

Διονύσης Π. Σιμόπουλος

Είμαστε
αστρόσκονη

Σύμπαν, μια ιστορία χωρίς τέλος

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ: Το κοσμικό μας νησί	9
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: Αστρικά γεννητούρια	25
1. Κοσμικά σύννεφα	30
2. Αστρογένεση	41
3. Αστρικά σμήνη.....	53
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: Αστρική εξέλιξη	63
1. Κόκκινοι γίγαντες και άσπροι νάνοι	68
2. Λείψανα άστρων με μορφές αραχνιασμένες	78
3. Αστρικοί κανίβαλοι	87
ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ: Αστρικές καταστροφές	99
1. Το πορτρέτο μιας σουπερνόβα.....	104
2. Οι φάροι του Διαστήματος.....	116
3. Βαρύτητα και χωρόχρονος	126
ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ: Ψίθυροι από το Σύμπαν	139
1. Οι Πύλες της Κόλασης	148
2. Δαιμονικά πουλιά του Σύμπαντος.....	159
3. Τα τέρατα των γαλαξιακών κέντρων	168
ΕΠΙΛΟΓΟΣ: Είμαστε αστρόσκονη.....	181

ΠΡΟΛΟΓΟΣ: Το κοσμικό μας νησί

Από την αυγή ακόμη της Ιστορίας, πριν από 6.000 χρόνια, ο νυχτερινός ουρανός ήταν για τον άνθρωπο το πραγματικά απώτερο όριο των κοσμικών του αναζητήσεων. Γιατί δεν υπήρξαν πολλοί άνθρωποι που ατενίζοντας τον αστροφώτιστο νυχτερινό ουρανό να μην αναρωτηθούν κάποτε για το Σύμπαν που μας περιβάλλει. Μυριάδες ερωτήματα έχουν τεθεί κατά καιρούς από τους πρωτόγονους νομάδες μέχρι και τους σύγχρονους αστρονόμους και αστροφυσικούς. Κι όλες αυτές οι μυριάδες ερωτήσεις μπορούν να συμπυκνωθούν σε μία και μοναδική: τι υπάρχει άραγε εκεί έξω; Παρόλο όμως που μια τέτοια ερώτηση μπορεί να τεθεί εύκολα, η απάντηση δεν είναι και τόσο απλή. Γιατί μια πλήρης απάντηση είναι τόσο πολύπλοκη όσο και αυτό τούτο το Σύμπαν.

Όλα τ' άστρα που βλέπουμε κάθε βράδυ στον ουρανό ανήκουν στην ξεχωριστή, μεγάλη αστρική μας πολιτεία που ονομάζουμε Γαλαξία. Κι όλα αυτά δεν είναι παρά τα γειτονικά μας μόνον άστρα. Γιατί ο Γαλαξίας μας αποτελείται από δεκάδες δισεκατομμύρια ακόμα άστρα, που επειδή είναι πάρα πολύ μακριά από μας φαίνεται ότι σχηματίζουν μια γαλακτόχρωμη

αμυδρά φωτισμένη λωρίδα που διασχίζει τον ουρανό από τη μίαν άκρη στην άλλη. Διά μέσου των αιώνων αυτή η μεγάλη ασπμμένα ταινία του ουρανού κέντρισε τόσο τη φαντασία, όσο και την περιέργεια του ανθρώπινου νου. Γι' αυτό οι πρώτες εντυπώσεις για τον Γαλαξία μας, όπως φαίνεται από τη Γη, διέφεραν από λαό σε λαό και ήταν επηρεασμένες από τα σπουδαιότερα στοιχεία του κάθε πολιτισμού.

Οι αρχαίοι Έλληνες είχαν ονομάσει τη φωτεινή αυτή λωρίδα «Γαλαξία Οδό» ή Κύκλο Γαλακτικό. Ακόμα παλαιότερα, οι Βαβυλώνιοι τον έβλεπαν σαν ένα τεράστιο «φίδι», ενώ νοτιότερα από τη Μεσοποταμία οι αρχαίοι Αιγύπτιοι, μεθοδικόι αποθηκευτές σταριού, τον θεώρησαν έναν μεγάλο κάμφο από στάρι σπαρμένο στον ουρανό από τη θεά Ίσιδα. Στην έρημο της Αραβίας οι Βεδουίνοι τον ονόμαζαν «Αλ Ναρ», το Ποτάμι του Φωτός, ενώ άλλοι Άραβες έβλεπαν σ' αυτόν ένα τεράστιο ποτάμι που ποτίζει τους κάμπους του ουρανού. Παρόμοια ιδέα είχαν και στην Κίνα, όπου ο Γαλαξίας ήταν γι' αυτούς ο «Τιεν Χο», ο Ουράνιος Ποταμός, ενώ οι ψαράδες της Άπω Ανατολής τον φαντάστηκαν σαν ένα κοπάδι από χρυσόψαρα φοβισμένα από το αγκίστρι της νέας Σελήνης. Στις εκτεταμένες πεδιάδες της Βόρειας Αμερικής οι ερυθρόδερμοι κάτοικοι θεωρούσαν ότι ήταν το «Μονοπάτι των Σκιών».

Για τους Ινδούς στα αστρονομικά παρατηρητήρια του Νέου Δελχί, ήταν «Το μονοπάτι του Αρυσμάν*» που οδηγούσε στον

* Ο δίσκος του πρωινού ήλιου.

θρόνο του, ενώ οι Εσκιμώοι τον ονόμαζαν «Μονοπάτι της Σβησμένης Φωτιάς». Οι Πολυνήσιοι αντιλαμβάνονταν τον Γαλαξία μας σαν έναν «Μακρύ Γαλάζιο Καρχαρία» που έτρωγε τα σύννεφα, ενώ οι Ρωμαίοι ονόμαζαν την ασημένια ζώνη του Γαλαξία «Βία Λάκτεα», δηλαδή δρόμο από γάλα. Πιο πρόσφατα, πριν από μια χιλιετία, οι Βίκιγκς της Σκανδιναβικής Χερσονήσου τον ονόμαζαν «Μονοπάτι των Φαντασμάτων» που οδηγούσε στη Βαλχάλα των νεκρών. Στη Μεσοαμερική οι Αζτέκοι πίστευαν ότι στον Γαλαξία μας ήταν μαζεμένη η Στάχτη των Άστρων, ενώ παρόμοια αντίληψη είχαν και διάφορες φυλές της Αφρικής που τον έβλεπαν σαν ένα «μονοπάτι γεμάτο στάχτες». Άλλοι πάλι έλεγαν ότι επρόκειτο για τη ραφή που ενώνει τους ουρανοί. Το ότι ο πύρινος αυτός ποταμός ήταν πράγματι αστρικό φως παρέμεινε για εκατοντάδες χρόνια μια βασική εικασία, γιατί το όργανο που θα έλυε το μυστήριο και θ' άλλαζε για πάντα την ανθρώπινη αντίληψη για το Σύμπαν δεν επρόκειτο να ανακαλυφτεί παρά 2.000 χρόνια αργότερα.

Και πράγματι, με την εφεύρεση του τηλεσκοπίου οι ευφάνταστες ιδέες που είχαν οι διάφοροι λαοί για τον Γαλαξία μας εγκαταλείφθηκαν, καθώς αποκαλύφτηκε από τον Γαλιλαίο η πραγματική του φύση. Το καλοκαίρι του 1609 στην Πάντοβα της Ιταλίας ο Γαλιλαίος (1564-1642) έστρεψε στον ουρανό το μικρό του τηλεσκόπιο, που είχε κατασκευάσει μόνος του, και είδε να απλώνονται μπροστά του τα βουνά της Σελήνης, τα φεγγάρια του Δία και τα δαχτυλίδια του Κρόνου, και ανακάλυψε επίσης ότι η «Γαλαξία Οδός» των αρχαίων Ελλήνων δεν

ήταν παρά μια τεράστια συγκέντρωση δισεκατομμυρίων απόμακρων άστρων. Ο Γαλιλαίος αναγνώρισε τη σημασία όλων αυτών των ανακαλύψεών του και κράτησε πολλές σημειώσεις. Σχετικά όμως με την έρευνά του γύρω από τα άστρα του Γαλαξία, δεν μας λέει παρά αυτά τα λίγα:

«Παρατήρησα τη φύση και την ύλη του Γαλαξία. Με τη βοήθεια του τηλεσκοπίου αυτό έγινε με τόση λεπτομέρεια και με τέτοια οπτική βεβαιότητα, ώστε όλες οι φιλονικίες που απασχόλησαν τους φιλοσόφους στους αιώνες κατέρρευσαν και επιτέλους είμαστε ελεύθεροι από στείρες διενέξεις. Ο Γαλαξίας δεν είναι παρά αμέτρητα άστρα συγκεντρωμένα όλα μαζί. Σε οποιοδήποτε μέρος του και αν στρέψουμε το τηλεσκόπιο, μας παρουσιάζεται ένα μεγάλο πλήθος άστρων. Πολλά απ' αυτά είναι μάλλον μεγάλα και αρκετά λαμπερά, ενώ ο αριθμός των πολύ μικρότερων άστρων υπερβαίνει κάθε υπολογισμό».

Και καθώς ο ανθρώπινος πολιτισμός σιγά σιγά αναπτύχθηκε, αρχίσαμε να ατενίζουμε τον Γαλαξία μας, και όλα όσα περιλαμβάνει, μ' ένα διαφορετικό μάτι. Έτσι, το 1917 ο αμερικανός αστρονόμος Harlow Shapley (1885-1972) εξέτασε την κατανομή των σφαιρωτών σμηνών, τις τεράστιες και πυκνές συλλογές άστρων που έχουν εκατοντάδες χιλιάδες μέλη. Χρησιμοποιώντας το τηλεσκόπιο των 2,5 μέτρων του αστροσκοπείου του όρους Ουίλσον στην Καλιφόρνια, ο Shapley άρχισε να παρατηρεί 69 από τα τότε γνωστά σφαιρωτά σμήνη, και το πρώτο πράγμα που τον εντυπωσίασε ήταν το ότι, περιέρ-

γως πως, δεν φαίνονταν ομοιόμορφα διασκορπισμένα στον ουρανό. Τα περισσότερα τα έβρισκε στον καλοκαιρινό ουρανό και προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση, ενώ το 1/3 περίπου απ' αυτά ήταν μαζεμένο γύρω από τον αστερισμό του Τοξότη, μια περιοχή που δεν αποτελεί παρά το 2% μόνο της ουράνιας έκτασης.

Χρησιμοποιώντας τα μεταβλητά άστρα –όπως είναι οι Κηφείδες– στα σμήνη αυτά, ο Sharpley υπολόγισε τις αποστάσεις τους, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι βρίσκονται στην επιφάνεια μιας νοτιής σφαίρας της οποίας το κέντρο είναι προς την κατεύθυνση του αστερισμού του Τοξότη. Ήταν επίσης λογικό τα σφαιρωτά σμήνη, ως αντικείμενα μεγάλης μάζας, να περιφέρονται γύρω από το κέντρο του Γαλαξία, όπως ακριβώς περιφέρονται στο ηλιακό μας σύστημα οι πλανήτες γύρω από τον Ήλιο. Οπότε ο Sharpley υπολόγισε ότι το κέντρο της σφαίρας των σφαιρωτών σμηνών, το πιθανό δηλαδή κέντρο του Γαλαξία μας, πρέπει να βρίσκεται περίπου 50.000 έτη φωτός μακριά από τον Ήλιο. Αργότερα ανακαλύφτηκε ότι το μέγεθος αυτό ήταν σχεδόν διπλάσιο του πραγματικού, γεγονός που οφειλόταν στην ύπαρξη διαστημικής σκόνης και αερίων που απορροφούσαν μέρος του φωτός από τα μακρινά σμήνη, κάτι που δεν είχε υπολογίσει ο Sharpley στην εργασία του. Παρ' όλα αυτά, η εργασία αυτή μας έδωσε μια ξεκάθαρη εικόνα του Γαλαξία η οποία ερχόταν σε πλήρη αντίθεση με το γαλαξιακό μοντέλο που επικρατούσε ως τότε και ήθελε τον Ήλιο στο κέντρο του.

Από καιρό, επίσης, είχαν εντοπιστεί στον ουρανό και ορισμένες φωτεινές νεφελοειδείς κηλίδες που μερικοί επιστήμονες υποστήριζαν ότι ήταν τεράστιες συγκεντρώσεις άστρων. Άλλοι πάλι έλεγαν «Αδύνατον, το Σύμπαν δεν μπορεί να είναι τόσο πελώριο». Κι όμως είναι· η σύγχρονη αυτή αντίληψη για το Σύμπαν των γαλαξιών διαμορφώθηκε στις 6 Οκτωβρίου 1923, όταν με τη ραγδαία εξέλιξη της φωτογραφικής τέχνης και με τη βοήθεια του τεράστιου για την εποχή εκείνη κατοπτρικού τηλεσκοπίου των 2,5 μέτρων στο όρος Ουίλσον ο αμερικανός αστρονόμος Edwin Hubble (1889-1953) κατόρθωσε να φωτογραφίσει μεμονωμένα άστρα στον νεφελοειδή της Ανδρομέδας, επιβεβαιώνοντας έτσι για πρώτη φορά την άποψη ότι επρόκειτο για έναν άλλο, διαφορετικό γαλαξία έξω και μακριά από τον δικό μας.

Σκεφτείτε ότι το φως από τον γαλαξία της Ανδρομέδας που φτάνει σήμερα στη Γη ξεκίνησε το ταξίδι του προς τα εδώ πριν από 2,5 εκατομμύρια χρόνια, πριν δηλαδή ο άνθρωπος περπατήσει πάνω σ' αυτό τον πλανήτη. Κι αυτός είναι ένας από τους πλησιέστερους σ' εμάς γαλαξίες. Πολύ πιο μακριά υπάρχουν ένα τρισεκατομμύριο τουλάχιστον γαλαξίες στο ορατό Σύμπαν, πολύ περισσότεροι δηλαδή απ' όλους τους ανθρώπους που έχουν ζήσει μέχρι τώρα πάνω στη Γη. Έτσι, κι επειδή απαιτείται η παρέλευση κάποιου χρόνου για να φτάσει μέχρις εμάς το φως από τα απόμακρα άστρα, όταν κοιτάζουμε έξω στο Διάστημα βλέπουμε την εικόνα τους όπως ήταν στο παρελθόν κι όχι όπως είναι τη στιγμή που τα κοιτάμε.

Ο Ήλιος, για παράδειγμα, είναι το πλησιέστερο σ' εμάς άστρο, σε απόσταση 150 εκατομμυρίων χιλιομέτρων, ενώ το αμέσως επόμενο, που στην πραγματικότητα είναι ένα τριπλό σύστημα άστρων με την ονομασία άλφα Κενταύρου, βρίσκεται σε απόσταση 44 τρισεκατομμυρίων χιλιομέτρων. Επειδή όμως οι αριθμοί αυτοί είναι τόσο μεγάλοι ώστε χάνουν ουσιαστικά τη σημασία τους, ας το δούμε από μίαν άλλη σκοπιά. Από τη σκοπιά του χρόνου που θα χρειαζόμασταν για να φτάσουμε μέχρι εκεί.

Εάν ταξιδεύαμε με αυτοκίνητο, θα φτάναμε στη Σελήνη σε 158 ημέρες, στον Ήλιο σε 171 χρόνια, και στον άλφα Κενταύρου σε 50 εκατομμύρια χρόνια. Ακόμα όμως κι αν ταξιδεύαμε με διαστημόπλοιο (με ταχύτητα 50.000 χιλιομέτρων την ώρα), θα φτάναμε στη Σελήνη σε 8 περίπου ώρες, στον Ήλιο σε 125 ημέρες και στο άλφα Κενταύρου σε 92.880 χρόνια! Το πιο απομακρυσμένο αντικείμενο που έχουμε παρατηρήσει βρίσκεται τόσο μακριά από εμάς, ώστε το φως του, που τρέχει βέβαια με την ταχύτητα του φωτός (300.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο), χρειάζεται πάνω από 13,4 δισεκατομμύρια χρόνια για να φτάσει από εκεί που είναι μέχρι τη Γη μας. Καταλαβαίνετε λοιπόν τώρα τι εννοούμε όταν μιλάμε για... αστρονομικούς αριθμούς; Γι' αυτό στην αστρονομία χρησιμοποιούμε ως μονάδα μέτρησης των αποστάσεων το «έτος φωτός». Η μονάδα αυτή ορίζεται ως «η απόσταση που διανύει μία ακτίνα φωτός σε έναν χρόνο τρέχοντας με την ταχύτητα του φωτός» και είναι ίση με περίπου 9,5 τρισεκατομμύρια χιλιόμετρα.

Διαπιστώνουμε, δηλαδή, ότι η ακτινοβολία από τα διάφορα ουράνια αντικείμενα απαιτεί την παρέλευση κάποιου χρόνου για να φτάσει μέχρις εμάς, παρόλο που τρέχει με την τεράστια ταχύτητα των 300.000 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο. Γι' αυτό και, όπως είπαμε παραπάνω, όταν κοιτάμε έξω στο Διάστημα βλέπουμε τις εικόνες των διαφόρων ουράνιων αντικειμένων όπως ήταν στο παρελθόν. Το φως του Ήλιου, για παράδειγμα, χρειάζεται 8,5 περίπου λεπτά για να φτάσει μέχρι τη Γη, που σημαίνει ότι τον βλέπουμε όπως ήταν πριν από 8,5 λεπτά. Γι' αυτό, παρόλο που μπορεί να δυσκολευόμαστε κάπως να το πιστέψουμε, μπορούμε να δούμε το μακρινό παρελθόν όλων όσων παρατηρούμε στον ουρανό, γιατί απλούστατα είναι πράγματα που έχουν ήδη συμβεί.

Οι αστρονόμοι αποκαλούν το φαινόμενο αυτό «χρόνο παρέλευσης», κατά κάποιον τρόπο δηλαδή ο ένας στρος ουρανόσ δεν είναι παρά ένα είδος μηχανής του χρόνου. Όσο πιο μακριά βλέπουμε μέσα στο Σύμπαν, τόσο πιο πολύ εισχωρούμε στο παρελθόν. Γι' αυτό, όταν τα διαστημικά μας αστεροσκοπεία καταγράφουν τις αδύναμες ακτινοβολίες που έρχονται από τους απόμακρους γαλαξίες και τα κβάζαρ, απομακρυνόμαστε όχι μόνο στον χώρο, αλλά και στον χρόνο. Λόγω του χρόνου που χρειάζεται η εικόνα κάθε ουράνιου αντικειμένου για να έρθει σε μας, βγάζουμε το συμπέρασμα ότι βλέπουμε και μελετάμε... αναμνήσεις! Ο ουρανόσ, δηλαδή, δεν εκτείνεται μόνο στον χώρο, αλλά και στον χρόνο. Γιατί τα άστρα που βλέπουμε στον ουρανό απέχουν δεκάδες, εκατοντάδες ή

και χιλιάδες έτη φωτός από μας και τα βλέπουμε όπως ήταν πριν από δεκάδες, εκατοντάδες ή και χιλιάδες χρόνια. Κι όμως, τα άστρα αυτά είναι τα ίδια που έβλεπαν οι αρχαίοι τραγωδοί όταν έγραφαν τα αθάνατα έργα τους. Είναι τα ίδια άστρα που πριν από 500 και πλέον χρόνια οδήγησαν τον Κολόμβο στην ανακάλυψη ενός νέου κόσμου. Είναι τα ίδια άστρα που έβλεπε ολάκερη η ανθρωπότητα σ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης του πολιτισμού.

Σήμερα, με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των μετρήσεων που έχουμε κάνει στα αστροφυσικά μας εργαστήρια, έχουμε ανακαλύψει ότι όλα τα άστρα που βλέπουμε στον ουρανό είναι τα γειτονικά μας μόνον άστρα σε μια πολιτεία άστρων που ονομάζουμε Γαλαξία. Οι σπείρες που τον περιβάλλουν είναι αρκετά πιο φωτεινές απ' ό,τι ο δίσκος του, γιατί φωτίζονται από λαμπερά νέα άστρα που γεννήθηκαν σχετικά πρόσφατα μέσα στα νέφη αερίων και σκόνης που είναι διασκορπισμένα σε αυτές. Τα άστρα του γαλαξιακού δίσκου ονομάζονται άστρα Πληθυσμού I, ενώ αντίθετα αυτά που περιβάλλουν τον δίσκο σαν ένα σφαιρικό φωτοστέφανο, που ονομάζεται «γαλαξιακή άλως», είναι ηλικιωμένα αμυδρά άστρα, με διάσπαρτα εδώ και εκεί αρχέγονα σφαιρωτά σμήνη, τα μέλη των οποίων είναι άστρα Πληθυσμού II.

Από τη μιαν άκρη ως την άλλη ο γαλαξιακός δίσκος έχει διάμετρο 100.000 ετών φωτός, που σημαίνει ότι μια ακτίνα φωτός, τρέχοντας με ταχύτητα 300.000 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο, χρειάζεται 100.000 χρόνια για να τον διασχίσει.

Ο Ήλιος μας βρίσκεται στα δύο τρίτα περίπου της απόστασης από το κέντρο, προς τα άκρα του γαλαξιακού δίσκου, και ανάμεσα σε δύο από τους βραχίονές του. Αυτή η θέση μας μέσα στον Γαλαξία προσδιορίζει άλλωστε και όλα όσα βλέπουμε στον νυχτερινό ουρανό από τη Γη μας. Γιατί, όταν κοιτάζουμε προς το επίπεδο του γαλαξιακού δίσκου, μπορούμε να διακρίνουμε τη μεγάλη μάζα των νεφελωμάτων και των άστρων που τον αποτελούν· ενώ όταν κοιτάζουμε προς τα πάνω ή προς τα κάτω του δίσκου, διακρίνουμε λίγα σχετικά άστρα. Η φωτεινή λοιπόν λωρίδα που φαίνεται στον ουρανό, η «Γαλαξία Οδός» των αρχαίων, δεν είναι παρά το επίπεδο του δίσκου του Γαλαξία μας όπως αυτός φαίνεται από τη δική μας σκοπιά στο εσωτερικό του.

Φυσικά, δεν είναι δυνατόν με κανέναν τρόπο να αποδοθεί πιστά το θέαμα που αντικρίζουν τα μάτια μας όταν ατενίζουμε τον Γαλαξία: 100 δισεκατομμύρια άστρα, κίτρινα, κόκκινα, μπλε, διπλά και πολλαπλά, νεφελώματα και αστρικά σμήνη, όλα αυτά αποτελούν μια τεράστια αστρική πολιτεία, γι' αυτό και αντιμετωπίζουμε τα συνταρακτικά φαινόμενα της γέννησης, της εξέλιξης και του θανάτου τους μέσα σε αυτή με δέος. Όλα περιφέρονται γύρω από το γαλαξιακό κέντρο. Μαζί τους και ο Ήλιος μας, που χρειάζεται 250 περίπου εκατομμύρια χρόνια για να συμπληρώσει μια πλήρη γαλακτο-κεντρική τροχιά. Στα πέντε δισεκατομμύρια χρόνια που έχουν περάσει από τότε που γεννήθηκε ο Ήλιος, το ηλιακό σύστημα έχει κάνει αυτή την τροχιά 20 περίπου φορές.

Σήμερα λοιπόν γνωρίζουμε ότι ο Γαλαξίας μας είναι κάτι περισσότερο από τη φολκλορική φλόγα των διαφόρων παραδόσεων. Τα άστρα του φαίνεται να είναι άπειρα και δεμένα γερά μεταξύ τους σαν ένας ατέλειωτος ωκεανός άμμου. Στην πραγματικότητα όμως, αυτό που βλέπουμε δεν είναι παρά ένα μικρό κομμάτι μιας τεράστιας αστρικής πολιτείας, μιας ζωντανής αστρικής ζούγκλας που γεννιέται, εξελίσσεται και πεθαίνει ασταμάτητα. Μέσα σ' αυτή τη ζούγκλα ζούμε κι εμείς, βλέποντας ένα μικρό μόνο μέρος του μεγαλείου και του μυστηρίου της, που όμως ασκεί πολύ μεγάλη επιρροή στη ζωή μας. Γιατί στον πύρινο αυτό ποταμό υπάρχουν απαντήσεις και δημιουργούνται οι προϋποθέσεις εκείνες που αφορούν άμεσα τον χώρο και τον χρόνο της ίδιας μας της ύπαρξης και κάνουν πολλούς από εμάς να αισθάνονται ασήμαντοι.

Ασήμαντοι! Φανταστείτε λοιπόν πώς ένιωσαν οι άνθρωποι την εποχή του Γαλιλαίου όταν, εξαιτίας των νέων γνώσεων, η θέση τους μετατοπίστηκε από το κέντρο του Σύμπαντος έστω και «λίγο». Αυτό το «λίγο» ήταν, με βάση τις γνώσεις της εποχής μας, ένας πολύ μετριοπαθής όρος. Γιατί στις αρχές του 21ου αιώνα οι ανθρώπινες διαστημικές συσκευές μάς έχουν στείλει εικόνες από τα απώτερα όρια του ηλιακού συστήματος. Κι έτσι τα μικροσκοπικά φωτεινά σημεία που έβλεπε ο Γαλιλαίος αποδείχτηκαν νέοι, και πραγματικά παράξενοι κόσμοι. Συγχρόνως το διαστημικό τηλεσκόπιο «Hubble» μάς έχει δείξει μέχρι και τα όρια του ορατού Σύμπαντος, ενώ στους επιταχυντές σωματιδίων (όπως είναι το CERN) έχουμε προσομοιώσει την κατα-

πληκτική κατάσταση που επικρατούσε στα πρώτα τρία λεπτά της ύπαρξής του.

Και πράγματι, στα 100 πρώτα δευτερόλεπτα της ύπαρξής του το Σύμπαν μετατράπηκε σ' έναν τεράστιο θερμοπυρηνικό αντιδραστήρα, ενώ μέσα στα πρώτα 10 λεπτά ένας μεγάλος αριθμός πρωτονίων ενώθηκαν μεταξύ τους σχηματίζοντας πυρήνες ηλίου. Η πυρηνοσύνθεση αυτή άρχισε 3 λεπτά και 46 δευτερόλεπτα μετά τη Μεγάλη Έκρηξη από την οποία γεννήθηκε το Σύμπαν, όταν η θερμοκρασία του είχε πέσει στους ένα δισεκατομμύριο βαθμούς Κελσίου. Έτσι, 10 λεπτά μετά τη Μεγάλη Έκρηξη σε κάθε 16 βαρυόνια (νετρόνια και πρωτόνια) η κατάσταση είχε ως εξής: τα 4 σωματίδια (2 πρωτόνια και 2 νετρόνια) αποτελούσαν έναν πυρήνα ηλίου, ενώ τα υπόλοιπα 12 πρωτόνια αποτελούσαν ελεύθερους πυρήνες υδρογόνου (αφού ο πυρήνας του υδρογόνου αποτελείται από ένα και μοναδικό πρωτόνιο). Για κάθε, δηλαδή, πυρήνα ηλίου είχαμε 12 πυρήνες υδρογόνου, κι έτσι η αναλογία της πυρηνικής ύλης που υπήρχε τότε ήταν 25% (4 σωματίδια στα 16) ήλιο και 75% υδρογόνο. Μ' αυτό λοιπόν τον τρόπο σχηματίστηκε όλο το υδρογόνο, αλλά και η μεγαλύτερη ποσότητα του ηλίου που υπάρχει σήμερα στο Σύμπαν.

Στο τέλος πάντως των 10 πρώτων λεπτών της δημιουργίας η θερμοπυρηνική μηχανή του Σύμπαντος έπαψε να λειτουργεί, όταν σταμάτησε και η δημιουργία πυρήνων ηλίου. Μαζί της σταμάτησε και η πυρηνοσύνθεση γενικά. Οποιαδήποτε περαιτέρω δημιουργία νέων πυρήνων των υπόλοιπων 92 χημικών

στοιχείων της φύσης έπρεπε να περιμένει τη γέννηση των άστρων (που άρχισε εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια αργότερα και συνεχίζεται μέχρι σήμερα), στη θερμοπυρηνική καρδιά των οποίων το υδρογόνο μετατρέπεται σε βαρύτερα στοιχεία μέχρι τον σίδηρο, καθώς και στις εκρήξεις των σουπερνόβα, από τις οποίες δημιουργούνται πολύ βαρέα στοιχεία, πάνω δηλαδή από τον σίδηρο και μέχρι το ουράνιο.

Και όλα αυτά τα συστατικά των άστρων και των γαλαξιών, του Ήλιου και της Γης, κάθε άτομο δηλαδή βράχων ή λουλουδιών, φωτιάς, σύννεφου ή θάλασσας, γεννήθηκαν προηγουμένως σε κάποιους άλλους ήλιους, κάποιας αρχέγονης εποχής πριν από δισεκατομμύρια χρόνια. Όπως κι εμείς άλλωστε, αφού κι εμείς δεν είμαστε τίποτε άλλο παρά μέρος της πρωτόγονης εκείνης ύλης που αρχικά δημιουργήθηκε με τη βίαιη γέννηση του Σύμπαντος πριν από 13,8 δισεκατομμύρια χρόνια. Όλα τα πρωτόνια και τα νετρόνια που υπάρχουν σήμερα στο Σύμπαν αποτελούν τα παγωμένα απολιθώματα της γένεσής του, γιατί όλα αυτά γεννήθηκαν καθώς η θερμοκρασία του Σύμπαντος έπεφτε συνεχώς.

Έτσι, δεν θα ήταν υπερβολή να πούμε σήμερα ότι το μεγαλύτερο μέρος του αστρικού Σύμπαντος αποτελείται από το «τίποτα». Όλα τα άστρα και οι γαλαξίες που μας αποκαλύπτουν τα τεράστια τηλεσκόπια των αστροσκοπειών δεν αποτελούν παρά ένα ελάχιστο ποσοστό του. Κι όλα όσα βλέπουμε αποτελούνται από τα άτομα των 94 χημικών στοιχείων που βρίσκουμε ελεύθερα στη φύση. Τα άτομα αυτά «κάπκαν» και ανασχηματί-

στηκαν στην καρδιά γιγάντιων κόκκινων άστρων. Ύλη που δημιουργήθηκε από στοιχεία που εκσφενδονίστηκαν στο διαστημικό κενό με τις εκρήξεις των σουπερνόβα. Το Σύμπαν, δηλαδή, δεν είναι πραγματικά παρά μια μουσική συμφωνία της οποίας οι νότες είναι άτομα σε συνδυασμούς απίστευτα πολύπλοκους, αν και βασίζονται σε απλούς φυσικούς νόμους. Όλα όσα συνέβησαν πάνω στη Γη θα μπορούσαν να είχαν συμβεί στο Σύμπαν αμέτρητες φορές στο παρελθόν, και να επαναληφθούν στο μέλλον μέσα στην απεραντοσύνη του Σύμπαντος. Γιατί οι πλανήτες, τα άστρα, οι γαλαξίες, και η ύπαρξη ζωής, δεν είναι παρά παραλλαγές στο ίδιο θέμα.

Φυσικά, η συσσώρευση γνώσης επηρέαζε ανάκαθεν την ανθρώπινη φιλοσοφία. Ειδικά όταν ερχόταν από τ' άστρα. Αρκεί να θυμηθούμε ξανά τον Γαλιλαίο και τους ανθρώπους της εποχής του, καθώς και τον τρόπο που αντέδρασαν όταν έμαθαν ότι η Γη δεν ήταν το κέντρο του Σύμπαντος. Μπορούμε όμως να κατηγορήσουμε αυτούς που έζησαν πριν από εμάς για τα αισθήματα ανασφάλειας που τους δημιούργησαν όσοι προσπάθησαν να αλλάξουν τις παγιωμένες τους αντιλήψεις και δοξασίες; Αλήθεια, πώς αντιδρούμε εμείς στη συσσώρευση γνώσεων του αιώνα μας; Άραγε οι γνώσεις αυτές μας ενώνουν ή μήπως γίνεται το αντίθετο;

Μερικοί πιστεύουν ότι η επιστήμη και η τεχνολογία είναι η αιτία που ο άνθρωπος αντιδρά βίαια, καθώς ανατρέπονται οι φιλοσοφικές του δοξασίες. Είναι όμως; Είναι άραγε αλήθεια ότι η επιστήμη μετακινεί τον άνθρωπο από το κέντρο, ή μήπως

το «κέντρο» είναι απλώς κάτι το σχετικό και θέμα προοπτικής; Αν κοιτάξουμε το Σύμπαν προς την άλλη κατεύθυνση, του μικρόκοσμου, θα ανακαλύψουμε το άτομο, του οποίου το μέγεθος είναι μισό εκατοντάκις εκατομμυριοστό του εκατοστόμετρου. Για να καταλάβετε πόσο μικρό είναι το μέγεθος αυτό, φανταστείτε ότι μπορείτε να δείτε τα άτομα στο σώμα ενός ανθρώπου και ότι αυτά έχουν το μέγεθος ενός κόκκου άμμου. Υπό αυτή την κλίμακα ο άνθρωπός μας θα είχε ύψος 3.500 χιλιομέτρων. Ύψος, δηλαδή, ίσο με τη διάμετρο της Σελήνης.

Αν σμικρύνουμε το πλιακό μας σύστημα ένα τρισεκατομμύριο φορές, τότε θα είχε το μέγεθος ενός μεγάλου δωματίου, και ο Ήλιος θα είχε το μέγεθος του κεφαλιού μιας καρφίτσας, ενώ το πλησιέστερο σ' εμάς άστρο (το σύστημα του άλφα Κενταύρου) θα βρισκόταν σε απόσταση 42 περίπου χιλιομέτρων. Στην ίδια σμίκρυνση, ο Γαλαξίας μας θα είχε διάμετρο 1.000.000 χιλιομέτρων, ενώ το πάχος του στο κέντρο θα έφτανε τα 100.000 χιλιόμετρα. Σε όλη του μάλιστα την έκταση ο Γαλαξίας μας θα στολιζόταν από 200 δισεκατομμύρια άστρα, με μέσο μέγεθος ίσο με το κεφάλι μιας καρφίτσας και σε απόσταση 40 περίπου χιλιομέτρων το ένα από τ' άλλο.

Στο Σύμπαν υπάρχουν περίπου ένα τρισεκατομμύριο τρισεκατομμύρια άστρα. Όσοι είναι και οι κόκκοι της άμμου όλων των ωκεανών της Γης. Και από την άλλη, στην ύλη που περιέχεται μέσα σε μία μόνο δαχτυλήθρα βρίσκουμε ένα δισεκατομμύριο τρισεκατομμύρια άτομα. Πού βρίσκεται λοιπόν τώρα το κέντρο του Σύμπαντος; Βρίσκεται άραγε ο άνθρωπος πραγμα-

τικά πολύ μακριά απ' αυτό; Ή μήπως το απροσδιόριστο αυτό κέντρο δεν είναι πραγματικά παρά θέμα προοπτικής και σχετικότητας;

Το άγνωστο συχνά τρομάζει τον κόσμο. Πολλούς τους κάνει να αισθάνονται χαμένοι. Μόνοι. Ανασφαλείς. Σε άλλους, το άγνωστο κεντρίζει την περιέργεια. Τους κάνει ανυπόμονους. Περήφανους. Να αισθάνονται μέρος από κάτι μεγαλύτερο απ' αυτούς. Και η απόκτηση νέων γνώσεων για το άγνωστο, ειδικά γνώσεων που προκαλούν αλλαγές στις φιλοσοφικές ιδέες του ανθρώπου για τον εαυτό του και τη σχέση του με τη φύση, θα αντιμετωπίζεται πάντα με επαίνους και με εκθρόνιση μαζί.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΑΣΤΡΙΚΑ ΓΕΝΝΗΤΟΥΡΙΑ

Στις αρχές του 20ού αιώνα ανακαλύψαμε ότι τα άτομα αποτελούνται από πρωτόνια, σωματίδια δηλαδή με θετικό ηλεκτρικό φορτίο, από νετρόνια, χωρίς κανένα φορτίο, και από τα μικροσκοπικά ηλεκτρόνια, με αρνητικό φορτίο. Τα πρωτόνια και τα νετρόνια αποτελούν τον πυρήνα στο κέντρο του ατόμου, ενώ τα ηλεκτρόνια κινούνται σε τροχιές γύρω από αυτόν. Τα χημικά στοιχεία αποτελούνται από άτομα με διαφορετικές ποσότητες πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων το καθένα. Το υδρογόνο, που είναι το πιο απλό από όλα τα χημικά στοιχεία, αποτελείται μόνο από ένα πρωτόνιο και ένα ηλεκτρόνιο, ενώ το δεύτερο απλούστερο, το ήλιο, αποτελείται από δύο ηλεκτρόνια, δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια. Και τα δύο αυτά στοιχεία είναι σταθερά, και μπορούν να υφίστανται για πάντα κάτω από κανονικές συνθήκες. Οι συνθήκες όμως στο κέντρο του Ήλιου κάθε άλλο παρά κανονικές είναι. Η θερμοκρασία στην περιοχή αυτή φτάνει τους 20 εκατομμύρια βαθμούς Κελσίου. Τα υπερθερμασμένα άτομα κινούνται με μεγάλες ταχύτητες και συγκρούονται μεταξύ τους· πολλές φορές με τόση βιαιότητα, ώστε δύο άτομα υδρογόνου κολλάνε μεταξύ τους, συγχωνεύονται δηλαδή. Δύο ακόμα βίαιες συγκρούσεις προσθέτουν δύο ακό-

μα άτομα υδρογόνου στο σύνολο, φτιάχνοντας έτσι ένα σταθερό άτομο ηλίου.

Το παράξενο όμως σ' όλη αυτή τη διαδικασία είναι ότι τα τέσσερα μεμονωμένα άτομα υδρογόνου ζυγίζουν περισσότερο από το ένα άτομο ηλίου το οποίο δημιουργήθηκε με τη συγχώνευση. Τι έγινε λοιπόν η μάζα που λείπει; Μετατράπηκε απλούστατα σε ενέργεια, όπως ακριβώς πρόβλεψε ο Albert Einstein στην περίφημη πλέον εξίσωσή του $E=mc^2$, που λέει ότι η ενέργεια που εκπέμπεται είναι ίση με το γινόμενο της μάζας που λείπει επί το τετράγωνο της ταχύτητας του φωτός. Αυτό που μας λέει, δηλαδή, ο Einstein είναι ότι ακόμα και μια πολύ μικρή ποσότητα ύλης απελευθερώνει τεράστιες ποσότητες ενέργειας αφού πολλαπλασιάζεται με τον αριθμό 90.000.000.000 (το τετράγωνο της ταχύτητας του φωτός = 300.000×300.000). Με άλλα λόγια, μια ελάχιστη ποσότητα μάζας μάς δίνει τεράστιες ποσότητες ενέργειας αφού ένα μόνο γραμμάριο ύλης μπορεί να απελευθερώσει ενέργεια ίση με αυτή που απελευθερώνουν 250.000 τόνοι βενζίνης. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος που ο Ήλιος και όλα τ' άστρα του ουρανού λάμπουν!

Στη διάρκεια της διαδικασίας αυτής, όταν 1.000 γραμμάρια υδρογόνου συγχωνεύονται δημιουργούν 993 γραμμάρια ηλίου, πράγμα που σημαίνει ότι «χάνονται» 7 γραμμάρια ύλης συνολικά. Στην πραγματικότητα, φυσικά, η μικρή αυτή ποσότητα δεν χάθηκε, αλλά μετατράπηκε σε ενέργεια. Υπάρχει, δηλαδή, ισοδυναμία μάζας και ενέργειας, και η εξίσωση του Einstein προσδιορίζει επακριβώς πόση ενέργεια απελευθερώνεται όταν

«χάνεται» μια ποσότητα μάζας. Φανταστείτε λοιπόν πόσο τεράστια είναι η ποσότητα ενέργειας που απελευθερώνεται από τον Ήλιο, αφού κάθε δευτερόλεπτο που περνά 655 περίπου εκατομμύρια τόνοι υδρογόνου μετατρέπονται σε 650 περίπου εκατομμύρια τόνους ηλίου. Κάθε δευτερόλεπτο, δηλαδή, ο Ήλιος μετατρέπει πέντε (για την ακρίβεια 4,6) εκατομμύρια τόνους ύλης του σε ενέργεια.

Η διαδικασία με την οποία παράγεται αυτή η τεράστια ποσότητα ενέργειας στον Ήλιο, και σ' άλλα άστρα, εξηγήθηκε για πρώτη φορά από τον γερμανο-αμερικανό φυσικό Hans A. Bethe (1906-2005) το 1939. Η ανακάλυψη χάρισε σ' αυτόν το Βραβείο Νόμπελ Φυσικής (1967) και έδωσε στην ανθρωπότητα την εξήγηση μιας από τις βασικότερες διεργασίες που συμβαίνουν στο Σύμπαν. Έτσι, μέχρι τώρα θα πρέπει να έχουμε ήδη κατανοήσει ότι ο Ήλιος μας είναι ένας τεράστιος πυρηνικός αντιδραστήρας που μετατρέπει συνεχώς το υδρογόνο του σε ήλιο, έτσι ώστε κάθε δευτερόλεπτο που περνά σχεδόν 5 εκατομμύρια τόνοι από τη μάζα του να μετατρέπονται σε ενέργεια. Παρόλο όμως που ο Ήλιος χάνει την τεράστια αυτή ποσότητα ύλης, είναι τόσο μεγάλος που σε δισεκατομμύρια χρόνια από σήμερα θα έχει χάσει λιγότερο από το ένα χιλιοστό της μάζας του. Έτσι, η ατομική θεωρία μάς αποκάλυψε μια πηγή ενέργειας που έχει τη δυνατότητα να τροφοδοτεί τον Ήλιο, και τ' άλλα άστρα, για δισεκατομμύρια χρόνια.

Αλλά ας μην προτρέξουμε περισσότερο και ας πάρουμε τα πράγματα με τη σειρά.

Το άγνωστο συχνά τρομάζει τον κόσμο. Πολλούς τους κάνει να αισθάνονται χαμένοι. Μόνοι. Ανασφαλείς. Σε άλλους το άγνωστο κεντρίζει την περιέργεια. Τους κάνει ανυπόμονους. Περήφανους. Να αισθάνονται μέρος από κάτι μεγαλύτερο απ' αυτούς. Και η απόκτηση νέων γνώσεων για το άγνωστο, ειδικά γνώσεων που προκαλούν αλλαγές στις φιλοσοφικές ιδέες του ανθρώπου σχετικά με τον εαυτό του και τη σχέση του με τη φύση, θα αντιμετωπίζεται πάντα με επαίνους και με εχθρότητα μαζί.

Στο Σύμπαν υπάρχουν περίπου ένα τρισεκατομμύριο τρισεκατομμύρια άστρα. Όσοι είναι και οι κόκκοι της άμμου όλων των ωκεανών της Γης. Και από την άλλη, στην ύλη που περιέχεται μέσα σε μία μόνο δαχτυλήτρα βρίσκουμε ένα δισεκατομμύριο τρισεκατομμύρια άτομα. Πού βρίσκεται λοιπόν τώρα το κέντρο του Σύμπαντος; Βρίσκεται άραγε ο άνθρωπος πραγματικά πολύ μακριά απ' αυτό; Ή μήπως το απροσδιόριστο αυτό κέντρο δεν είναι πραγματικά παρά θέμα προοπτικής και σχετικότητας;

Από τη γέννηση των άστρων ως τις μαύρες τρύπες, από τα στοιχειώδη σωματίδια ως τα βαρυτικά κύματα, από τους πιο μακρινούς γαλαξίες ως το ανθρώπινο είδος, αυτό το βιβλίο περιγράφει το αέναο ταξίδι της υλοενέργειας που απαρτίζει το Σύμπαν.

ISBN:978-618-03-1234-8



ΒΟΗΘ. ΚΩΔ. 81234