρέπει να συμπεριλάβουμε και άλλες ομάδες, μη κυτταρικές βιοτικές δομές, όπως οι ιοί, τα ιοειδή και τα πρίονς, που ενώ αποτελούνται από συστατικά που απαντώνται στους ζωντανούς οργανισμούς, εντούτοις από μόνες τους δεν είναι σε θέση να εκδηλώσουν εκείνες τις λειτουργίες που προσδιορίζουν τους ζωντανούς οργανισμούς.

Αν θελήσουμε να δούμε με ποιο μηχανισμό προήλθαν οι δύο αυτές συνιστώσες του περιβάλλοντος, τότε θα πρέπει να αναζητήσουμε τις απαρχές αυτού τούτου του σύμπαντος. Στον τομέα αυτόν έχουν αναπτυχθεί τόσο φιλοσοφικές και θρησκευτικές απόψεις, όσο και επιστημονικές. Από τη σκοπιά του Χριστιανισμού το σύμπαν προήλθε από την δημιουργική θέληση του υπέρτατου όντος, δηλαδή του Θεού. Όμως η πλέον αποδεκτή σήμερα επιστημονική θεώρηση δέχεται ότι το σύμπαν είναι το αποτέλεσμα μιας μεγάλης έκρηξης (the big bang theory) που έλαβε χώρα σε κάποιο πολύ μικρό σημείο του καλούμενου χωροχρόνου (Εικ. 1.1). Στο σημείο αυτό υπήρχε μια μικρή ποσότητα ύλης που δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε το μέγεθός της, αλλά απεριόριστου θερμοκρασίας που είχε ως αποτέλεσμα να εκραγεί και τα συστατικά της να διασπαρθούν στο χώρο. Η μετακίνηση των υπολειμμάτων της έκρηξης αυτής μέσα στο χώρο και τον χρόνο είχε ως αποτέλεσμα την σταδιακή ψύξη τους και συμπύκνωσή τους, ώστε τελικά να δημιουργηθεί το σύνολο των γαλαξιών που σήμερα υπάρχουν στο σύμπαν. Ένα είναι όμως το γεγονός. Ανεξάρτητα από το ποια θεώρηση θα παραδεχθούμε για τη δημιουργία του σύμπαντος,



**Εικόνα 1.1.** Διαδικασία σχηματισμού του σύμπαντος σύμφωνα με τη θεωρία της μεγάλης έκρηξης. Αναπροσαρμογή από Strickberger, 1996.

η σειρά των γεγονότων που ακολούθησαν από την καθ' οιονδήποτε τρόπο εμφάνισή του μέχρι σήμερα δεν διαφέρει σημαντικά. Η σειρά αυτή των γεγονότων μας ανοίγει τους δρόμους, για να αντιληφθούμε την αλληλεξάρτηση της βιοτικής και της μη βιοτικής συνιστώσας του περιβάλλοντος. Η σειρά αυτή των γεγονότων αποτελεί την εξελικτική πορεία που ακολούθησε, αλλιά και συνεχίζει ακόμη και σήμερα να ακολουθεί αυτό που ονομάζουμε φύση.

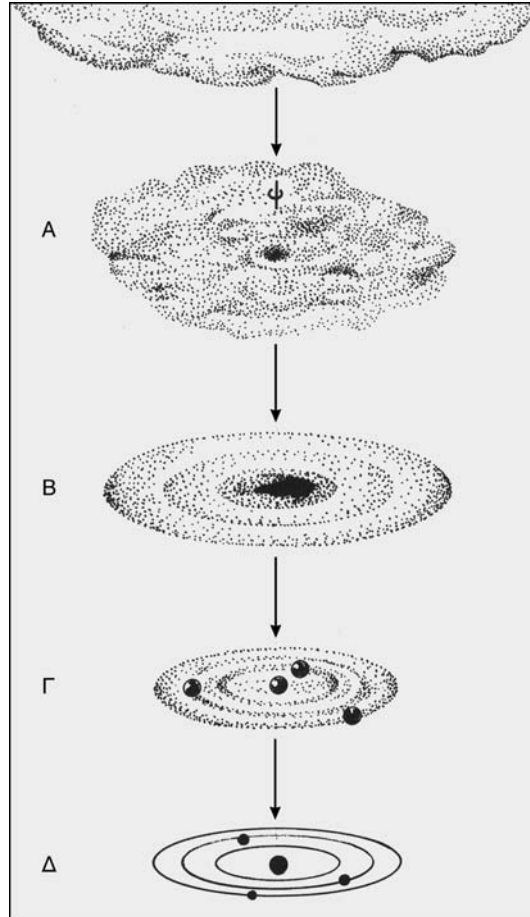
Από την άληθη σκοπιά όμως υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ αυτού που καλούμε φύση και αυτού που καλούμε φυσικό περιβάλλον. Φύση είναι το σύνολο της ζώσας και μη ζώσας ύλης που ενυπάρχει στο σύμπαν, χωρίς να έχουμε την υποχρέωση να καθορίσουμε σαφή όρια. Φυσικό περιβάλλον είναι η οργανωμένη φυσική κατάσταση που κάτω από τις συνήθεις συνθήκες επικρατεί σε μια προκαθορισμένη περιοχή, άρα έχει σαφώς προσδιορισμένα όρια λειτουργικότητας. Παρ' όλη αυτά πολλές φορές συγχέουμε τους δύο αυτούς όρους και εκλαμβάνουμε τη φύση και το φυσικό περιβάλλον μιας περιοχής σαν μια ενιαία οντότητα.

### **Σχέσεις μεταξύ των συνιστωσών του περιβάλλοντος**

Για ένα πολύ σημαντικό χρονικό διάστημα η ανθρωπότητα πρέσβευε ότι η εμφάνιση των ζωντανών οργανισμών πάνω στη γη ήταν αποτέλεσμα θεϊκής παρέμβασης. Το μεγαλύτερο μέρος των διαφόρων θρησκευτικών συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί στη διάρκεια των τελευταίων πέντε χιλιάδων ετών, στήριξε την όλη θρησκευτικοφιλοσοφική υπόστασή τους πάνω σε αυτή την παραδοχή. Οι παραδοχές ορισμένων από αυτά τα θρησκευτικά συστήματα δεν απέχουν και πολύ από την επικρατούσα σήμερα επιστημονική αντίληψη. Μεταξύ της επιστημονικής θεώρησης και αυτών των θρησκευτικών παραδοχών η απόσταση μηδενίζεται, αν κάποιος κάμει ορισμένες σχετικές απλοποιήσεις. Μετά από αυτές τις απλοποιήσεις, λαμβανομένου όμως υπόψη ότι αυτές οι θρησκευτικές παραδοχές αναπτύχθηκαν σε μια χρονική στιγμή κατά την οποία το μεγαλύτερο μέρος της τότε ανθρωπότητας δεν είχε αναπτύξει επιστημονική σκέψη, καταλήγουμε σε ένα κοινά αποδεκτό δόγμα που είναι αυτή τούτη η επιστημονική θεώρηση για την προέλευση της ζώσας ύλης.

Αν περιορίσουμε τα όρια του περιβάλλοντος μόνο στο χώρο της γης, τότε άνετα μπορούμε να διαπιστώσουμε τις σχέσεις μεταξύ ζώσας και μη ζώσας ύλης. Οι σχέσεις αυτές είναι το φυσικό αποτέλεσμα της αλληλοδιαδοχής των γεγονότων που ακολούθησαν την μεγάλη έκρηξη, από την οποία προήλθε το σύμπαν. Μαθηματικές αναλύσεις μας προσδιορίζουν ότι χρονικά αυτή η έκρηξη έλαβε χώρα περίπου πριν από δεκαπέντε με είκοσι δισεκατομμύρια χρόνια. Με γνώμονα αυτόν τον χρονικό ορίζοντα, θα πρέπει να υπολογίσουμε ότι μια ποσότητα ύλης που προερχόταν από ένα μεσοαστρικό νεφέλωμα, έδωσε γένεση στον ήλιο, που σήμερα μας παρέχει την

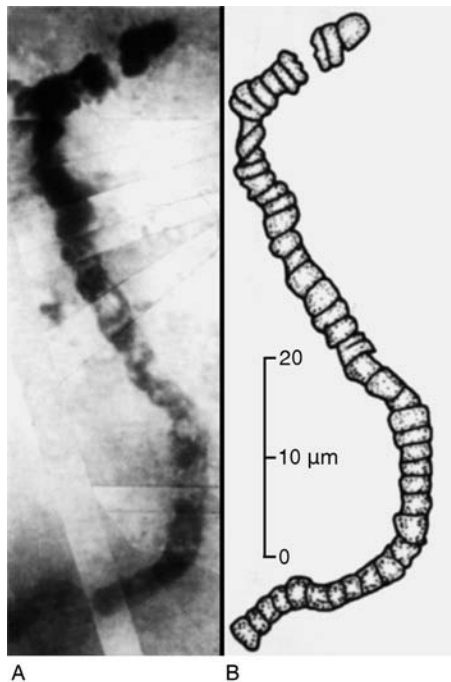
ενέργεια, για να υπάρξουμε, πριν από περίπου πέντε δισεκατομμύρια έτη. Συγχρόνως, ίσως κατά την ίδια στιγμή, ενδέχεται να δημιουργήθηκαν οι πρώτες εστίες που τελικά δημιούργησαν τους πλανήτες που περιφέρονται γύρω από αυτόν. Η συμπίκνωση της ύλης που υπήρχε στο νεφελώμα αυτό, σταδιακά δημιούργησε αυτές τις δομές που σήμερα γνωρίζουμε ως πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος (Εικ. 1.2). Μια εστία με αυτή την συμπεκνωμένη ύλη περιστρεφόμενη γύρω από τον πυρήνα του νεφελώματος και ψυχόμενη σταδιακά έδωσε γένεση σε αυτό που σήμερα καλούμε πλανήτη γη. Το χρονικό αυτό σημείο της εμφάνισης της γης στο σύμπαν έχει



**Εικόνα 1.2.** Αναπαράσταση σταδιακής συμπίκνωσης νεφελώματος, από το οποίο προέκυψε το ηλιακό μας σύστημα. Α. Κατάτμηση νεφελώματος. Β. Σύσπαση και διασκοπίηση. Γ. Συμπύκνωση σε μετεωριτικές και πρωτοπλανητικές εστίες. Δ. Σχηματοποίηση και στερεοποίηση των πλανητών. Αναπροσαρμογή από Strickberger, 1996.

προέληθει από ραδιοχρονολογήσεις των πλέον αρχέγονων πετρωμάτων που βρίσκουμε πάνω στη γη. Με παρόμοιες ραδιοχρονολογήσεις φτάνουμε σε ασφαλή κατά κάποιο τρόπο συμπεράσματα για τη χρονική στιγμή κατά την οποία έκαμε την πρώτη δειλή εμφάνιση στη γη η ζωή ύλη. Οι ραδιοχρονολογήσεις αυτές έγιναν σε πετρώματα που περιείχαν αρχέγονους μικροοργανισμούς και προέρχονταν από την περιοχή Swaziland της Νοτίου Αφρικής.

Από τις ραδιοχρονολογήσεις των πετρωμάτων, στα οποία έχουμε εμπειριστατωμένα διαπιστώσει την ύπαρξη οργανισμών που έζησαν κατά το παρελθόν, προκύπτει ότι οι ζωντανοί οργανισμοί θα πρέπει να έκαμαν την εμφάνισή τους στη γη πριν από τουλάχιστον τρεισήμισι με τέσσερα δισεκατομμύρια χρόνια. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες σε οργανισμούς που έζησαν στο παρελθόν, αντικαθίσταται η οργανική ουσία με ανόργανα άλατα μετατρέποντας έτσι τα υπολείμματα των οργανισμών σε απολιθώματα. Από τα πλέον παλαιά απολιθώματα έχουν εντοπιστεί στην Δυτική Αυσ-



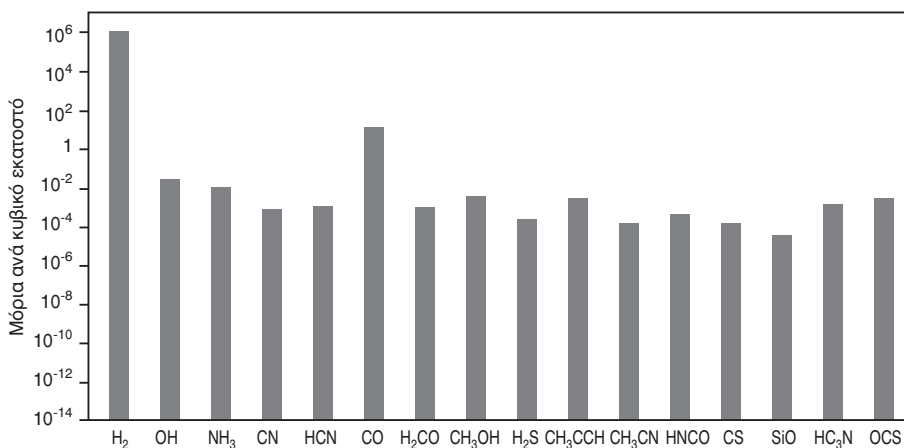
**Εικόνα 1.3.** Οι αρχαιότερες απολιθωμένες βιοτικές μορφές προερχόμενες από περιοχή της Δυτικής Αυστραλίας. Χρονολογούνται περίπου 3,2 με 3,5 δισεκατομμύρια χρόνια από σήμερα. Έχουν απεικόνιση παρόμοια με τα κυανοβακτήρια που σήμερα απαντώνται στη γη. Α. Διαδοχικές ηλεκτρονικές μικρογραφίες από λεπτές τομές πετρώματος. Β. Διαγραμματική αναπαράσταση από Α. Η κλίμακα μεγέθους δίνεται στο διάγραμμα. Αναπροσαρμογή από Schopf, 1993.



στραλία και χρονολογούνται περίπου στα 3,2 με 3,5 δισεκατομμύρια χρόνια (Εικ. 1.3). Τα απολιθώματα αυτά μοιάζουν με τα σήμερα ζώντα κυανοβακτήρια, που είναι από τους πιο πρωτόγονους οργανισμούς που υπάρχουν στη γη. Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα από την εμφάνιση της γης μέχρι την πρώτη προσπάθεια για την οργάνωση της ζωής συνιστώσας του περιβάλλοντός μας έλαβε χώρα μια σειρά γεγονότων που σταδιακά δημιούργησαν εκείνες τις συνθήκες, κάτω από τις οποίες η μη ζώσα συνιστώσα οργανώθηκε προς την ζώσα ύλη.

Αστρονομικές και γεωλογικές παρατηρήσεις συγκλίνουν σε ορισμένες διαδικασίες που θα πρέπει να έλαβαν χώρα κατά τα πρώτα στάδια της οργάνωσης της γης. Οι αστρονομικές παρατηρήσεις μάς δίνουν μια εικόνα της μεσοαστρικής ύλης που υπάρχει σήμερα στο σύμπαν. Η μεσοαστρική αυτή ύλη αποτελείται από νέφη αερίων και σκόνης αλλήλα και πλέον συμπαγή υλικά, μετεωρίτες που κατά διαστήματα πέφτουν στα υπάρχοντα ουράνια σώματα. Από αναλύσεις που έχουν γίνει από ειδικούς επιστήμονες τα τελευταία χρόνια, με τη χρήση υπερσύγχρονων τηλεσκοπίων, έχει διαπιστωθεί ότι στη μεσοαστρική ύλη που περιφέρεται στο γαλαξία μας υπάρχει σημαντική ποσότητα άνθρακα οργανικής προέλευσης που βρίσκεται κυρίως σε αέρια κατάσταση (Εικ. 1.4). Οι αναλύσεις αυτές εγείρουν ερωτήματα σχετικά τόσο με την προέλευση των ενώσεων αυτών του άνθρακα, όσο και με την προέλευση της ζωής συνιστώσας του περιβάλλοντος.

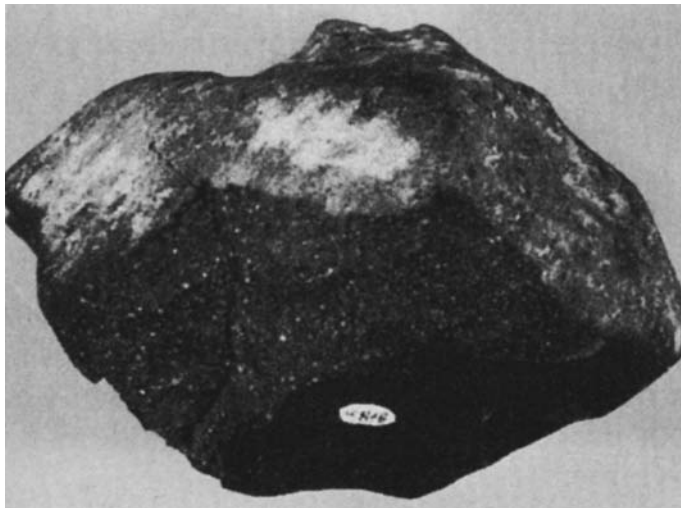
Γεωλογικές παρατηρήσεις μας δίνουν στοιχεία για τα γεγονότα που έγιναν στα πρώτα στάδια της οργάνωσης της γης, αλλήλα και για τη σύσταση μετεωριτών που κατά διαστήματα έπεφταν στη γη. Σχετικά πρόσφατα, το 1969, στην περιοχή Murchison



**Εικόνα 1.4.** Πυκνότητα διαφόρων μορίων που έχουν παρατηρηθεί στα μοριακά νεφελώματα του γαλαξία μας. Αναπροσαρμογή από Strickberger, 1996.

της επαρχίας Victoria της Αυστραλίας έπεσε ένας μετεωρίτης βάρους περίπου ογδόντα κιλών (Εικ. 1.5). Ο μετεωρίτης αυτός περιείχε μεγάλη ποσότητα άνθρακα από τον οποίο η ανάλυση έδειξε ότι περίπου το 1% αυτού ήταν άνθρακας οργανικής προέλευσης. Αναλύσεις του μετεωρίτη αυτού έγιναν σε διαφορετικά εργαστήρια μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα από τη στιγμή που έπεσε στη γη, έτσι ώστε να μειωθεί η πιθανότητα να υπάρξει παρέμβαση γήινων δεδομένων κυρίως στην επιφάνειά του. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι αναλύσεις έδειξαν ότι στη σύσταση του μετεωρίτη υπήρχε μεγάλο ποσοστό από αμινοξέα τόσο από αυτά που απαντώνται στις πρωτεΐνες των ζωντανών οργανισμών, όσο και από αμινοξέα που δεν τα συναντάμε στους ζωντανούς οργανισμούς. Οι παρατηρήσεις αυτές έφεραν στην επιφάνεια όλη εκείνα τα ερωτήματα που σχετίζονται με την προέλευση των ζωντανών οργανισμών. Συγχρόνως όμως καταδεικνύουν την άμεση σχέση που υπάρχει μεταξύ της ζώσας και της μη ζώσας συνιστώσας του περιβάλλοντος.

Αμεσότητα της συσχέτισης της βιοτικής και αβιοτικής συνιστώσας του περιβάλλοντος γίνεται αντιληπτή, αν αναλογιστούμε ότι η αβιοτική συνιστώσα αποτελεί την πηγή των θρεπτικών συστατικών για τα μέλη της βιοτικής, ενώ συγχρόνως της παρέχει ζωτικό χώρο για ενδιαίτημα. Επιπλέον δε, η βιοτική συνιστώσα προέρχεται από την οργάνωση συστατικών της αβιοτικής, αναπτύσσεται και διαβιώνει μέσα στα όριά της και ακολούθως, μετά τον θάνατο μελών της βιοτικής συνιστώσας, τα συστατικά τους επανέρχονται σταδιακά στην αβιοτική συνιστώσα του περιβάλλοντος.



**Εικόνα 1.5.** Θραύσμα περίπου 14 εκατοστών από τον μετεωρίτη που έπεσε το 1969 στο Murchison της πολιτείας Victoria της Αυστραλίας. Αναπροσαρμογή από Strickberger, 1996.