

Επιστήμονες, δαίμονες και μάγισσες

Η γραμματεία των δαιμονολογιών έχει αρχίσει να μελετάται συστηματικά τα τελευταία χρόνια, προσφέροντας εξαιρετικά χρήσιμο υλικό στους ιστορικούς και φιλόσοφους της επιστήμης. Μπορούν άραγε οι μάγισσες να πετάξουν; Έχουν σεξουαλικές επαφές με τους δαίμονες; Διαθέτουν την ικανότητα να μεταμορφώσουν τους εαυτούς τους ή άλλους ανθρώπους σε ζώα;

►► 8

Σπείρες, ράβδοι, κουτιά και φιστίκια Η μορφολογία του Γαλαξία και άλλων σπειροειδών γαλαξιών

Επειτα από παρατηρήσεις και υπολογισμούς δεκαετιών, διαπιστώσαμε ότι βρισκόμαστε στις παρυφές ενός αστρικού συστήματος σε σχήμα δίσκου, τον Γαλαξία μας. Υπάρχουν δισεκατομμύρια άλλα τέτοια συστήματα στο Σύμπαν, τη μορφολογία και τη δυναμική των οποίων προσπαθούμε να κατανοήσουμε και να ερμηνεύσουμε με τη βοήθεια ισχυρών τηλεσκοπίων και υπερυπολογιστών.

►► 2-3

ΓΙΑΤΙ (ΔΕΝ) ΔΙΔΑΣΚΟΥΜΕ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ

Η Αστρονομία προσφέρει, στο πλαίσιο της διδασκαλίας της, δυνατότητες που άλλα μαθήματα Φυσικών Επιστημών δεν έχουν. Η αξιοποίηση όμως αυτών των δυνατοτήτων απαιτεί ενδεχομένως έναν διαφορετικό τρόπο προσέγγισης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

►► 4-5



Pigs in space

Το "Pigs in Space" ήταν από τα πιο δημοφιλή σκετς του The Muppet Show. Παρόλα αυτά, αν και πολλά είδη ζώων μπήκαν σε τροχιά, η ανθρωπότητα δεν έστειλε ποτέ γουρούνια σε διαστημική αποστολή.

►► 6

Όταν οι ερευνητές βγαίνουν από το εργαστήριο

Για πέμπτη χρονιά διοργανώθηκε, στην Τεχνόπολη, στο Γκάζι, το Athens Science Festival, όπου πολλοί

ερευνητικοί φορείς έδωσαν το «παρών» και ενημέρωσαν το κοινό για τις δράσεις τους. Πότε όμως ξεκίνησε αυτή η παράδοση;

►► 6



Αντιγνώση

ΣΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ σημείωμα έγραφα ότι η γνώση για τον κόσμο είναι ένα *πράγμα* του κόσμου των ανθρώπων. «Πράγμα» από το *πράττω*. Η γνώση του κόσμου δεν είναι μια απευθείας σχέση του υποκειμένου της γνώσης με τον κόσμο, αλλά μια σχέση που διαμεσολαβείται από τους όρους της συλλογικής του ύπαρξης, από το γεγονός δηλαδή ότι ζει σε μια κοινωνία. Το κλασικό ερώτημα της γνωσιολογίας είναι: *Τι μπορούμε να γνωρίσουμε και πώς μπορούμε να γνωρίσουμε;* Αν το δούμε υπό το πρίσμα της παραπάνω διαπίστωσης, όμως, τα πράγματα περιπλέκονται.

Το 2004, ο Πίτερ Γκάλισον, θεωρητικός των Σπουδών Επιστήμης και Τεχνολογίας, δημοσίευσε ένα άρθρο με θέμα τις διαδικασίες διαβάθμισης εγγράφων, δηλαδή τους τρόπους με τους οποίους διάφορα έγγραφα που αφορούν την εθνική ασφάλεια των ΗΠΑ χαρακτηρίζονται απόρρητα. Όπως είναι εύλογο, η πλειονότητα των εγγράφων αφορά επιστημονικές εργασίες που εκπονούνται σε εργαστήρια που συνδέονται με την αμυντική βιομηχανία της χώρας. Το ζητούμενο από τους ανθρώπους που επιφορτίζονται με τη διαβάθμιση των σχετικών εγγράφων είναι να αφαιρέσουν χειρουργικά από το σύνολο της θεωρητικής παραγωγής εκείνα τα στοιχεία που μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την εθνική ασφάλεια και να επιτρέψουν τη διάθεση της υπόλοιπης και κατά τεκμήριο πολύτιμης γνώσης στη δημόσια σφαίρα. Το πρόβλημα είναι ότι κάτι τέτοιο αποδεικνύεται αδύνατο.

Αφενός επειδή τα διάφορα σώματα των ανθρώπων που είναι επιφορτισμένοι με τη διαβάθμιση εγγράφων δεν επικοινωνούν μεταξύ τους. Κάθε ομάδα έχει πρόσβαση σε διαφορετική κατηγορία εγγράφων, τα οποία παραμένουν εν δυνάμει απόρρητα για όλες τις υπόλοιπες ομάδες. Συνεπώς, είναι αδύνατο να υπάρξει ένα κοινό πρωτόκολλο εργασίας που θα διασφαλίσει ότι όλα τα σώματα γνώσης υφίστανται παρόμοια μεταχείριση. Αφετέρου γιατί η ελπίδα πως μπορούν να υπάρξουν παρεμβάσεις στη γλώσσα σε «ατομικό» επίπεδο αποδεικνύεται φρούδα. Οι «χειρουργικές» παρεμβάσεις δεν αρκούν για να συσκοτίσουν το θεωρητικό πλαίσιο το οποίο κάνει δυνατή τη γνώση ενός φαινομένου ή την ανάπτυξη μιας τεχνολογίας. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η διαβάθμιση να περιλαμβάνει όλο και ευρύτερα σώματα γνώσης, αποστερώντας τα, αντίστοιχα, από τη δημόσια σφαίρα. Ο Γκάλισον σημειώνει: «Το διαβαθμισμένο σύμπαν, απ' όσο μπορώ να εκτιμήσω, είναι πέντε έως δέκα φορές μεγαλύτερο από την ελεύθερα διαθέσιμη βιβλιογραφία που φτάνει στις βιβλιοθήκες μας. Η εικόνα που έχουμε για τη γνώση είναι πιθανότατα υπερβολικά αισιόδοξη, θα έλεγα μάλιστα αντεστραμμένη. Ο κλειστός κόσμος δεν είναι ένα μικρό χρηματοκιβώτιο στη γωνία του συλλογικού μας σπιτιού με τις κωδικοποιημένες και αποθηκευμένες γνώσεις. Αντίθετα, είμαστε εμείς, που ζούμε στον ανοιχτό κόσμο -εμείς που μελετάμε τον κόσμο που απόκειται στις βιβλιοθήκες μας [...]-, αυτοί που ζουν σε μια μικρή θυρίδα πληροφοριών που βλέπει προς τα έξω, με τις πλάτες μας στραμμένες σε μια απέραντη διαβαθμισμένη αυτοκρατορία που μόλις και μετά βίας γνωρίζουμε».

Μ.Π.

Σπείρες, ράβδοι, κουτι

ΤΟΥ ΔΡ Π.Α. ΠΑΤΣΗ*

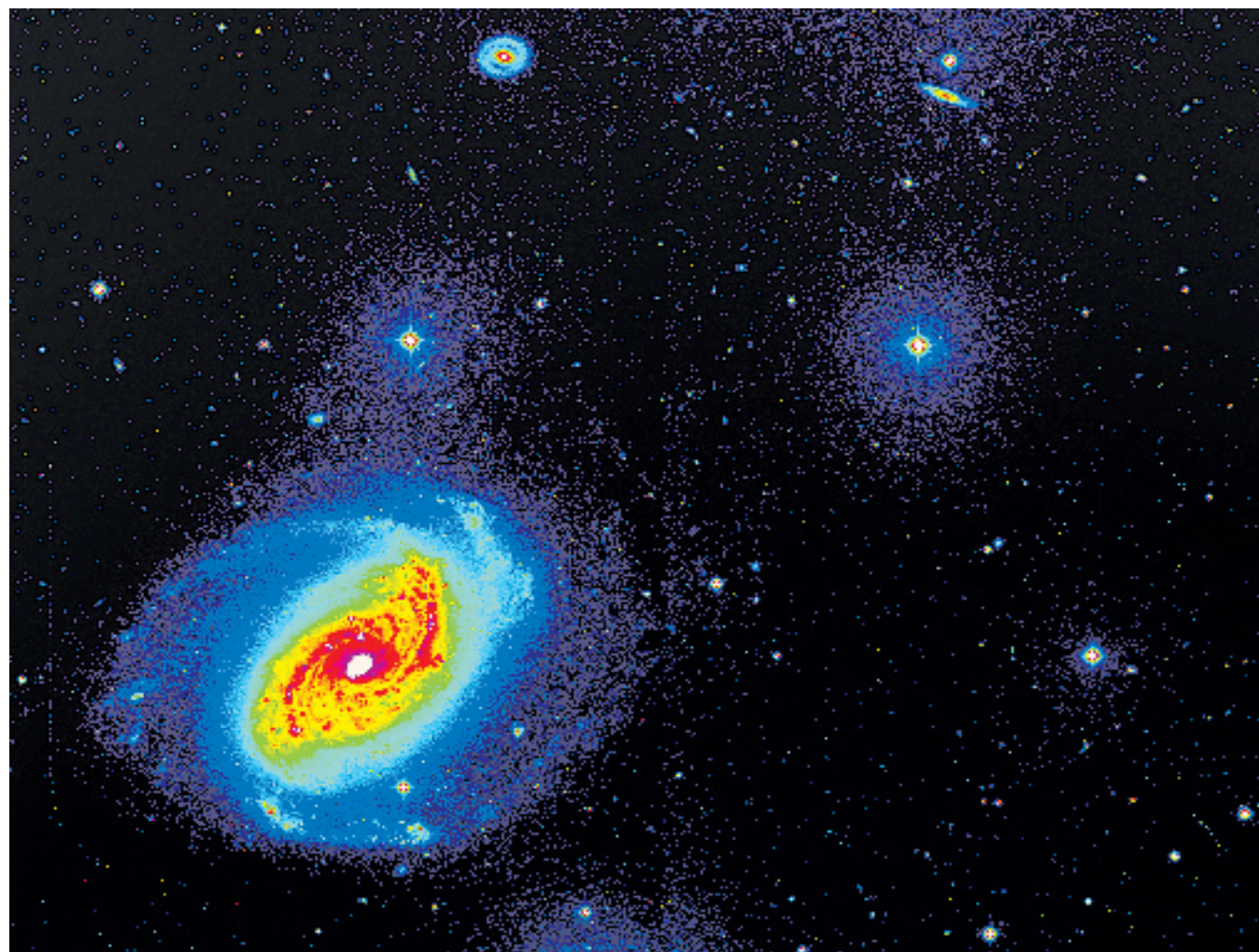
Ζούμε στις παρυφές ενός αστρικού συστήματος σε σχήμα δίσκου που αποτελείται από 200 δισεκατομμύρια αστέρια και ονομάζεται Γαλαξίας. Ο Ήλιος, μαζί με τη Γη και τους άλλους πλανήτες, βρίσκεται σε μια απόσταση 30.000 ετών φωτός από το κέντρο του συστήματος και περιφέρεται γύρω από αυτό με ταχύτητα 220 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο. Ο δίσκος έχει διάμετρο 100.000 και πάχος μόλις 2.000 έτη φωτός. Περιβάλλεται από μια άλω αόρατης, «σκοτεινής» ύλης, που εκτείνεται σε απόσταση πολλών εκατοντάδων χιλιάδων ετών φωτός. Αυτή την ύλη δεν μπορούμε να την παρατηρήσουμε, δεν εκπέμπει στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, αλλά μπορούμε να εκτιμήσουμε τη μάζα της καταγράφοντας και υπολογίζοντας τις κινήσεις των άστρων. Η μάζα της άλω είναι εκατοντάδες φορές μεγαλύτερη από τη μάζα όλων των άστρων του δίσκου μαζί. Δεν μπορούμε

να ταξιδέψουμε σε μια θέση του σύμπαντος για να δούμε τον Γαλαξία «απ'έξω», να τον φωτογραφίσουμε και να προσδιορίσουμε έτσι με ακρίβεια το σχήμα του. Οι έρευνες όμως των τελευταίων χρόνων μας οδήγησαν στο ασφαλές συμπέρασμα ότι στο κέντρο του βρίσκεται ένας επιμήκης σχηματισμός, μια ράβδος, μήκους 10.000-12.000 ετών φωτός. Πέρα από το τέλος της ράβδου, οι αστέρες του Γαλαξία που βρίσκονται πάνω στον δίσκο είναι οργανωμένοι σε σπείρες. Υπάρχουν δύο ισχυρές και δύο ασθενείς σπείρες και ο Ήλιος βρίσκεται κοντά στη σπείρα του Περσέα, σε μια τοπική συμπύκνωση που ονομάζουμε ίχνος του Ωρίωνα. Οι αριθμοί που αναφέρουμε είναι προσεγγιστικοί, αλλά δίνουν τη σωστή εικόνα του Γαλαξία. Ένα σκίτσο που την περιγράφει δίνεται στο Σχήμα 1. Σήμερα γνωρίζουμε ότι ο Γαλαξίας είναι ένας από τα περίπου 200 δισεκατομμύρια γαλαξίων που υπάρχουν.

Η εικόνα αυτή είναι το αποτέλεσμα της προόδου της Αστρονομίας κατά τα τελευταία ενε-

νήντα χρόνια. Είναι αποτέλεσμα παρατηρήσεων και υπολογισμών που μας επέτρεψαν να συνειδητοποιήσουμε τη θέση μας στο Σύμπαν. Δεν ήταν ένα εύκολο συμπέρασμα. Κοιτάζοντας τον νυχτερινό ουρανό διά γυμνού οφθαλμού, μπορούμε να διακρίνουμε το πολύ 2.500 άστρα. Όμως, όταν δεν έχει φεγγάρι, ιδίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, βλέπουμε επίσης μια ακανόνιστη, φωτεινή και νεφελώδη ζώνη να διασχίζει τον ουρανό. Οι αρχαίοι Έλληνες την ονόμασαν «Γαλαξία» λόγω της γαλακτόχρωμης όψης της. Σύντομα κατόρθωσαν να καταλάβουν την πραγματική της φύση. Όπως μαρτυρεί ο Αριστοτέλης στα «Μετεωρολογικά» του, «...οἱ δὲ περὶ Ἀναξαγόραν καὶ Δημόκριτον φῶς εἶναι τὸ γάλα λέγουσιν ἄστρων τινῶν...».

Η επιβεβαίωση ήρθε περισσότερο από μια χιλιετία αργότερα, όταν ο Γαλιλαίος το 1610 έστρεψε προς τον «κύκλο του γάλακτος» το τηλεσκόπιό του. Με τα τηλεσκόπια ανακαλύφθηκαν στους αιώνες που ακολούθησαν όχι μόνο περισσότερα άστρα αλλά και άλλα, διαφορετι-



Σχήμα 2: Εικόνα ψευδοχρωμάτων του γαλαξία NGC 5248 (κάτω αριστερά) στο εγγύς υπέρυθρο (2.1μm). Η εικόνα έχει ληφθεί με το τηλεσκόπιο των 2.2μ του European Southern Observatory στη La Silla της Χιλής. Ο NGC 5248 απέχει 59 εκατομμύρια έτη φωτός και είναι ένας ραβδοειδής σπειροειδής με ένα εσωτερικό και ένα εξωτερικό σύστημα βραχιόνων.

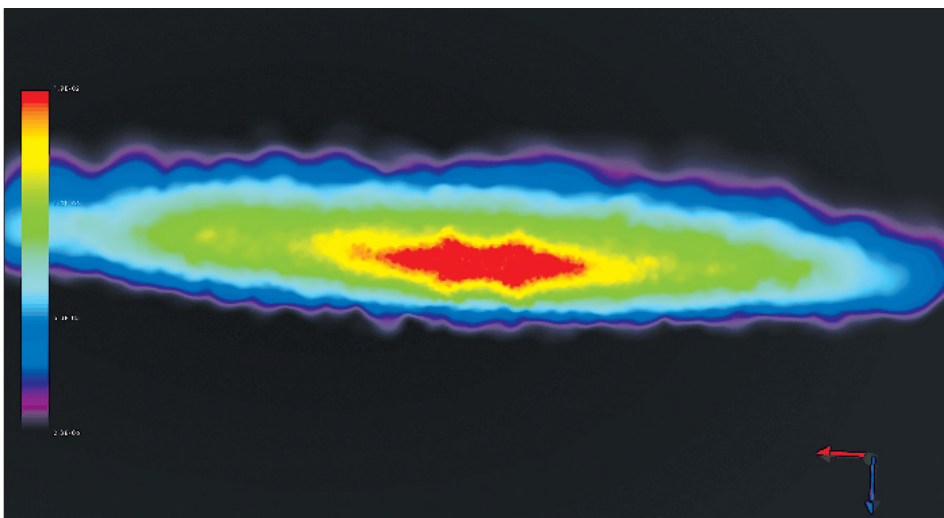
ά και φιστίκια

Η μορφολογία του Γαλαξία και άλλων σπειροειδών γαλαξιών

κής φύσης, αντικείμενα που ονομάστηκαν «νεφελώματα». Μερικά από αυτά είχαν μια καταπληκτική σπειροειδή μορφολογία. Ακολούθησε μια μακρόχρονη επιστημονική διαμάχη για το αν τα νεφελώματα ήταν, όπως τα άστρα, αντικείμενα που ανήκουν στον Γαλαξία ή αν ήταν διαφορετικά συστήματα, δηλαδή «νησιά σύμπαντα». Η οριστική απάντηση δόθηκε το 1923 από τον Χαμπλ, με την ανακάλυψη μεταβλητών αστερών με γνωστή απόλυτη λαμπρότητα στο νεφέλωμα της Ανδρομέδας. Αυτό του επέτρεψε να εκτιμήσει πόσο μακριά μας βρίσκεται το νεφέλωμα αυτό και η απόσταση ήταν τεράστια. Πολύ μεγαλύτερη από την απόσταση οποιουδήποτε άστρου από τη Γη. Ήταν το πρώτο βήμα για να γνωρίσει η ανθρωπότητα το Σύμπαν των γαλαξιών. Το νεφέλωμα της Ανδρομέδας είναι ο πιο κοντινός μας μεγάλος γαλαξίας και βρίσκεται σε απόσταση 2,5 εκατομμυρίων ετών φωτός από εμάς. Τον παρατηρούμε δηλαδή σήμερα όπως ήταν σε μια εποχή πριν εμφανιστεί το γένος homo επί της Γης.

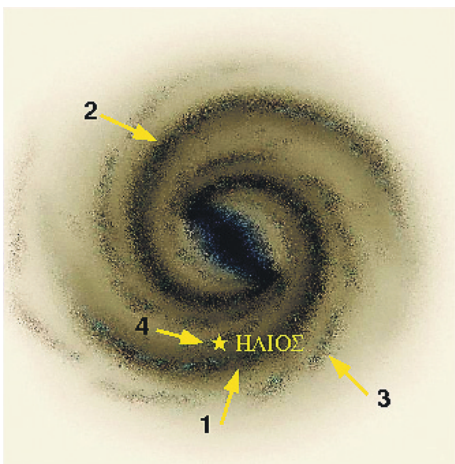
Οι γαλαξίες είναι αμυδρά αντικείμενα. Αυτός είναι ο λόγος που έπρεπε να ανακαλύψουμε πρώτα το τηλεσκόπιο για να τους δούμε. Όταν πήμε στον Νότο (νοτιότερα από πλάτος 20° και καλύτερα κάτω από τον Ισημερινό), μπορούμε να διακρίνουμε με το μάτι το Μεγάλο Νέφος του Μαγγελάνου, που είναι ένας μικρός δορυφόρος του Γαλαξία μας. Κανείς άλλος γαλαξίας δεν είναι ευδιάκριτος. Ένας εξασκημένος παρατηρητής χωρίς τηλεσκόπιο μπορεί να υποψιαστεί την ύπαρξη μιας ασαφούς φωτεινής κηλίδας κοντά στο μ του αστερισμού της Ανδρομέδας. Αυτή η κηλίδα είναι μόνο η κεντρική περιοχή του ομώνυμου γαλαξία που προαναφέραμε, ο οποίος έχει διαστάσεις λίγο μεγαλύτερες από αυτές του δικού μας. Αν η όρασή μας ήταν φωτογραφική και μπορούσαμε να συγκεντρώσουμε ικανό αριθμό φωτονίων στους οφθαλμούς μας, θα διαπιστώναμε ότι πρόκειται για ένα αντικείμενο που, από τη μία άκρη του ως την άλλη, εκτείνεται στον ουρανό σε μια απόσταση όση επτά διαμέτρους της Πανσελήνου. Τόσο αμυδρόι είναι οι γαλαξίες.

Ο Χαμπλ ήταν ο πρώτος που ταξινόμησε τους γαλαξίες ανάλογα με τη μορφολογία τους. Οι τρεις κύριοι τύποι γαλαξιών είναι οι ελλειπτικοί και οι σπειροειδείς, που υποδιαιρούνται σε περισσότερες υποκατηγορίες, και οι άμορφοι. Όπως εύστοχα παρατηρεί ο Κ. Κρόσγουελ, «όλοι οι γαλαξίες δεν δημιουργήθηκαν ίσοι. Από τους τρεις κύριους τύπους γαλαξιών, ένας ξεχωρίζει από τους υπόλοιπους για την εκπληκτική του ομορφιά: ο σπειροειδής». Δεν είναι όμως μόνο το γεωμετρικό τους σχήμα που κάνει τους σπειροειδείς γαλαξίες σημαντικούς. Σε αυτό τον τύπο γαλαξιών υπάρχει αέριο, συγκεντρωμένο στον δίσκο, με μάζα περίπου 10% της συνολικής μάζας των άστρων. Λόγω της δυναμικής του δίσκου, το αέριο συμπιέζεται στις περιοχές των σπειρών και με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται νέοι αστέρες. Ο Ήλιος και το ηλιακό σύστημα δημιουργήθηκαν με μια τέτοια διαδικασία από την κατάρρευση μέρους ενός γιγάντιου περιστρεφόμενου νέφους πριν από 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια. Λόγω της σύστασης του αρχικού νέφους, που είχε εμπλουτιστεί με βαριά στοιχεία διασκορπισμένα στο διάστημα κατά τον θάνατο ενός προγενέστερου άστρου, κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του ηλιακού συστήματος δημιουργήθηκαν βραχώδεις πλανήτες ως υπολείμματα της δημιουργίας του Ήλιου. Αν και μικρής σημασίας από δυναμικής άποψης, σε έναν από αυτούς άνηθε το φαινόμενο της ζωής κι έτσι βρισκόμαστε εμείς εδώ σήμερα και μελετούμε τη μορφολογία των σπειροειδών γαλαξιών.



Σχήμα 3: Προσομοίωση N-σωμάτων ενός ραβδοειδούς γαλαξία με 2 εκατομμύρια σώματα που δημιουργούν έναν σχηματισμό με δομή φιστικιού (κόκκινη περιοχή) στις κεντρικές του περιοχές... Ο γαλαξιακός δίσκος έχει στραφεί ώστε να φαίνεται από το πλάι. Τα χρώματα αντιστοιχούν στην πυκνότητα του μοντέλου, η οποία αυξάνει από το μαύρο στο κόκκινο, όπως υποδεικνύει η μπάρα στα αριστερά της εικόνας. Ο δικός μας Γαλαξίας έχει μια ράβδο με παρόμοια μορφολογία. Οι υπολογισμοί έχουν πραγματοποιηθεί στο Υπολογιστικό Κέντρο του Garching στην Γερμανία.

Η ερμηνεία της μορφολογίας των γαλαξιών είναι ένα διανοητικό παιχνίδι που βασίζεται στη χρήση μεγάλων επίγειων και διαστημικών τηλεσκοπίων καθώς και στη χρήση υπερυπολογιστών. Είναι απαραίτητο τόσο το πειραματικό - παρατηρησιακό μέρος, όσο και το θεωρητικό - αριθμητικό για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε δομές όπως οι σπείρες και οι ράβδοι. Σήμερα υπάρχουν δεκάδες ερευνητικές ομάδες στα μεγαλύτερα ερευνητικά ινστιτούτα και πανεπιστήμια ανά τον κόσμο που εργάζονται για τον σκοπό αυτό. Μαθηματικά μοντέλα που βασίζονται στη θεωρία των Τροχιών, καθώς και μοντέλα που μελετούν τη βαρυτική αλληλεπίδραση δεκάδων εκατομμυρίων σωμάτων μεταξύ τους, προσομοιώνοντας τις κινήσεις των αστερών ενός γαλαξία (μοντέλα N-σωμάτων), συγκρίνονται με εικόνες γαλαξιών που λαμβάνονται



Σχήμα 1: Κάτοψη του δίσκου του Γαλαξία στην οποία φαίνεται η σπειροειδής δομή. Η θέση του Ήλιου σημειώνεται με έναν αστερίσκο. Τα βέλη δείχνουν τον βραχίονα του Περσέα (1), τον βραχίονα Ασπίδας-Κενταύρου (2), τον λεγόμενο “εξωτερικό” βραχίονα (3) και το ίχνος του Ωρίωνα (4), πάνω στο οποίο βρίσκεται ο Ήλιος. Οι σπείρες περιστρέφονται αντίθετα με τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

σε κατάλληλα μήκη κύματος. Η καλύτερη απεικόνιση της κατανομής των αστερών στους γαλαξιακούς δίσκους γίνεται σε εικόνες που λαμβάνονται στο εγγύς υπέρυθρο. Εκεί βλέπουμε ουσιαστικά αστέρες φασματικού τύπου K και M που συγκροτούν το μεγαλύτερο μέρος της φωτεινής μάζας των γαλαξιών. Παράλληλα, ελαχιστοποιείται η συμβολή των νέων λαμπρών αστερών και του αερίου που κυριαρχούν σε οπτικά μήκη κύματος. Η λήψη τέτοιων εικόνων έγινε τεχνολογικά δυνατή μόλις στα μέσα της δεκαετίας του 1990 και αποτελούν από τότε το πρότυπο σύγκρισης με τα μαθηματικά μοντέλα. Στο Σχήμα 2 βλέπουμε μια εικόνα του γαλαξία NGC 5248 στο εγγύς υπέρυθρο που έχει καταγραφεί με το τηλεσκόπιο των 2,2 μ. του European Southern Observatory στη La Silla της Χιλής.

Για να κατανοήσουμε τα σχήματα των γαλαξιών, πρέπει να κατανοήσουμε τις κινήσεις των άστρων τους, αλλά και την κίνηση του αερίου που περιέχουν. Αστέρες και αέριο βρίσκονται σε διαρκή κίνηση, δημιουργώντας δομές που διατηρούνται ουσιαστικά αναλλοίωτες για δισεκατομμύρια έτη. Ο κλάδος της Αστρονομίας που μελετά τις κινήσεις των αντικειμένων σε γαλαξιακό επίπεδο λέγεται Γαλαξιακή Δυναμική. Ένα από τα βασικά συμπεράσματα της Γαλαξιακής Δυναμικής που αφορά τις σπείρες των γαλαξιών είναι ότι δεν αποτελούνται διαρκώς από τα ίδια άστρα, αλλά αποτελούν «κύματα πυκνότητας». Οι αστέρες δηλαδή περιστρέφονται γύρω από το κέντρο του γαλαξία, ο καθένας με διαφορετική γωνιακή ταχύτητα, διέρχονται μέσα από τις σπείρες, αλλά παραμένουν περισσότερο χρόνο στην περιοχή τους, δημιουργώντας τοπικά ένα μέγιστο πυκνότητας. Οι σπειροειδείς βραχίονες με τη σειρά τους περιστρέφονται ως ενιαίος σχηματισμός γύρω από το κέντρο του γαλαξία με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, χωρίς να περιελίσσονται και ως εκ τούτου να καταστρέφονται.

Οι γαλαξιακοί δίσκοι παρουσιάζουν δομές και εκτός του γαλαξιακού επιπέδου. Τις βλέπουμε όταν παρατηρούμε έναν γαλαξιακό δίσκο από το πλάι, όταν αυτός τυχαίνει να έχει τον κατάλληλο προσανατολισμό στον ουρανό. Η πιο χαρακτηριστική από αυτές τις δομές εμφανίζεται στις κεντρικές περιοχές των δίσκων και έχει το σχήμα κουτιού. Πολλές φορές το σχήμα της κεντρικής περιοχής εκτός του γαλαξιακού επιπέδου μπορεί να περιγραφεί και ως ένα φιστίκι (peanut-shaped). Οι μελέτες έδειξαν ότι αυτός ο σχηματισμός δεν είναι τίποτα άλλο παρά η κεντρική περιοχή της ράβδου, όπως προεξέχει από το ισημερινό επίπεδο του γαλαξία. Μια τέτοια, κιβωτιοσχημη κεντρική περιοχή που θυμίζει φιστίκι παρατηρείται και στον δικό μας Γαλαξία και αποτελεί ακόμη ένα επιχείρημα που στηρίζει την άποψη ότι πρόκειται για έναν ραβδοειδή. Το φιστίκι εμφανίζεται συχνά σε προσομοιώσεις γαλαξιακών δίσκων με τη μέθοδο των N-σωμάτων, όπως αυτή από την οποία παρουσιάζουμε ένα στιγμιότυπο στο Σχήμα 3. Πρόκειται για μια προσομοίωση ενός γαλαξιακού δίσκου ο οποίος περιβάλλεται από μια άλω σκοτεινής ύλης και έχει μάζα και διαστάσεις παρόμοιες με αυτές του Γαλαξία. Το σύστημα περιέχει και αέριο με μάζα 10% της αστρικής, από το οποίο γεννιούνται νέοι αστέρες. Στην αρχή της προσομοίωσης 2 εκατομμύρια σώματα είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα στον δίσκο ακτίνας 35.000 ετών φωτός. Έπειτα από χρόνο που αντιστοιχεί σε 1 δισεκατομμύριο χρόνια, το μοντέλο αναπτύσσει μια ράβδο με σπείρες και αυτή η μορφολογία διαρκεί. Στο Σχήμα 3 έχουμε στρέψει τον δίσκο ώστε να φαίνεται από το πλάι, οπότε γίνεται εμφανής η μορφολογία του φιστικιού στην κεντρική, κόκκινη, περιοχή. Τα χρώματα δίνουν τοπικά την πυκνότητα του μοντέλου όπως δείχνει η μπάρα στα αριστερά της εικόνας. Η πυκνότητα αυξάνει από το μαύρο προς το κόκκινο. Οι υπολογισμοί έγιναν στο Υπολογιστικό Κέντρο του Ινστιτούτου Max-Planck στο Garching κοντά στο Μόναχο, στη Γερμανία.

Η ερμηνεία της μορφολογίας των γαλαξιών από θεωρητικής άποψης γίνεται με τη Θεωρία των Τροχιών, τη Mn-Γραμμική Δυναμική και τη Θεωρία του Χάους. Από τη δεκαετία του 1960 μέχρι σήμερα η έρευνα στον τομέα αυτό έχει δώσει πολλά αξιόλογα αποτελέσματα, τα οποία έρχονται να επιβεβαιώσουν παρατηρήσεις με μεγάλα τηλεσκόπια και μοντέλα που κατασκευάζονται με ισχυρούς υπερυπολογιστές. Η συμβολή Ελλήνων επιστημόνων διαχρονικά υπήρξε πολύ σημαντική, δημιουργώντας παράδοση σε αυτό τον χώρο. Δίνουμε μια ενδεικτική βιβλιογραφία για όποιον θελήσει να ασχοληθεί περισσότερο.

* G. Bertin, C.C. Lin, 1996, “Spiral Structure in Galaxies - A density wave Theory”, The MIT Press
* J. Binney, S. Tremaine, “Galactic Dynamics”, 2008, Princeton University Press
* G. Contopoulos, 2004, Order and Chaos in Dynamical Astronomy, Springer-Verlag
* K. Croswell, “The Alchemy of the Heavens”, 1995, Anchor Books

*** Ο Δρ. Π. Πάτσος είναι αστροφυσικός, έχει εργαστεί ως ερευνητής στο European Southern Observatory στο Μόναχο, στο πανεπιστημιακό Αστεροσκοπείο της Μασσαλίας, στο Ινστιτούτο Max-Planck for Astronomy στην Χαϊδελβέργη, στο πανεπιστήμιο της Χαϊδελβέργης και σήμερα είναι διευθυντής Ερευνών στο Κέντρο Ερευνών Αστρονομίας της Ακαδημίας Αθηνών**

Η Αστρονομία στο σχολείο

Η Αστρονομία έχει υπάρξει μέρος του προγράμματος σπουδών σε σχολές, πανεπιστήμια και σχολεία από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Ωστόσο, από το σύγχρονο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα απουσιάζει εντελώς. Ήταν υποχρεωτικό μάθημα των μεγαλύτερων τάξεων του Λυκείου ως το 1998, όταν μετατράπηκε σε μάθημα επιλογής. Σε ένα σχολείο του οποίου τελικά ο μόνος σκοπός είναι η εισαγωγή στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση και με το μάθημα της Αστροφυσικής να μην παίζει ρόλο σε αυτή τη διαδικασία, ήταν φυσικό να μην υπάρχει κίνητρο στους μαθητές για την επιλογή του. Τελικά, το 2014, το μάθημα αυτό εξαφανίστηκε εντελώς από το πρόγραμμα σπουδών.

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για να διαφωνεί κανείς με την κατάργηση του μαθήματος της Αστρονομίας, ή Αστροφυσικής, από το σχολείο. Λόγοι συναισθηματικοί, συντεχνιακοί, επιστημονικοί και πρακτικοί συνθέτουν ένα ολόκληρο φάσμα απόψεων και κινήτρων και δεν θα μπορούσε να είναι αλλιώς. Άλλωστε, σε μια Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση της οποίας η ύπαρξη εξυπηρετεί σε μεγάλο βαθμό και άλλους σκοπούς εκτός (ή επιπροσθέτως) αυτού για τον οποίο προορίζεται, ακόμη και οι διαμαρτυρίες για τα κακώς κείμενα δεν μπορεί να είναι μόνο «αγαθές». Κάτι τέτοιο ισχύει για όλα τα μαθήματα.

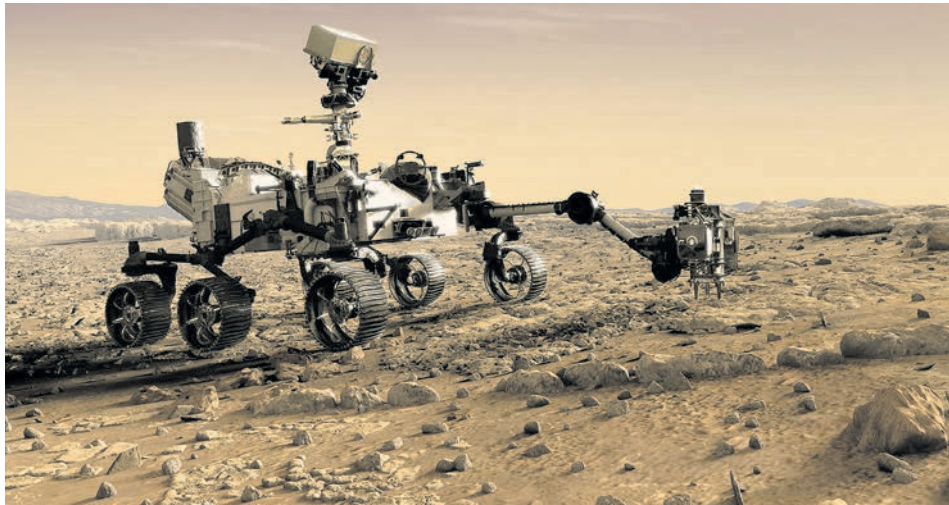
Ωστόσο, υπάρχουν πολλοί και ουσιαστικοί λόγοι για τους οποίους ένα μάθημα σαν την Αστρονομία είναι χρήσιμο σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Συνοπτικά, θα μπορούσε να πει κανείς ότι η Αστρονομία και η σύγχρονη Αστροφυσική είναι ο συνδετικός κρίκος ανάμεσα σε όλες τις επιστήμες, στα εργαλεία τους, στην ιστορία και τη φιλοσοφία τους και προσφέρει άφθονο χώρο για δραστηριότητες οι οποίες μπορούν να εμπλέξουν μαθητές με διαφορετικά ενδιαφέροντα και κλίσεις.

Αστρονομία και άλλα επιστημονικά πεδία

Αν και στο άκουσμα της λέξης «Αστρονομία» έρχεται στο μυαλό μας η εικόνα του νυχτερινού ουρανού, στην πραγματικότητα αντιπροσωπεύει ένα ευρύ πεδίο γνώσης. Η σύγχρονη Αστροφυσική είναι ένας κλάδος της επιστήμης με πολλά παρακλάδια, από τη Φυσική του Διαστήματος, του Ήλιου και των πλανητών, στη Φυσική των αστεριών, των γαλαξιών και του Σύμπαντος. Στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στη Φυσική, στα Μαθηματικά και στην Πληροφορική, αλλά αγγίζει και άλλες επιστήμες, όπως η Βιολογία, η Χημεία και η Γεωλογία. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι ρομποτικές αποστολές που έχουμε στείλει σε άλλους πλανήτες, όπως ο Άρης. Οι συσκευές αυτές είναι εφοδιασμένες με εργαλεία (πειράματα) που αναλύουν γεωλογικά δείγματα και χημικές ουσίες τις οποίες ανιχνεύουν στο περιβάλλον του πλανήτη. Αν και οι γνώσεις που αποκτούμε εντάσσονται στη γενική κατηγορία της Αστρονομίας (ή Αστροφυσικής), τα μηχανήματα αυτά στην πραγματικότητα κάνουν Γεωλογία ή/και Χημεία.

Στην Αστροφυσική συναντάμε συχνά μια αμφίδρομη πορεία κατανόησης του πλανήτη μας και του υπόλοιπου σύμπαντος. Χρησιμοποιώντας τη Γη ως παράδειγμα, εξερευνούμε τους υπόλοιπους πλανήτες και στη συνέχεια κατανοούμε καλύτερα τον δικό μας. Μελετώντας τον Ήλιο, το κοντινότερο αστέρι και το μοναδικό που μπορούμε να δούμε με λεπτομέρεια, μαθαίνουμε περισσότερα για τους αστέρες. Ταυτόχρονα, μελετώντας τον τεράστιο αριθμό αστεριών που είναι ορατά στον νυχτερινό ουρανό, μάθαμε από τι είναι φτιαγμένος ο Ήλιος. Η Αστρονομία, επομένως, είναι μια ιδανική εισαγωγή στις Φυσικές Επιστήμες γενικότερα αλλά και στη μεθοδολογία τους.

Γιατί (δεν) διδάσκουμε Αστρο



Για αποστολές όπως το Mars Exploration Rover της NASA πρέπει να συνεργαστούν επιστήμονες από μια μεγάλη γκάμα ερευνητικών και τεχνολογικών πεδίων, όπως Ρομποτική, Πληροφορική, Γεωλογία, Χημεία, Μαθηματικά κ.ά., ενώ στη διαδικασία κατάστροφωσης και εκτέλεσης των αποστολών εμπλέκονται ειδικότητες όπως Οικονομικά, Νομική, Λογιστική κ.λπ. Τα αποτελέσματα μιας απλής αναζήτησης των ειδικοτήτων που ζητά η NASA είναι ενδεικτικά του εύρους των δραστηριοτήτων που εντάσσονται στο πλαίσιο της μελέτης του διαστήματος. Οι αποστολές αυτές αποτελούν εξαιρετικά παραδείγματα συντονισμού και συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών ειδικοτήτων, κάτι που πιστοποιείται με τον πιο εντυπωσιακό τρόπο από τις απίστευτης ποιότητας φωτογραφίες και ευρήματα από έναν μακρινό κόσμο όπως ο Άρης

Όμως αυτή η λίστα των πεδίων που συνδέονται με την Αστρονομία δεν εξαντλείται στις Φυσικές Επιστήμες. Μέσα από τις εξελίξεις στην Αστρονομία και την Αστροφυσική, διαγράφεται γλαφυρά η ιστορία των επιστημών. Η ιστορία των ανακαλύψεων, οι ιστορίες των ανθρώπων πίσω από αυτές, το πλαίσιο της εκάστοτε εποχής και ο ρόλος που διαδραμάτισαν οι κοινωνικές και πολιτικές συνθήκες μπορούν να διερευνηθούν μέσα από αμέτρητα παραδείγματα. Οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν γιατί οι άνθρωποι κάθε εποχής είχαν συγκεκριμένες πεποιθήσεις για τον κόσμο και πώς αυτές οι πεποιθήσεις άλλαξαν. Σε αυτό το

πλαίσιο, είναι ευκολότερο να κατανοήσουν το παρόν των επιστημών.

Επιπλέον, στο πλαίσιο της Αστρονομίας μπορούν να αξιοποιηθούν και να αναπτυχθούν δεξιότητες παρουσίασης και επικοινωνίας. Η επικοινωνία των αποτελεσμάτων της έρευνας σήμερα, τόσο στην επιστημονική κοινότητα όσο και στο κοινό, είναι σχεδόν εξίσου σημαντική με τα ίδια τα αποτελέσματα. Δεν είναι τυχαίο ότι όλες οι διαστημικές αποστολές και τα ερευνητικά προγράμματα αφιερώνουν πλέον σημαντικό μέρος της χρηματοδότησής τους στην επικοινωνία και την ανάπτυξη υλικού, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιη-

θεί από δασκάλους σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Το υλικό αυτό μπορεί να αναζητηθεί στις ιστοσελίδες των διαστημικών αποστολών ή οργανισμών όπως η NASA και η ESA.

Αστρονομία, μια ανοιχτή επιστήμη

Σε αντίθεση με τις περισσότερες Φυσικές Επιστήμες, το μεγαλύτερο μέρος των δεδομένων που χρησιμοποιούν οι αστροφυσικοί είναι ελεύθερα διαθέσιμα σε όλους. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν όλες οι προϋποθέσεις ώστε κανείς να αναπαράγει μέρος της έρευνας που κάνουν μεγάλα ινστιτούτα και ερευνητικές ομάδες. Η αναπαραγωγισιμότητα (reproducibility) είναι ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά (αλλά και απαιτήσεις) της επιστημονικής μεθόδου.

Το κυριότερο εργαλείο στη σύγχρονη έρευνα στην Αστροφυσική είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής. Από τη μία, οι μετρήσεις των επίγειων τηλεσκοπίων και των διαστημικών αποστολών αποθηκεύονται σε ψηφιακή μορφή και η επεξεργασία τους γίνεται με ειδικά λογισμικά. Από την άλλη, η θεωρητική έρευνα γίνεται με πειράματα προσομοίωσης, τα οποία προσπαθούν να αναπαράγουν τα φαινόμενα που παρατηρούμε χρησιμοποιώντας τους νόμους της Φυσικής.

Επομένως, η Αστροφυσική προσφέρει τη δυνατότητα οι μαθητές να εμπλακούν σε δραστηριότητες με πραγματικές μετρήσεις και να αναπαράγουν τα αποτελέσματα επιστημόνων. Κάτι τέτοιο μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας ελεύθερο λογισμικό (όπως π.χ. η γλώσσα προγραμματισμού Python) και μπορεί να εισάγει τους μαθητές τόσο στην επιστημονική μέθοδο όσο και στις βασικές αρχές του προγραμματισμού, στους περιορισμούς και στις δυνατότητές του.

Η Αστροφυσική είναι ίσως η μοναδική επιστήμη που μπορεί να γίνει χόμπι. Κατά συνέπεια, είναι από τα λίγα αντικείμενα με τα οποία οι μαθητές μπορεί να συνεχίσουν να ασχολούνται είτε εκτός τάξης ή και μετά το τέλος του σχολείου. Ταυτόχρονα, μπορούν να συμμετάσχουν ενεργά, αναπαράγοντας τα αποτελέσματά της. Επιπλέον, η Αστρονομία προσφέρεται για ομαδικές δραστηριότητες. Ήδη, δεκάδες αστρονομικοί σύλλογοι φέρνουν κοντά μαθητές και κοινό σε βραδιές παρατήρησης του ουρανού. Οι δράσεις αυτές, σε συνδυασμό με συντονισμένες δράσεις από πολλά σχολεία της Ελλάδας δημιουργούν μια μοναδική ευκαιρία για επικοινωνία και ανταλλαγή απόψεων και προβληματισμών στην επίλυση προβλημάτων σχετικών με την Αστρονομία και την επιστήμη γενικότερα.

Τέλος, η Αστροφυσική είναι ίσως η επιστήμη με τη μεγαλύτερη επίδραση στη δημόσια σφαίρα και την ποπ κουλτούρα. Δεκάδες ταινίες και σειρές επιστημονικής φαντασίας έχουν θέμα το Διάστημα και εκατοντάδες βιβλία έχουν γραφτεί. Οι ανακαλύψεις της Αστροφυσικής βρίσκονται πάντοτε στην επικαιρότητα. Η εξερεύνηση του Σύμπαντος εξάπτει τη φαντασία και τραβάει το ενδιαφέρον του κοινού. Όντας διασκεδαστική, είναι ο καλύτερος τρόπος να καλλιεργηθεί το ενδιαφέρον μαθητών και κοινού για τις επιστήμες.

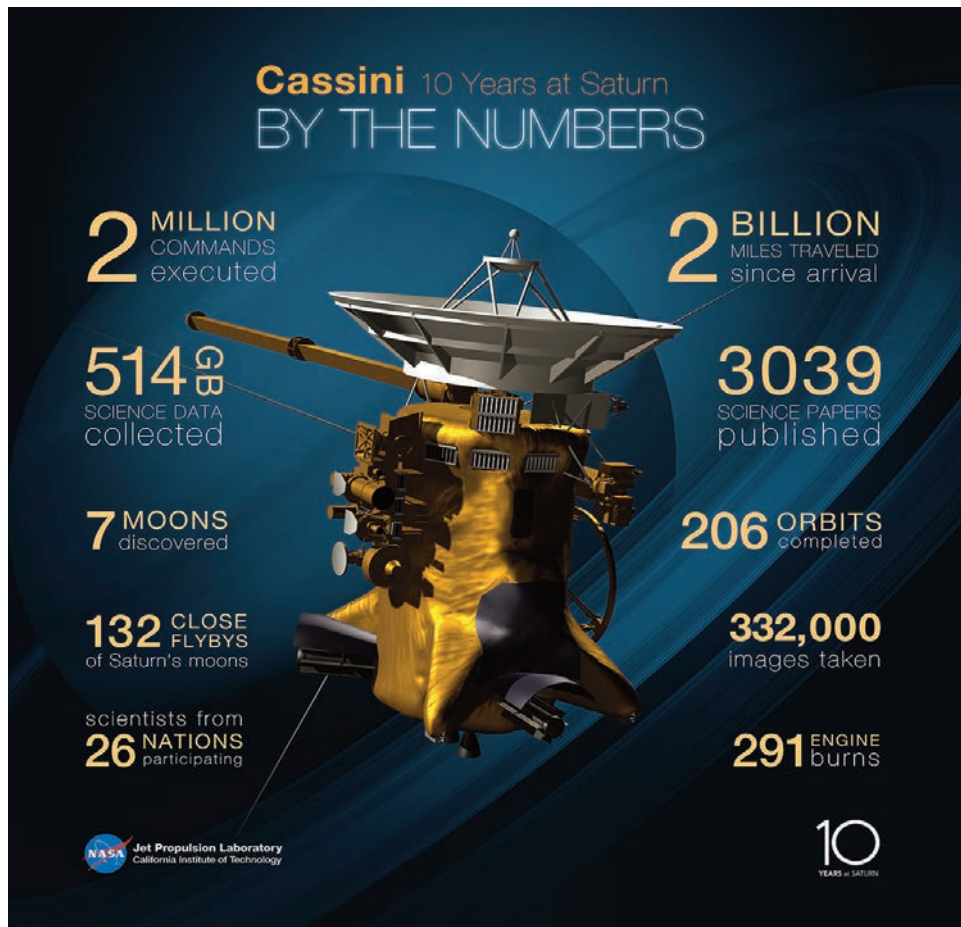
Ποια Αστροφυσική;

Όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω είναι μια συνοπτική περιγραφή των δυνατοτήτων που δίνει το αντικείμενο της Αστροφυσικής στη διδασκαλία σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες. Κάποια από αυτά μπορεί να φαίνονται αυτονόητα, άλλα κοινότοπα. Είναι ωστόσο βέβαιο ότι η Αστρονομία προσφέρει, στο πλαίσιο της διδασκα-



Ο Νεύτωνας, ο Γαλιλαίος και ο Αϊνστάιν διαμόρφωσαν ο καθένας με τον τρόπο του τη Φυσική όπως τη γνωρίζουμε σήμερα. Οι θεωρίες που διατύπωσαν, με τις οποίες κατανοήσαμε καλύτερα τον χώρο, τον χρόνο και το Σύμπαν, επηρεάστηκαν σε μεγάλο βαθμό από την προσπάθεια να ερμηνευτούν αστρονομικά φαινόμενα ή αποδείχτηκαν ορθές με τη βοήθεια αστρονομικών παρατηρήσεων

ΟΝΟΜΙΑ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ



Μερικά στατιστικά της αποστολής Cassini που τερματίστηκε πρόσφατα έπειτα από περισσότερο από μια δεκαετία επιτυχούς λειτουργίας. Στην πραγματοποίηση της αποστολής συμμετείχαν επιστήμονες από 26 εθνότητες (της Ελλάδας συμπεριλαμβανομένης) και αμέτρητες ειδικότητες

λίας της, δυνατότητες που άλλα μαθήματα Φυσικών Επιστημών δεν έχουν. Επομένως, φαντάζει παράδοξο το ότι ένα τέτοιο μάθημα έχει εξοβελιστεί εντελώς από το πρόγραμμα σπουδών. Πάντως, ακόμα κι αν κάτι τέτοιο δεν είχε συμβεί, για την αξιοποίηση όλων αυτών των δυνατοτήτων κυρίαρχο ρόλο παίζουν το είδος του σχολείου που ενσωματώνει ένα τέτοιο μάθημα αλλά και η φιλοσοφία του ίδιου του μαθήματος.

Ένα μάθημα το οποίο απλώς έχει ως σκοπό να μεταδώσει εγκυκλοπαιδικές γνώσεις για τον ουρανό και το Σύμπαν τι χρησιμότητα μπορεί να έχει; Ειδικότερα σήμερα, που η πληροφορία είναι άμεσα διαθέσιμη σε όλους, δεν έχει καμία σημασία αν, για παράδειγμα, ένα σχολικό εγχειρίδιο αναφέρεται σε πόσους γαλαξίες περιέχει το Σύμπαν και πόσους αστέρες περιέχει ο κάθε γαλαξίας. Σε μια επιστήμη όπως η Αστροφυσική, όπου η έρευνα σε παγκόσμιο επίπεδο είναι ιδιαίτερα εντατικοποιημένη, η ίδια η πληροφορία πολλές φορές αναθεωρείται ξανά και ξανά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο αριθμός των δορυφόρων του Κρόνου. Μετά την αποστολή Cassini, μάθαμε ότι ο Κρόνος έχει πολύ περισσότερους δορυφόρους από όσους αναφέρονταν σε ένα εγχειρίδιο της δεκαετίας του 1990. Σε επίπεδο καθαρά εγκυκλοπαιδικής γνώσης, ένας τέτοιος αριθμός δεν έχει καμία σημασία. Σε επίπεδο δυναμικής Αστρονομίας ή των θεωριών γένεσης και εξέλιξης ενός πλανητικού συστήματος μπορεί να έχει (ή και να μην έχει). Άρα, η απλή αποτύπωση πληροφοριών

μπορεί να μην έχει κανένα απολύτως νόημα αν δεν μεταδίδεται ή διδάσκεται ένας ευρύτερος τρόπος σκέψης, ένα ευρύτερο πλαίσιο μέσα στο οποίο και από το οποίο αξιοποιούνται και προκύπτουν αυτές οι πληροφορίες. Αυτό είναι ένα συμπέρασμα που ισχύει για όλα τα μαθήματα επιστημών στο σχολείο. Επομένως, η διδασκαλία ακόμα ενός μαθήματος το οποίο απλώς θα περιέχει πληροφορίες για ακόμη έναν τομέα των επιστημών δεν χρειάζεται.

Αυτό που όντως χρειάζεται είναι μια αναθεώρηση της προσέγγισης της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Μια προσέγγιση που να ξεφεύγει από την απλή επίλυση προβλημάτων αυξανόμενης δυσκολίας, με σκοπό απλώς τον ανταγωνισμό και την κατάταξη των μαθητών σε «κλάσεις». Μια προσέγγιση που να κάνει σαφές ότι οι Φυσικές Επιστήμες δεν είναι θεωρητικά κατασκευάσματα που αφορούν απλώς αντικείμενα όπως ελατήρια, κεκλιμένα επίπεδα και διαλύματα με περιέργα ονόματα που οι μαθητές ποτέ δεν θα δουν, αλλά αφορούν τον καθένα μας, ανεξαρτήτως κλίσεων. Μια προσέγγιση που να μη λειτουργεί ως αποκλεισμός για όσους συναντούν δυσκολίες, αλλά να μπορεί να προσελκύσει και να εμπλέξει μαθητές με διαφορετικές δεξιότητες και στόχους. Στο πλαίσιο μιας τέτοιας προσέγγισης, ένα μάθημα Αστροφυσικής στο σχολείο είναι χρήσιμο.

Γ.Κ.



Πρόταση YouTube

Crash course Astronomy

Το Crash Course είναι ένα εκπαιδευτικό κανάλι στο YouTube με περισσότερους από 7,5 εκατομμύρια συνδρομητές και εκατοντάδες εκατομμύρια θεάσεις. Από την πρώτη του εμφάνιση το 2011, έχει φιλοξενήσει σειρές εκπομπών εισαγωγικές σε Ανθρωπιστικές και Φυσικές Επιστήμες (Ιστορία, Βιολογία, Οικολογία, Χημεία, Ψυχολογία, Φιλοσοφία), Πολιτικές Επιστήμες, Οικονομία, τεχνολογία (ηλεκτρονικά παιχνίδια, επιστήμη των υπολογιστών) κ.ά. Τόσο ο αριθμός των θεμάτων όσο και η ποιικιλία τους είναι εντυπωσιακά και αξίζει κανείς να περιηγηθεί στη λίστα τους για να το διαπιστώσει. Αν και ξεκίνησε με εκπομπές των αδερφών Χανκ και Τζον Γκριν, στη συνέχεια φιλοξένησε και άλλους παρουσιαστές με αξιοσημείωτη παρουσία στη δημόσια σφαίρα.

Το Crash Course Astronomy είναι μια τέτοια περίπτωση. Τον Ιανουάριο του 2015 ξεκίνησε η παρουσίασή του από τον αστρονόμο και συγγραφέα Φιλ Πλέιτ. Τη δεκαετία του 1990, ο Πλέιτ εργαζόταν στη NASA, σε παρατηρήσεις του διαστημικού τηλεσκοπίου Χαμπλ, και στη συνέχεια επικεντρώθηκε στην εκπαίδευση και τη διάχυση της επιστήμης. Το 1998 ξεκίνησε την παρουσία του στο Διαδίκτυο, μέσω του ιστότοπου badastronomy, ενώ το 2002 εκδόθηκε το βιβλίο του «Bad Astronomy», το οποίο αναφέρεται σε κοινές παρανοήσεις που σχετίζονται με την Αστρονομία από το οικείο περιβάλλον του σπιτιού μας ως τις θεωρίες συνωμοσίας και την Αστρολογία. Ο ιστότοπος και το βιβλίο του Πλέιτ του έχουν εξασφαλίσει το παρατσούκλι «Bad Astronomer».

Συνολικά, γυρίστηκαν σαράντα εφτά επεισόδια του Crash Course Astronomy, από τα οποία το τελευταίο «ανέβηκε» τον Φεβρουάριο του 2016. Τα θέματα παρουσιάζονται με τον ίδιο ως παρουσιαστή, σε έναν ζεστό, οικείο χώρο. Βοηθός στην παρουσίαση είναι το σκίτσο του παρουσιαστή σε καρτούν, ενώ στην αφήγηση παρεμβάλλονται γραφικά και αληθινές αστρονομικές εικόνες. Η θεματολογία είναι δομημένη με πολύ λογικό τρόπο. Το πρώτο επεισόδιο θέτει την Αστροφυσική σε ένα πλαίσιο κατανόησης του κόσμου γύρω μας, κάνοντας σαφές ότι στην πορεία χρησιμοποιούμε επιστήμες και τεχνικές που φαινομενικά δεν έχουν καμία σχέση με την Αστρονομία. Το επεισόδιο δίνει επίσης μια επισκόπηση του κόσμου από τον πλανήτη μας ως το πολυσύμπαν. Τα υπόλοιπα επεισόδια ακολουθούν περίπου την ίδια λογική, από το μικρότερο στο μεγαλύτερο, ξεκινώντας από τα πρώτα βήματα στην παρατήρηση του ουρανού ως τη γνωριμία με τους πλανήτες και το ηλιακό σύστημα και στη συνέχεια σε ολοένα μεγαλύτερες αποστάσεις και κλίμακες μεγεθών. Η σειρά ολοκληρώνεται με θέματα που αφορούν την Κοσμολογία, το Σύμπαν και τη ζωή.

Η θεματολογία και ο τρόπος παρουσίασης του Crash Course Astronomy είναι ιδανικά για μια γνωριμία με την Αστροφυσική, ενώ το γεγονός ότι φιλοξενείται από ένα κανάλι με τόσο πλούσιο περιεχόμενο δίνει μια ανεπανάληπτη ευκαιρία να επεκτείνει κανείς τα ενδιαφέροντά του και να αποκτήσει μια ευρύτερη εικόνα των επιστημών.



<https://www.youtube.com/watch?v=OrHUDWjR5gg>

Pigs in space

Η πρώτη δοκιμαστική πτήση του διαστημικού λεωφορείου Columbia πραγματοποιήθηκε στις 12 Απριλίου του 1981. Ήταν μέρος του προγράμματος Space Shuttle, του οποίου ο στόλος έφτασε να αριθμεί έξι σκάφη (Enterprise, Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis και Endeavour), έβαλε την ανθρωπότητα στην εποχή των επαναχρησιμοποιούμενων σκαφών και διήρκεσε μέχρι το 2011, οπότε και τερματίστηκε. Αν εξαιρέσει κανείς τις μεγάλες καταστροφές των Challenger (1986) και Columbia (2003), το πρόγραμμα ήταν ίσως το διαρκέστερο και πιο επιτυχημένο πρόγραμμα διαστημικών αποστολών.

Προκειμένου να εμψυχώσει μελλοντικούς αστροναύτες των πληρωμάτων των διαστημικών λεωφορείων, η NASA συνήθιζε να τους ξυπνά το πρωί χρησιμοποιώντας γνωστά τραγούδια. Τα πρωινά της 13ης και 14ης Νοεμβρίου, το εκπαιδευόμενο πλήρωμα του Columbia ξύπνησε υπό τους ήχους του «The Muppet Show», και πιο συγκεκριμένα του σκετς «Pigs in Space». Οι συντελεστές του «The Muppet Show» είχαν ηχογραφήσει δύο ειδικά κωμικά επεισόδια για την περίπτωση κατόπιν πρόσκλησης της NASA. Ήταν το απόγειο της φήμης της κωμικής σειράς με μαριονέτες η οποία έχει αφήσει ιστορία στη σύγχρονη ποπ κουλτούρα.

Το «Pigs in Space» εμφανίστηκε στη δεύτερη σεζόν του «The Muppet Show», το 1977. Ήταν από τα πιο δημοφιλή σκετς, με συνολικά τριάντα δύο επεισόδια στα πέντε χρόνια της σειράς. Το θέμα του ήταν οι περιπέτειες του πληρώματος του Swinetrek, που αποτελούνταν από γουρούνια, και σκοπός του ήταν η σάτιρα σειρών επιστημονικής φαντασίας της δεκαετίας του 1960 και 1970, όπως το «Star Trek» (στο οποίο αναφέρεται και το όνομα του σκάφους). Στο επίκεντρο των δεκαετιών αυτών η ανθρωπότητα έκανε τα πρώτα εντυπωσιακά βήματά της στο Διάστημα και, όπως ήταν φυσικό, δεν θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστη η ποπ κουλτούρα της εποχής.

Αν και πολλά είδη ζώων έχουν βρεθεί σε τροχιά, στην πραγματικότητα ο άνθρωπος δεν έχει στείλει ποτέ στο διάστημα γουρούνια. Η αρχή έγινε με τη Λάικα, τη σκυλίτσα που μπήκε σε τροχιά στις 3 Νοεμβρίου του 1957 με τη διαστημοσυσκευή Sputnik 2 και έμελλε να γίνει ο πρώτος ζωντανός οργανισμός (με προέλευση τη Γη) στο Διάστημα. Η Λάικα πεθαίνει μετά από επτά ημέρες από έλλειψη οξυγόνου. Ακολούθησαν και άλλες αποστολές με σκύλους, χιμπατζήδες, πιθήκους, τρωκτικά κ.λπ. Κάποιες από αυτές προηγήθηκαν των αποστολών με ανθρώπους και είχαν ως σκοπό να διερευνηθεί το κατά πόσο οι συνθήκες του ταξιδιού στο διάστημα είναι υποφερτές από ζωντανούς οργανισμούς και κατ'επέκταση από τον άνθρωπο. Στη συνέχεια, όμως, χρησιμοποιήθηκαν σε μεγαλύτερης διάρκειας αποστολές (όπως το SKYLAB και το πρόγραμμα BION, στο οποίο συνεργάστηκαν ΗΠΑ και Σοβιετική Ένωση). Είναι γνωστό ότι σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας και απουσία εναλλαγής ημέρας και νύχτας επηρεάζεται ο μεταβολισμός, ο ρυθμός ανάπτυξης των μυών και των οστών και οι λειτουργίες των οργάνων. Σκοπός των πιο πάλ-



νω αποστολών ήταν να μελετηθεί η μεταβολή των βιολογικών λειτουργιών στο Διάστημα υπό αυτές τις συνθήκες.

Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας τρωκτικά σε εργαστήρια στο Διάστημα, δόθηκε η δυνατότητα σε επιστήμονες να καταλάβουν καλύτερα την οστεοπόρωση. Η πάθηση αυτή, που προσβάλλει τα μεγαλύτερα σε ηλικία ποντίκια, εμφανίζεται ευκολότερα σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας ανεξαρτήτως ηλικίας. Η μελέτη αμφίβιων μας έδωσε τη δυνατότητα να δούμε πώς επηρεάζονται η ακοή και η ισορροπία. Σε άλλα ζώα μελετήθηκε η δυνατότητα προσαρμογής. Οι αράχνες που μεταφέρθηκαν με τις αποστολές

SKYLAB αρχικά έχαναν τη δυνατότητά τους να κατασκευάζουν ιστούς, αλλά παρατηρήθηκε ότι μπορούσαν να προσαρμοστούν και να ανακτήσουν τις ικανότητές τους. Ψάρια-ζέβρα που έχουν ανατραφεί σε τροχιά έχουν καταφέρει να προσαρμοστούν στις συνθήκες έλλειψης βαρύτητας, ωστόσο επιστρέφοντας στη Γη χάνουν αυτή τους τη δυνατότητα, κολυμπώντας ανάποδα.

Γενικά, οποιαδήποτε προσπάθεια να αναπαράχθούν ρεαλιστικές συνθήκες διαβίωσης στο διαστημικό περιβάλλον περιλαμβάνει και τη δυνατότητα να συνυπάρξουν άνθρωποι με ζώα. Στο μακρινό, για την ώρα, σενάριο κάποιος διαστημικής αποικίας, η παρουσία των ζώων μπο-

ρεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη για ψυχολογικούς λόγους (ως συντροφιά) ή για λόγους πόρων (τροφή). Για την ώρα βέβαια, οι πρακτικές λεπτομέρειες ενός σεναρίου που να περιλαμβάνει την ανατροφή και διατήρηση ζώων είναι εκτός πραγματικότητας.

Οποιαδήποτε τέτοια απόπειρα απαιτεί προηγουμένως να έχουν εξασφαλιστεί όλες οι συνθήκες που θα κάνουν τα ζώα να νιώθουν ότι βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον, κάτι που είναι ιδιαίτερα δύσκολο και, ενδεχομένως, δεν συμπεριλαμβάνεται στις άμεσες κατευθύνσεις της επιστημονικής κοινότητας. Εξάλλου, πολλές είναι και οι αντιδράσεις των φιλοζωικών οργανώσεων και ακτιβιστών, ενώ ταυτόχρονα υπάρχουν ηθικά θέματα. Είναι πολύ δυσκολότερο για τα ζώα να προσαρμοστούν σε ταξίδια στο Διάστημα και στις δύσκολες συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκειά τους διότι, επιπλέον, δεν είναι σε θέση να καταλάβουν και τις αιτίες ή τη χρησιμότητα μιας τέτοιας κατάστασης.

Παρ' όλα αυτά, στις αρχές του αγώνα για την κατάκτηση του Διαστήματος, προτού δοκιμαστούν οι άνθρωποι στις απρόβλεπτες συνθήκες ενός ταξιδιού στο Διάστημα, οι επιστήμονες προτίμησαν τα ζώα απλώς για να μας δείξουν ότι μπορούμε και εμείς να ανταπεξέλθουμε σε ένα τέτοιο ταξίδι. Κατά κάποιον τρόπο, τα ζώα βρέθηκαν στη Γη πολύ πριν εμφανιστεί ο άνθρωπος και υπήρξαν οι προπομποί μας στο Διάστημα.

Γ.Κ.



Για πέμπτη χρονιά διοργανώθηκε, στην Τεχνόπολη, στο Γκάζι, το Athens Science Festival. Από τις 24 έως τις 29 Απριλίου, το φεστιβάλ αυτό αποτέλεσε σημείο συνάντησης για μαθητές, γονείς, εκπαιδευτικούς, μουσεία, ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια, επιστημονικές ενώσεις και φυσικά τους επίτιμους καλεσμένους αυτής της στήλης..., τους ερευνητές.

Πολλοί ήταν οι ερευνητικοί φορείς που έδωσαν το «παρών» και ενημέρωσαν το κοινό για τις δράσεις τους, όπως το ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, το Ερευνητικό Κέντρο Αθηνά, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών, το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, το ΙΙ-ΒΕΑΑ, ενώ δεν έλειπαν και το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και το Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, το Πανεπιστήμιο Πατρών και άλλοι φορείς από όλη την Ελλάδα. Η παράδοση της αλληλεπίδρασης των ερευνητών με το κοινό έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το πεδίο της επικοινωνίας της επιστήμης, καθώς φαίνεται να είναι και ένα από τα ζητούμενα που προκύπτουν στις αντίστοιχες έρευνες κοινού. Στις έρευνες αυτές, όπως είναι οι έρευνες του Ευρωβαρόμετρου, οι Έλληνες δηλώνουν ότι έχουν μεγάλο ή έστω μέτριο ενδιαφέρον για τις εξελίξεις στους τομείς των επιστημών και της τεχνολογίας, αλλά συχνά θεωρούν ότι δεν έχουν επαρκή ενημέρωση. Στις έρευνες αυτές δηλώνουν ότι θεωρούν ως πιο κατάλληλους για την ενημέρωσή τους τους ίδιους τους επιστήμονες.

Στο Athens Science Festival, οι λάτρες της επιστήμης και της τεχνολογίας είχαν την ευκαιρία να έρθουν σε επαφή με τους ίδιους τους ερευνητές, οι οποίοι μετέφεραν με πολλή όρεξη και πάθος τα αποτελέσματα των ερευνών τους. Το κοινό μπορούσε να δει από κοντά και πολλές φορές να διαδράσει με εφαρμογές, να κάνει παρατηρήσεις ή να συμμετάσχει σε πειραματικές επιδείξεις. Οι τελευταίες μάλιστα φαίνεται να είναι από τις πιο δημοφιλείς δράσεις αυτών των φεστιβάλ. Πώς προέκυψε όμως η ιδέα για δημόσιες επιδείξεις πειραμάτων και πόσο παλιά φτάνει;

Οι πρώτες δημόσιες επιδείξεις πειραμάτων

Αναζητώντας τις απαρχές της ιδέας, θα μεταφερθούμε στον 17ο αιώνα, στα ομιχλώδη σοκάκια του Λονδίνου. Η ατμόσφαιρα μυστηριώδης, γεμάτη σκοτεινά υπόγεια, φιάλες με εκρηκτικά υγρά και κλιβάνους με φωτιές. Πίσω όμως από το κινηματογραφικό σκηνικό δεν βρίσκεται ο Χάρι Πότερ, αλλά ένας μεγάλος «σταρ» της ιστορίας των επιστημών, ο σερ Ισαάκ Νεύτων.

Στο κλείσιμο του 17ου αιώνα η οικονομική ανάπτυξη, η διεύρυνση του δημόσιου πολιτικού χώρου και οι νέες ιδέες της νευτώνειας Φυσικής Φιλοσοφίας οδήγησαν στην εμφάνιση ενός νέου ιστορικού φαινομένου, τις δημόσιες επιδείξεις πειραμάτων. Στο πλαίσιο αυτό, ο σερ Ισαάκ Νεύτων θέλησε να διευρύνει το δίκτυο των υποστηρικτών του έργου του προκειμένου να το διαδώσουν. Μεταξύ αυτών, υπήρχαν κάποιοι, όπως ο φυσικός φιλόσοφος Φράνσις Χόξμπι και ο μαθηματικός Τζέιμς Χόντγκσον, που έκαναν τις πρώτες δημόσιες διαλέξεις και πειραματικές επιδείξεις σε μεγάλο κοινό στις αρχές του 1705. Ο Χόξμπι πραγματοποίησε μάλιστα το περίφημο Κρίσιμο Πείραμα, το οποίο αφορούσε την ανάλυση και σύνθεση του φωτός, μπροστά σε Γάλλους ακαδημαϊκούς το 1715. Ο καλύτερος μαθητής του Νεύτωνα, ο Ουίλιαμ Γουίτσον, ο οποίος πήρε και την έδρα του Νεύτωνα στο Κέμπρι-

'Όταν οι ερευνητές βγαίνουν από το εργαστήριο



τζ, διέδωσε τη νευτώνεια φιλοσοφία σε καφεενεία και στον δρόμο. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα πειράματά του ήταν πιο πλούσια από αυτά που γίνονταν στη Βασιλική Εταιρεία.

Οι επιδείξεις αυτές είχαν ιδιαίτερη επιτυχία όσον αφορά τη διάχυση της επιστήμης. Περισσότεροι άνθρωποι έμαθαν για τον Νεύτωνα μέσω του Γουίτσον παρά μέσω του ίδιου του Νεύτωνα, ενώ διανοητές, όπως ο Τζ.Τ. Ντεσαγκιγιέ, διέδιδαν το έργο του σε όλη την ηπειρωτική Ευρώπη αλλά και σε κωμοπόλεις της Αγγλίας. Η διάδοση της νευτώνειας φιλοσοφίας ήταν τόσο έντονη, ώστε μεγάλος αριθμός διανοητών επιθυμούσαν να γίνουν ο νέος Νεύτων.

Που γίνονταν οι πρώτες δημόσιες επιδείξεις πειραμάτων;

Φυσικά..., στα καφεενεία. Τα καφεενεία, όπως και τα κλαμπ, ήταν χώροι πολιτικού διαλόγου. Σε αυτούς τους χώρους συζητούσαν δημόσια τις πολιτικές εξελίξεις οι πολίτες. Οι εφημερίδες και τα περιοδικά διανέμονταν κυρίως σε αυτούς

τους χώρους. Αρκετοί τεχνίτες και μηχανικοί, οι οποίοι οικειοποιούνταν τη νευτώνεια Φυσική Φιλοσοφία στη δεκαετία του 1730, οργάνωναν διαλέξεις όπου πήγαιναν οι μορφωμένοι Άγγλοι. Οι διαλέξεις είχαν να κάνουν με Φυσική Φιλοσοφία, Τριγωνμετρία, Μηχανική, Υδροστατική, Γεωγραφία, Ναυσιπλοΐα, Ανατομία και άλλα γνωστικά αντικείμενα. Αρκετοί από αυτούς που έκαναν διαλέξεις επιδείκνυαν συσκευές, προκειμένου να τις πουλήσουν, και εξηγούσαν πώς δούλευαν. Οι ίδιες οι συσκευές άρχισαν να γίνονται αντικείμενο επιστημονικής διερεύνησης.

Οι δημόσιες επιδείξεις πειραμάτων φέρνουν μια νέα επιστημονική κουλτούρα

Μία από τις πιο σημαντικές αλλαγές στην ιστορία των επιστημών ήταν η απομάκρυνση της μελέτης της φύσης από τον αποκλειστικό έλεγχο των κοινοτήτων που στήριζαν οι ευγενείς ή ο βασιλιάς. Το πείραμα είχε αυτό ακριβώς το πλε-

ονέκτημα, καθώς ήταν εντυπωσιακό και απαιτούσε επαναλήψεις και μάρτυρες. Απέκτησε μια θεατρικότητα και οι δημόσιες επιδείξεις αποτελούσαν έναν από τους πιο σημαντικούς διαύλους μεταφοράς της νευτώνειας Φυσικής Φιλοσοφίας στον δημόσιο χώρο. Από ένα σημείο και μετά, ο διαχωρισμός ανάμεσα σε κοινό διαλέξεων, καταναλωτές οργάνων και κοινό δημόσιας ψυχαγωγίας διαρκώς γινόταν πιο θολός. Η μεταμόρφωση του ιδιωτικού χώρου σε δημόσιο σηματοδότησε έντονες διανοητικές αλλαγές και διεκδικήσεις σε όλο το φάσμα της κοινωνικής και πολιτικής ζωής. Η νέα Φυσική Φιλοσοφία αποτέλεσε μια νέα κουλτούρα.

Στο ακαδημαϊκό πεδίο της επικοινωνίας της επιστήμης (science communication), η επικοινωνία μεταξύ των επιστημόνων-ερευνητών και του κοινού είναι αντικείμενο μελέτης. Μελετώνται τα κανάλια της επικοινωνίας αυτής, η συχνότητα με την οποία προκύπτει, το περιεχόμενό της, το πρόσχημο παρουσίασης των επιστημονικών θεμάτων, αλλά και το ενδιαφέρον και η στάση που επιδεικνύει το κοινό.

Όπως συνέβη και στο Λονδίνο του 17ου αιώνα, έτσι και στις μέρες μας οι ρόλοι των συμμετεχόντων αλλάζουν συνεχώς. Ο πολίτης πλέον δεν θεωρείται αμέτοχος, παθητικός δέκτης στη διαδικασία της επικοινωνίας. Έχει ενεργό ρόλο και με τη στάση του μπορεί να επηρεάσει το μέλλον της έρευνας. Για τον λόγο αυτό, και για πολλούς άλλους λόγους, τα μεγάλα ερευνητικά κέντρα θεωρούν το κομμάτι της επικοινωνίας των αποτελεσμάτων αναπόσπαστο κομμάτι της έρευνας. Οι ερευνητές καλούνται να βγουν από το εργαστήριο ή το γραφείο τους και να μιλήσουν για την ερευνά τους, καλούνται να την απλοποιήσουν, να την απαλλάξουν από τη δυσνόητη ορολογία και να τη συνδέσουν με την καθημερινότητα, τη ζωή του ανθρώπου ή τα μεγαλύτερα ζητήματα που τον απασχολούν. Η διαδικασία είναι συνήθως ιδιαίτερα απαιτητική, ωστόσο, μπορούν να παρηγορηθούν σκεπτόμενοι ότι βαδίζουν στα χνάρια του Νεύτωνα...

Δ.Π., Λ.Α.



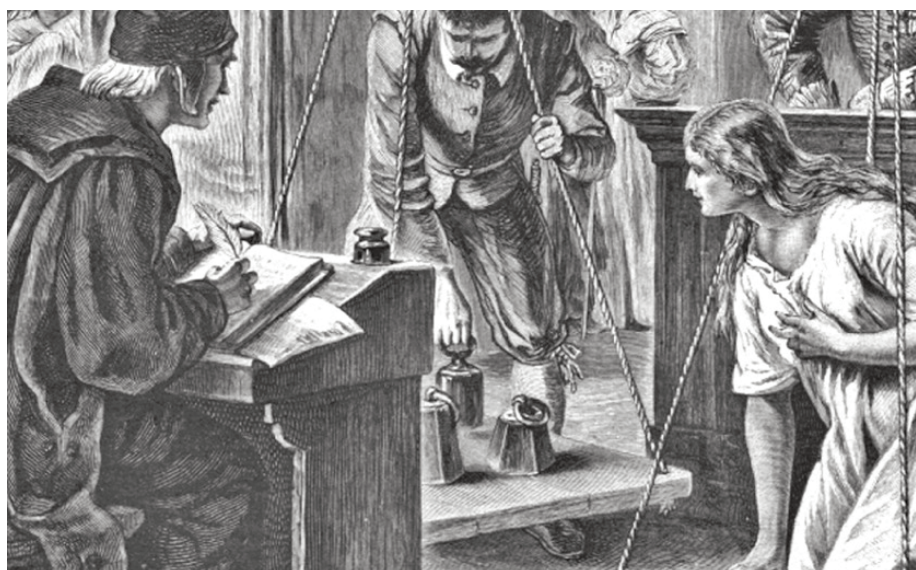
ΤΗΣ ΕΦΗΣ ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ*

Ας μεταφερθούμε σε ένα αμφιθέατρο πανεπιστημίου του 16ου ή του 17ου αιώνα, στο οποίο διδάσκοντες και ακροατήριο συζητούν για δαίμονες και μάγισσες με όλο το επιστημονικό κύρος που απαιτούσε ένας τέτοιος διάλογος στην πρώιμη νεότερη -και όχι μεσαιωνική- Ευρώπη. Για παράδειγμα, στο πανεπιστήμιο του Wittenberg, τη δεκαετία του 1620, εκτιμήθηκε πως οι πρακτικές των μαγισσών εμπίπτουν στη διδακτέα ύλη της Φυσικής, δεδομένου ότι, αν και η φύση του διαβόλου απασχολούσε τα θεολογικά τμήματα, τα ενεργούμενα υποκειμένα του και οι δράσεις τους σίγουρα έπρεπε να εξεταστούν. Ακούγεται παράδοξο, αλλά ήταν εντελώς πραγματικό - παρά την κυρίαρχη αφήγηση της μοντερνικότητας περί επιστημονικής επανάστασης, η οποία αναπαράγει τον μύθο του διπλού επιστήμη vs δεισιδαιμονία.

Η γραμματεία των δαιμονολογιών έχει αρχίσει να μελετάται συστηματικά τα τελευταία χρόνια, προσφέροντας εξαιρετικά χρήσιμο υλικό στους ιστορικούς και φιλόσοφους της επιστήμης. Πλήθος παραδειγμάτων καταδεικνύουν ότι η συζήτηση αφενός για τα μεθοδολογικά ρεύματα της εποχής εκείνης και αφετέρου της ύπαρξης των μαγισσών, οι οποίες έπρεπε να τιμωρηθούν παραδειγματικά για τη μιαιφώνισή τους με τον διάβολο, διεξαγόταν σε υπολογίσιμο εύρος ως ενιαία. Όπως διακρίνουμε, το περιεχόμενο των νέων μεθοδολογιών αλληλεπιδρά (για πολλούς και σύνθετους λόγους) με αντιλήψεις που δέχονται ακλόνητα ή αρνούνται κατηγορηματικά τη νυχτερινή πτήση της μάγισσας ή τη σαββατική σύναξη (Black Sabbath). Στη διάρκεια των προαναφερόμενων αιώνων κορυφώνεται το κυνήγι των μαγισσών. Ας σημειωθεί ότι στην Αγγλία της Παλινόρθωσης, όπου εξελίσσεται κατά κύριο λόγο η επιστημονική επανάσταση, οι εκτελέσεις αποφασίζονται κυρίως από τα πολιτικά δικαστήρια και η νομολογία του κράτους ορίζει τη δαιμονική μαγεία ως έγκλημα εσχάτης προδοσίας. Στις δίκες συχνά χρησιμοποιούνται οι μέθοδοι της εμπειρικής μεθόδου για την καταδίκη των «ένοχων» γυναικών, που, κατά συντριπτική πλειονότητα και για πολλούς λόγους, αποτέλεσαν τα θύματα αυτής της μανιώδους θηριωδίας.

Ο Στιούαρτ Κλαρκ, στο έργο του «Thinking with Demons: The Idea of Witchcraft in Early Modern Europe» (1999) ερευνά τις φαινομενικά μόνο αδύνατες και εντέλει δυνατές συνδέσεις ή, ακριβέστερα, τον εναγκαλισμό μεταξύ της πειραματικής παρατήρησης και της δαιμονολογίας ως στάδιο της επιστημονικής εξέλιξης. Όπως μας λέει, «Με μια πρώτη ματιά, δεν υπάρχει σφοδρότερη αντιπαλότητα από αυτήν - που εύκολα σήμερα επισημαίνουμε- μεταξύ επιστήμης και δαιμονολογίας. Ωστόσο, μεταξύ του 15ου και του 18ου αιώνα, αν αγνοήσουμε κάποια πολύ σημαντικά ηθικά ζητήματα που απασχολούσαν τη σκέψη των λογίων και των ερευνητών, η δυνατότητα ύπαρξης και ένταξης της μαγείας στον φυσικό κόσμο κυριαρχούσε στις συζητήσεις».

Επιστήμονες, δαίμονες και μάγισσες



Η δαιμονολογία ταυτιζόταν με τη μελέτη σπμαντικού μέρους της φυσικής τάξης, καθώς - κατά τις πεποιθήσεις της εποχής- προϋπέθετε την ύπαρξη της δαιμονικής δράσης. Το ενδιαφέρον επικεντρωνόταν στο ερώτημα αν υπήρχαν πράγματι οι δυνατότητες ώστε να επιτευχθούν τα αποτελέσματα που αποδίδονταν στους δαίμονες και στις μάγισσες. Μπορούν άραγε οι μάγισσες να πετάξουν; Έχουν σεξουαλικές επαφές με τους δαίμονες; Διαθέτουν την ικανότητα να μεταμορφώσουν τους εαυτούς τους ή άλλους ανθρώπους σε ζώα; Καταφέρνουν να προκαλέσουν καταιγίδες με ξόρκια και τελετές; Ευθύνονται για την ασθένεια ή ακόμα

και τον θάνατο κάποιων εκτοξεύοντας κατάρες; Τα ίδια ερωτήματα, εντούτοις, τα συναντάμε σπάνια από τους λόγιους του Μεσαίωνα, καθώς ο Canon Episcopi, ένας πολύ ισχυρός εκκλησιαστικός κανόνας από τον 9ο αιώνα, απαγόρευε την πίστη στην ύπαρξη της μαγείας, θεωρώντας ότι οφειλόταν σε διαβολική παραίσθηση και πειρασμό.

Πολύ αργότερα, λοιπόν, η διένεξη σχετικά με τα αντίστοιχα ζητήματα εστιαζόταν στη διερεύνηση της πιθανότητας κάποια παράξενα φυσικά φαινόμενα να λαμβάνουν χώρα στον πραγματικό κόσμο, την ανακάλυψη των νόμων της αιτίας και του αποτελέσματος στα οποία υπακούουν και, τέλος, στη διαπίστωση αν παραβιάζουν ή όχι τους φυσικούς νόμους. Η δαιμονολογία -όπως και η αλχημεία- έχει αντιμετωπιστεί ως αποκρυφιστική ή ψευδοεπιστήμη και ως εκ τούτου ασύμβατη με την επιστημονική οπτική και πρόοδο. Θεωρείται προϊόν δεισιδαιμονίας, νοσηρού παραλογισμού ή συλλογικής διαταραχής. Αλλά η Ιστορία καθώς και η Ανθρωπολογία των Επιστημών δείχνουν ότι τα όρια μεταξύ φυσικού και υπερφυσικού καθορίζονται, εκτός άλλων παραγόντων, από την κουλτούρα συγκεκριμένης χρονικής περιόδου και αποκτούν τοπικά χαρακτηριστικά. Η οντολογία του δαιμονικού έπαιρνε τότε αντίθετη κατεύθυνση συγκριτικά με τη σημερινή θέση. Η προσέγγιση αρκετών πρωταγωνιστών της επιστημονικής επανάστασης καθιστά τους δαίμονες και, κατά μείζονα λόγο, τις μάγισσες υπαρκτές οντότητες, βεβαιώνοντας ταυτόχρονα ότι ενεργούν σύμφωνα με τους φυσικούς νόμους. Προσπαθούν να κάνουν τα μαγικά τους με ένα σωρό ασυνήθιστους χειρισμούς των φαινομένων, αλλά εξακολουθούν να δρουν εντός του

πλαίσιου της γενικής κατηγορίας του φυσικού. Όπως αναφέρεται από θεωρητικούς της δαιμονικής μαγείας εκείνης της περιόδου, οι δαίμονες δεν μπορούν να εμφανίσουν ή να προκαλέσουν φυσικά φαινόμενα αν τα φυσικά αίτια δεν είναι παρόντα. Αδυνατούν να υπερβούν τη δημιουργία του Θεού. Συνεπώς, ούτε οι μάγισσες δύνανται να πραγματοποιήσουν οτιδήποτε ξεπερνά τους νόμους της φύσης. Για τους ίδιους, σε αντίθεση με τη σημερινή θεώρηση, το να μη γίνεται δεκτή η ένταξη της μαγείας στο πλαίσιο των λειτουργιών της φύσης αποτελεί παραδοξότητα, πρόληψη και παραλογισμό.

Η δαιμονολογία, όπως φαίνεται, εξαρτιόταν από μια καθιερωμένη κατάτμηση των φαινομένων, καθώς και από την επιβεβλημένη αναζήτηση της αιτιότητας, δηλαδή της αιτιώδους συνάφειας που διαπερνά τα φυσικά φαινόμενα. Η θεωρία για τη δαιμονική μαγεία προϋπέθετε την υποστήριξη από μέρος της επιστήμης της εποχής και από έναν ριζοσπαστικό νατουραλισμό. Αυτός ο νατουραλισμός ενισχύθηκε από τη σύγκριση και σε αρκετές περιπτώσεις την παρομοίωση του διαβόλου με κάποιον πολύ δυνατό και έμπειρο γνώστη ακόμα και των απόκρυφων ιδιοτήτων (occult qualities) των φυσικών πραγμάτων. Βεβαίως, να διευκρινίσουμε ότι το απόκρυφο τότε για τους ερευνητές δεν σχετίζεται με τη σημερινή χρήση της έννοιας. Για παράδειγμα, ο «πατέρας» της σύγχρονης επιστήμης, ο Φράνσις Μπέικον, αντιμετώπιζε τις απόκρυφες ποιότητες όχι ως ειδική περίπτωση, αλλά ως παράλληλες άγνωστες ιδιότητες της φύσης, που όμως οδηγούν σε κάποιο λογικό νόημα και φυσικό ορατό αποτέλεσμα. Παράλληλα, πληθώρα υπερασπιστών του εμπειρικού ελέγχου και μέλη της Βασιλικής Εταιρείας επιχειρηματολόγησαν για την αδιαμφισβήτητη ύπαρξη της δαιμονικής μαγείας. Αυτό που διαπιστώνει ο Κλαρκ με την πολυετή έρευνά του είναι ότι οι ειδικοί της δαιμονικής μαγείας επισήμαιναν με κάθε τρόπο την ανάγκη να μεταφερθεί η εμπειρογνωμοσύνη της Φυσικής Φιλοσοφίας στο γνωστικό τους αντικείμενο. Τα έργα των αγγέλων και των δαιμόνων αποτελούσαν κρίσιμα ζητήματα για τη Φυσική Φιλοσοφία στο σύνολό της.

Αντιλαμβανόμαστε από την αγωνιώδη προσπάθεια αποσαφήνισης και χάραξης των διακριτών ορίων μεταξύ του δυνατού και του αδύνατου, μεταξύ του supernatural, του preternatural και του φυσικού -με δεδομένη τη θέση των δαιμόνων εντός της φυσικής τάξης- ότι η πρώιμη μοντέρνα επιστημονική σκέψη έδινε στη δαιμονολογία έναν προνομιακό ρόλο εφόσον συνέβαλλε ενεργά στη συζήτηση για το «άυλο». Η επείγουσα εξερεύνηση του δαιμονικού εντασσόταν στην επιτακτική ανάγκη της επανεξέτασής του και της κατηγοριοποίησής του στη διερευνούμενη και καταμερισμένη τάξη των φαινομένων, στο πλαίσιο της επανενοιολόγησής και αναταξινόμησής της φυσικής γνώσης, σε ένα πνευματικό περιβάλλον θεολογικών, φιλοσοφικών αλλά και πολιτικών συμπορεύσεων ή έντονων διαξίφισμών.

* Η Έφη Ασημακοπούλου είναι υποψήφια διδάκτωρ στο τμήμα Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης του ΕΚΠΑ

