

ΙΣΤΟΡΙΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

Το φάντασμα του Κοπέρνικου

Όταν ερχόμαστε αντιμέτωποι με απόψεις του παρελθόντος, που σήμερα θεωρούμε εσφαλμένες, λέμε ότι η επιστήμη διαρκώς προοδεύει γιατί αυτή είναι η φύση της. Ακριβώς αυτές οι πεποιθήσεις έχουν μετατρέψει την επιστήμη σε ένα φάντασμα, μια μη ανθρώπινη οντότητα, μια ιδεολογία της αλήθειας και προόδου.

►► 8



ΜΕΓΑΛΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΟΥ ΕΚΤ

Πώς επηρέασε η πανδημία τους νέους Έλληνες ερευνητές;

Η διευθύντρια του Εθνικού Κέντρου Τεκμηρίωσης και Ηλεκτρονικού Περιεχομένου δρ Εύη Σαχίνη μιλά στο «Πρίσμα» για την έρευνα μεγάλης κλίμακας που υλοποίησε το ΕΚΤ σε ερευνητές που δραστηριοποιούνται στα πανεπιστήμια και τα ερευνητικά κέντρα με στόχο την καταγραφή των επιπτώσεων της πανδημίας στην καθημερινότητα των Ελλήνων ερευνητών.

►► 4-5

Αναζητώντας τη χαμένη βαρυονική ύλη με τη βοήθεια των ταχέων ραδιοεκλάμψεων



Με τα διάφορων ειδών τηλεσκόπια και εξειδικευμένα όργανα που έχουμε σε Γη και Διάστημα μπορούμε να εντοπίσουμε ένα πολύ μικρό ποσοστό της ύλης του Σύμπαντος. Οι ταχείες ραδιοεκλάμψεις, που ανακαλύφθηκαν πρόσφατα, μπορούν να μας βοηθήσουν να εντοπίσουμε μέρος της ύλης που δεν βλέπουμε.

►► 2-3

Αισιόδοξα μηνύματα εν καιρώ περιβαλλοντικής κρίσης

Ελπιδοφόρο εργαλείο για την αντιμετώπιση των πλαστικών απορριμμάτων

Η διαχείριση των πλαστικών απορριμμάτων είναι ένα από τα πιο κρίσιμα περιβαλλοντικά ζητήματα του αιώνα που διανύουμε. Η ανακάλυψη ζωντανών οργανισμών που μπορούν να αποικοδομούν γρήγορα τα συνθετικά πολυμερή μετατρέποντάς τα σε μη επιβλαβείς χημικές ενώσεις αναδεικνύεται ως ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για την αντιμετώπιση των πλαστικών απορριμμάτων. Εκτός από τα βακτήρια, τα τελευταία χρόνια έχουν ανακαλυφθεί προνύμφες εντόμων που τρώνε συνθετικά πλαστικά και συμβάλλουν έτσι στην αποικοδόμησή τους σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα.



►► 6

Επιδημία, πανδημία, ακαδημία

Ο περιορισμός της ακαδημαϊκής καθημερινότητας στο πλαίσιο της καραντίνας φαίνεται να είναι η τέλεια ευκαιρία για να αφοσιωθεί κανείς στη διερεύνηση νέων ιδεών και την παραγωγή νέας γνώσης. Είναι όμως πάντοτε έτσι;

►► 7



ΣΕ ΕΝΑ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΡΘΡΟ, που δημοσιεύτηκε το 1973, ο C.S. Holling εισήγαγε στη θεωρητική και εμπειρική Βιολογία την έννοια του resilience. Αμετάφραστη λέξη στα ελληνικά, θα την αποδίδαμε κατά προσέγγιση ως «προσαρμοστική ανθεκτικότητα». Η ιδέα είναι ότι η σταθερότητα των ζωντανών συστημάτων πρέπει να γίνεται κατανοητή με διαφορετικό τρόπο απ' ό,τι η σταθερότητα των μηχανικών συστημάτων. Αν αυτό που μελετάμε, γράφει ο Holling, είναι μια συσκευή που έχει σχεδιαστεί για να εκτελεί συγκεκριμένες εργασίες σε ένα καθορισμένο πλαίσιο προβλέψιμων εξωτερικών συνθηκών, τότε αυτό που μας ενδιαφέρει είναι η σταθερή επίδοση της μηχανής και η άμεση διόρθωση των αποκλίσεων της από την προβλεπόμενη συμπεριφορά. Συνεπώς, η προσέγγιση που θα υιοθετηθεί θα πρέπει να είναι ποσοτική και οι παράμετροι που θα πρέπει να ελέγχονται είναι το πλάτος και η συχνότητα των ταλαντώσεων του συστήματος. Αν όμως έχουμε να κάνουμε με ένα σύστημα η συμπεριφορά του οποίου επηρεάζεται καθοριστικά από τους εξωτερικούς παράγοντες, τότε η σταθερότητα της επίδοσής του παύει να έχει κεντρική σημασία. Η κρίσιμη παράμετρος, σε αυτή την περίπτωση είναι οι μηχανισμοί χάρη στους οποίους το σύστημα κατορθώνει να διατηρήσει τη συνοχή του σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Συνεπώς, το θεωρητικό ενδιαφέρον μετατοπίζεται από τα ποσοτικά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του συστήματος και από τη μετρήσιμη επίδοση στην ίδια τη δυνατότητα ύπαρξης.

Η πρώτη προσέγγιση, η μηχανική, έλκει την καταγωγή της από την κλασική Φυσική. Η δεύτερη, η οργανιστική, από τις Ανθρωπιστικές Επιστήμες και από τον Ρομαντισμό. Η συμβολή του ίδιου του Holling συνίσταται στην ανάπτυξη μιας συνθετικής μεθοδολογίας που χρησιμοποιεί τη θεωρία συστημάτων για να μελετήσει τη ζωντανά συστήματα με όρους προσαρμοστικής ανθεκτικότητας. Τα μοντέλα διαχείρισης που προκύπτουν από καθεμιά από τις παραπάνω προσεγγίσεις είναι πολύ διαφορετικά μεταξύ τους. Το μοντέλο που προτάσσει τη σταθερότητα της επίδοσης «δίνει έμφαση στην ισορροπία, τη διατήρηση ενός προβλέψιμου κόσμου και τη δυνατότητα συγκέντρωσης φυσικών πόρων με όσο το δυνατόν λιγότερες διακυμάνσεις». Το μοντέλο που εστιάζει στην προσαρμοστική ανθεκτικότητα, αντίθετα, δίνει έμφαση στη διατήρηση και την προαγωγή της ετερογένειας, ώστε να παραμείνουν διαθέσιμες όσο το δυνατόν περισσότερες επιλογές για το σύστημα. Επίσης, επιδιώκει τη δημιουργική σύζευξη του συστήματος με το περιβάλλον του και όχι την αυστηρή οριοθέτησή και τον έλεγχο.

Η θεώρηση της προσαρμοστικής ανθεκτικότητας δεν αποβλέπει τόσο στη συγκέντρωση γνώσης όσο στην αναγνώριση και τη διαχείριση της άγνοιάς μας, γράφει ο Holling. Δεν στηρίζεται στην ελπίδα ότι τα μελλοντικά γεγονότα μπορούν να προβλεφθούν, αλλά στη βεβαιότητα ότι είναι εκ φύσεως απρόβλεπτα. Ως εκ τούτου, σηματοδοτεί μια ριζική αλλαγή προοπτικής, «καθώς δεν απαιτεί ακριβή ικανότητα πρόβλεψης του μέλλοντος, αλλά μόνο την ποιοτική ικανότητα επινόησης συστημάτων που θα μπορούν να απορροφήσουν και να ενσωματώσουν τα μελλοντικά συμβάντα, όσο απρόβλεπτα κι αν είναι αυτά».

Αναζητώντας τη χαμένη β με τη βοήθεια των ταχέων

Η σκοτεινή και η «χαμένη» βαρυονική ύλη

Το Σύμπαν είναι ένα τεράστιο και σκοτεινό μέρος. Παρά την ποικιλία αστεριών, νεφελωμάτων και γαλαξιών που βλέπουμε, το πιο εντυπωσιακό του χαρακτηριστικό είναι όλα αυτά που δεν μπορούμε να δούμε. Σήμερα, με τα διάφορα είδη τηλεσκόπια και εξειδικευμένα όργανα που έχουμε σε Γη και Διάστημα, μπορούμε να εντοπίσουμε ένα πολύ μικρό ποσοστό του Σύμπαντος, ενώ το συντριπτικά μεγαλύτερο μέρος του αποτελείται από τις «μυστηριώδεις» σκοτεινή ύλη και σκοτεινή ενέργεια.

Οι πρώτες ενδείξεις γι' αυτό το γεγονός εμφανίστηκαν στις αρχές του περασμένου αιώνα, όταν ξεκίνησαν να διευρύνονται τα όρια του γνωστού μας κόσμου. Τότε, με τα εντατικά προγράμματα παρατήρησης μεγάλων αστεροσκοπείων σε ΗΠΑ και Ευρώπη και με την κατασκευή ολοένα μεγαλύτερων τηλεσκοπίων ακόμα και στο νότιο ημισφαίριο, είχαν συσσωρευτεί και συνεχώς συγκεντρώνονταν μεγάλος αριθμός παρατηρήσεων του νυχτερινού ουρανού, με ολοένα αμυδρότερα και μακρινότερα αντικείμενα. Ήταν η εποχή που διαπιστώναμε ότι τα διάφορα σχήματα «νεφελώματα» που παρατηρούνταν αποτελούσαν γαλαξίες σαν τον δικό μας, με δισεκατομμύρια άστρα το καθένα και σε τεράστιες αποστάσεις. Από συστηματικές παρατηρήσεις αυτών των γαλαξιών, ο Αμερικανός αστρονόμος Hubble συμπέρανε το 1929 ότι οι γαλαξίες απομακρύνονται με ταχύτητα ανάλογη της απόστασης στην οποία βρίσκονται, επιβεβαιώνοντας τη θεωρητική δουλειά του Lemaitre, που είχε προηγηθεί το 1927, για ένα διαστελλόμενο Σύμπαν.

Η μελέτη των γαλαξιών όμως έκρυβε περισσότερες εκπλήξεις. Το 1933 ο Ελβετός αστρονόμος Fritz Zwicky από το Caltech διαπίστωσε, χρησιμοποιώντας παρατηρήσεις του σμήνους γαλαξιών της Κόμης, ότι οι γαλαξίες κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα από ό,τι επιτρέπει η μάζα τους. Επομένως, οι περιστροφικές κινήσεις τους απαιτούσαν την ύπαρξη μάζας μεγαλύτερης από την ορατή μάζα των γαλαξιών. Ο Zwicky ονόμασε αυτή την ελλείπουσα μάζα *dunkle materie*, δηλαδή σκο-

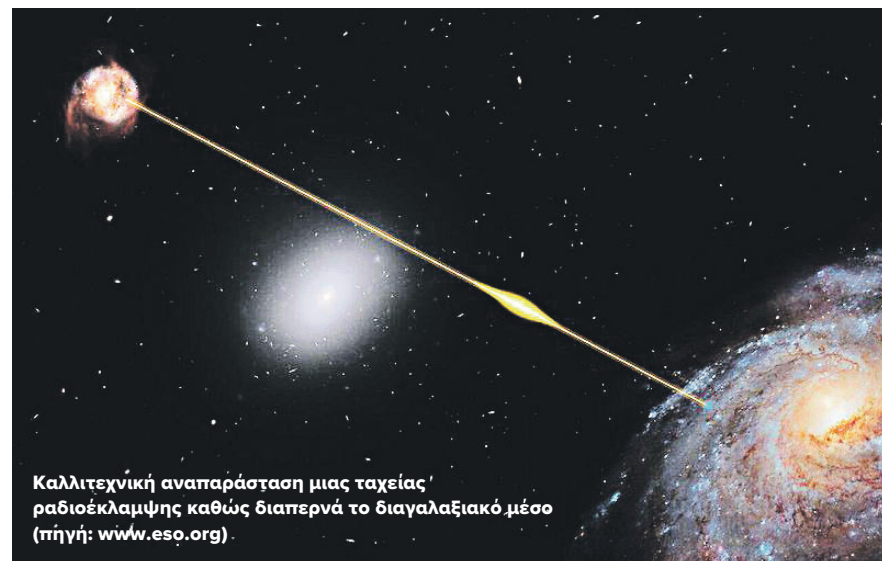


τεινή ύλη. Τέσσερις δεκαετίες μετά, μελέτες της περιστροφής των γαλαξιών από τη Vera Rubin έδειξαν επίσης ότι τα άστρα που βρίσκονται στις σπείρες μακριά από το κέντρο του γαλαξία κινούνται τόσο γρήγορα που οι τροχιές τους δεν θα έπρεπε να είναι ευσταθείς, εκτός αν υπάρχει μέσα στους γαλαξίες ένα σημαντικό ποσό σκοτεινής ύλης.

Τα αποτελέσματα αυτά παρατηρήθηκαν σε όλους τους γαλαξίες ανεξαιρέτως. Σήμερα η ύπαρξη της σκοτεινής ύλης θε-

ωρείται δεδομένη από τους φυσικούς και τους αστροφυσικούς και είναι απαραίτητη παράμετρος στα φυσικά μοντέλα που περιγράφουν τη δημιουργία και την εξέλιξη των γαλαξιών. Επίσης, η σκοτεινή ύλη είναι απαραίτητη και στο καθιερωμένο κοσμολογικό μοντέλο προκειμένου να εξηγηθούν οι χωρικές διακυμάνσεις που παρατηρούνται στην ακτινοβολία μικροκυμάτων υποβάθρου (που αποτελεί τον απόηχο της Μεγάλης Έκρηξης).

Ωστόσο, οι εκπλήξεις δεν περιορίζονται



Καλλιτεχνική αναπαράσταση μιας ταχείας ραδιοέκλαμψης καθώς διαπερνά το διαγαλαξιακό μέσο (πηγή: www.eso.org).

Συνδεθείτε με το «Πρίσμα» στο Facebook:
www.facebook.com/PRISMASCIENCEMAGAZINE/



ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

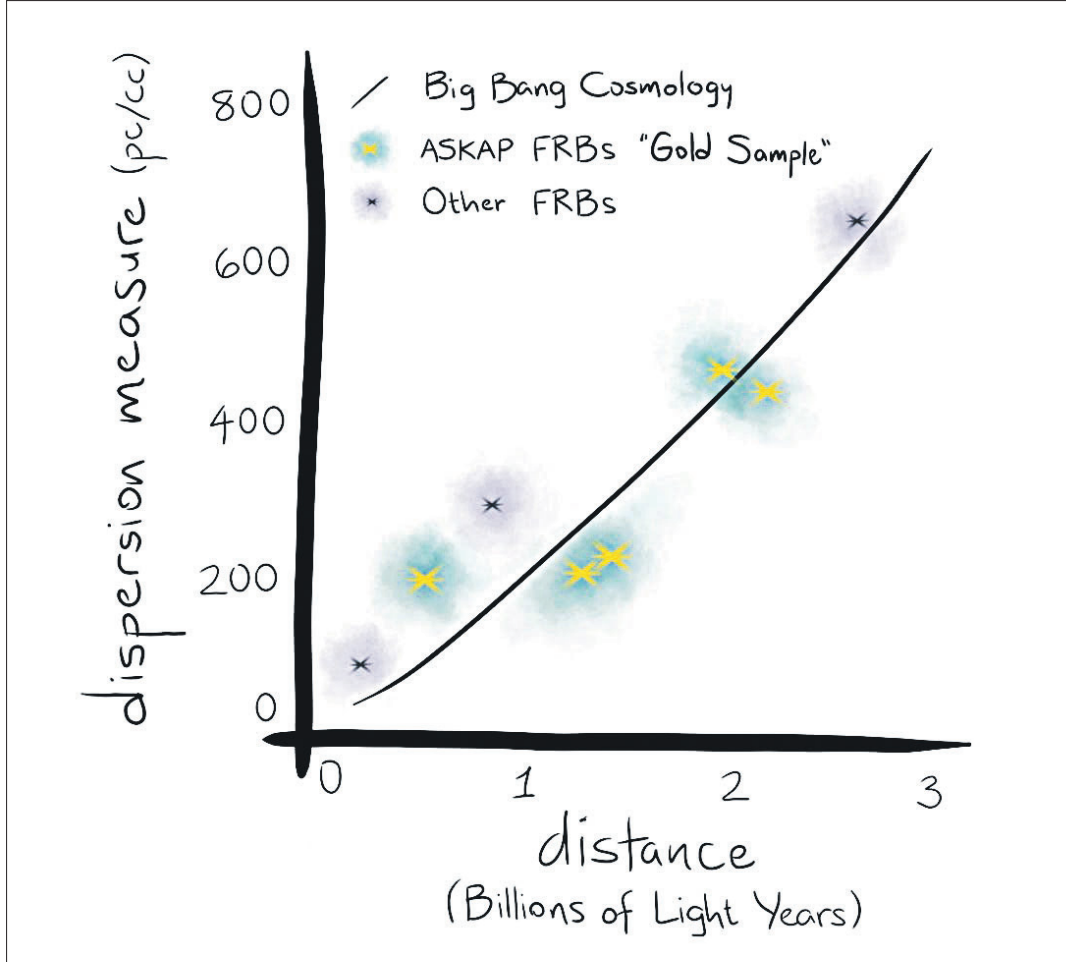
Λήδα Αρνέλλου, Διδάκτωρ Επικοινωνίας της Επιστήμης
Γιάννης Κοντογιάννης, Διδάκτωρ Αστροφυσικής
Μανώλης Πατηνιώτης, Καθηγητής Ιστορίας των Επιστημών ΕΚΠΑ
Δημήτρης Πετάκος, Διδάκτωρ Ιστορίας των Επιστημών
Μαρία Τσίπη, Διδάκτωρ Γενετικής

βαρυονική ύλη ραδιοεκλάμψεων

μόνο στην ύπαρξη της σκοτεινής ύλης και ενέργειας αλλά και στην ίδια την «παρατηρήσιμη» ή βαρυονική ύλη. Με τον γενικό αυτό όρο χαρακτηρίζουμε τη «συνήθη» ύλη, η οποία αποτελείται από νετρόνια και πρωτόνια. Για παράδειγμα, τα άτομα από τα οποία αποτελούνται όλα τα αντικείμενα γύρω μας εντάσσονται στη βαρυονική ύλη. Το ίδιο ισχύει και για όλα τα παρατηρήσιμα αντικείμενα του Σύμπαντος, όπως αστέρια, νεφελώματα, γαλαξίες, μεσοαστρικά νέφη κ.λπ. Αν και έχει εκτιμηθεί από θεωρητικές μελέτες ότι το 5% του Σύμπαντος αποτελείται από βαρυονική ύλη, αν αθροίσουμε όλα τα «ορατά» αντικείμενα, βρίσκουμε μόλις περίπου το ένα τέταρτο αυτής. Το υπόλοιπο, πιστεύεται ότι βρίσκεται υπό τη μορφή ενός διάχυτου αερίου μεταξύ των γαλαξιών. Η ύπαρξη του υλικού αυτού, με το όνομα WHIM (Warm-Hot Intergalactic Medium), έχει προταθεί με βάση πειράματα προσομοίωσης, αλλά η παρατήρησή του παραμένει ακόμη πρόκληση, προεκτείνοντας το μυστήριο της «χαμένης» βαρυονικής ύλης.

Ταχείες ραδιοεκλάμψεις: Μια τυχαία ανακάλυψη και ένα πολύτιμο εργαλείο

Οι ταχείες εκλάμψεις ραδιοκυμάτων ή ραδιοεκλάμψεις (FRB, Fast Radio Bursts) είναι πολύ σύντομες και πολύ ισχυρές εκπομπές ραδιοκυμάτων αστρονομικής προέλευσης. Η πρώτη καταγραφή ενός τέτοιου φαινομένου έγινε το 2007 από ερευνητές από τις ΗΠΑ και την Αυστραλία και φέρει το όνομα «Lorimer Burst», από το όνομα του ερευνητή που ηγήθηκε της μελέτης. Η ομάδα μελετούσε παρατηρήσεις επισκόπησης (που απεικόνιζαν δηλαδή μεγάλα τμήματα του ουρανού), οι οποίες είχαν ληφθεί το 2001 από το ραδιοτηλεσκόπιο του Parkes Observatory, στην Αυστραλία, με στόχο την καταγραφή πάλσαρς (αστέρων νετρονίων που εκπέμπουν στα ραδιοκύματα). Σ' αυτές εντοπίστηκε μια απότομη αύξηση εκπομπής ραδιοκυμάτων με διάρκεια μικρότερη από πέντε χιλιοστά του δευτερολέπτου και ένταση μερικές χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από την τυπική εκπομπή ραδιοκυμάτων από έναν γαλαξία. Οι επιστήμονες συμπεράναν ότι επρόκειτο για πραγματικό σήμα και όχι αποτέλεσμα κάποιας διεργασίας στη Γη, διότι το γεγονός δεν επαναλήφθηκε μέσα στις περίπου ενενήντα ώρες παρατηρήσεων που ακολούθησαν. Τα χαρακτηριστικά της έκλαμψης υποδείκνυαν ότι η πηγή της ακτινοβολίας βρισκόταν έξω από τον γαλαξία μας και μακρύτερα από το γειτονικό μικρό νέφος του Μαγγελάνου. Από τότε έχουν ανακαλυφθεί μερικές δεκάδες τέτοια γεγονότα και έχουν μελετηθεί πολλά από τα χαρακτηριστικά



Διάγραμμα του μέτρου διασποράς σαν συνάρτηση της απόστασης. Η μαύρη ευθεία είναι η θεωρητική πρόβλεψη, ενώ τα σημεία είναι οι μετρήσεις, δηλαδή τα έξι σημεία στα οποία βασίστηκε η μελέτη και τρία επιπλέον γεγονότα (πηγή: Hannah Bish, University of Washington)

τους, ωστόσο η επιστημονική κοινότητα δεν έχει ακόμα καταλήξει σε μια κοινά αποδεκτή θεωρία για τον μηχανισμό που τα προκαλεί. Η μικρή τους διάρκεια υποδεικνύει ότι οι πηγές τους έχουν μέγεθος της τάξης των μερικών χιλιομέτρων, ενώ το γεγονός ότι πιθανότατα βρίσκονται σε τεράστιες αποστάσεις σημαίνει ότι οι διαδικασίες που παράγουν τις ραδιοεκλάμψεις είναι πολύ δραματικές και κατά τη διάρκειά τους εκπέμπονται τεράστια ποσά ενέργειας. Μπορεί να οφείλονται στο υλικό που περιστρέφεται γύρω από τις τεράστιες μαύρες τρύπες που βρίσκονται στο κέντρο ενεργών γαλαξιών, στην αλληλεπίδραση ταχέως περιστρεφόμενων αστέρων νετρονίων με το περιβάλλον τους, στη συγχώνευση μαζικών αστεριών ή υπολειμμάτων (μελανές οπές, πάλσαρς), σε εκρήξεις υπερκαινοφανών (σουπερνόβα) κ.ά.

Δεδομένου ότι πρόκειται για ένα φαινόμενο που ανακαλύφθηκε σχετικά πρόσφατα, απαιτούνται συντονισμένες παρατηρήσεις οι οποίες να περιλαμβάνουν όχι μόνο ραδιοτηλεσκόπια αλλά και μεγάλα οπτικά τηλεσκόπια, ώστε να εντοπιστούν οι γαλαξίες στους οποίους βρίσκονται οι πηγές των ραδιοεκλάμψεων και να καταγραφεί η συστηματική τους συμπεριφορά. Επομένως, η μελέτη τους βασίζεται πολύ στην εξέλιξη των οργάνων παρατήρησης.

Η μελέτη των ραδιοεκλάμψεων όμως

δεν βελτιώνει απλώς τη γνώση μας για τις ιδιαίτερα ενεργητικές διεργασίες που συμβαίνουν στο Σύμπαν, αλλά μπορεί να προσφέρει ακόμη ένα εργαλείο μελέτης του ίδιου του Σύμπαντος με το οποίο θα μπορούμε, π.χ., να μετράμε αποστάσεις, μαγνητικά πεδία ή την κατανομή της ύλης (σκοτεινής και βαρυονικής). Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό τους, χρήσιμο προς αυτή την κατεύθυνση, είναι η διασπορά τους. Παρά τη μικρή τους διάρκεια, οι ραδιοεκλάμψεις αποτελούνται από ένα σύνολο συχνοτήτων που δεν φτάνουν στον παρατηρητή ταυτόχρονα, αλλά με μια μικρή χρονική διαφορά. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην αλληλεπίδραση του παλμού των ραδιοκυμάτων με την ύλη που συναντά μέχρι αυτός να φτάσει στη Γη, με τις μικρότερες συχνότητες που περιέχει ο παλμός να «καθυστερούν» λίγο περισσότερο από ό,τι οι μεγαλύτερες.

Ραδιοεκλάμψεις και βαρυονική ύλη

Δεδομένου ότι οι ραδιοεκλάμψεις οφείλονται σε γεγονότα που συμβαίνουν σε μακρινούς γαλαξίες, οι ραδιοπαλμοί τους διασχίζουν τεράστιες αποστάσεις. Περνούν μέσα από το διάχυτο μεσογαλαξιακό αέριο, την άλω του γαλαξία μας και το μεσοαστρικό αέριο, προτού φτάσουν στους ανιχνευτές μας. Επομένως, υπό κατάλληλες υποθέσεις, η διασπορά των ραδιοεκλάμψεων μπορεί να μας

δώσει στοιχεία για τη βαρυονική ύλη που μένει κρυμμένη στο αραιό μεσογαλαξιακό αέριο. Μέχρι στιγμής, όμως, υπήρχε ένα σημαντικό εμπόδιο, ο εντοπισμός της πηγής των ραδιοεκλάμψεων. Όπως ήδη αναφέραμε, αυτός απαιτεί συντονισμένες παρατηρήσεις και από άλλα μεγάλα τηλεσκόπια.

Μια ερευνητική ομάδα με επικεφαλής ερευνητές από την Αυστραλία κατάφερε να κάνει ακριβώς αυτό συγκεντρώνοντας ένα δείγμα έξι ραδιοεκλάμψεων με ταυτοποιημένη προέλευση. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι το μεγαλύτερο μέρος της διασποράς των ραδιοπαλμών αυτών των γεγονότων δεν θα μπορούσε να οφείλεται μόνο στο αέριο του Γαλαξία μας, αλλά αποδίδεται στο μεσογαλαξιακό αέριο και στο αέριο των γαλαξιών από τους οποίους προέρχονται. Μια πιο προσεκτική μελέτη έδειξε ότι αφαιρώντας τις συνεισφορές των υπολοίπων παραγόντων (γνωστών από προηγούμενες μελέτες και εκτιμήσεις) οδηγεί στον προσδιορισμό μιας περιεκτικότητας της τάξης του 5% για τη βαρυονική ύλη του μεσογαλαξιακού αερίου, δηλαδή όση προβλέπουν τα θεωρητικά μοντέλα.

Η μελέτη δημοσιεύτηκε στο περιοδικό «Nature» στις 27 Μαΐου 2020 και σηματοδοτεί την πρώτη φορά που εντοπίζεται η «χαμένη» βαρυονική ύλη στο μεσογαλαξιακό αέριο δίνοντας μια οριστική απάντηση σε ένα από τα μεγαλύτερα αινίγματα των τελευταίων δεκαετιών. Ταυτόχρονα, άνοιξε μια νέα εποχή μελέτης των ιδιοτήτων της ύλης του Σύμπαντος μέσω παρατηρήσεων των ταχέων ραδιοεκλάμψεων και αναμένεται να πυροδοτήσει νέες μελέτες με μεγαλύτερα δείγματα γεγονότων και μεγαλύτερη ακρίβεια. Ένας άμεσος στόχος των επόμενων μελετών είναι να χαρτογραφήσει την κατανομή του μεσογαλαξιακού αερίου και την περιεκτικότητά του σε βαρυονική ύλη.

Γ.Κ.

Πηγές

https://theconversation.com/half-the-matter-in-the-universe-was-missing-we-found-it-hiding-in-the-cosmos-138569?utm_source=facebook&utm_medium=bylinefacebookbutton&fbclid=IwAR1fkT0IEvoMBYi8S-XRyi8HHUO1HM5W62a-MA4QxQs7OINV95IfJZ9Uo2BM

https://www.sciencemag.org/news/2020/05/mysterious-radio-bursts-reveal-missing-matter-cosmos?utm_campaign=ScienceNow&utm_source=JHubbard&utm_medium=Facebook

<https://www.nature.com/articles/s41586-020-2300-2>

Πώς επηρέασε η πανδημία τους

Η εμφάνιση της πανδημίας του SARS-CoV-2 και τα μέτρα που ελήφθησαν για τον περιορισμό της εξάπλωσης της δημιούργησαν μία πρωτοφανή συνθήκη σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι επιπτώσεις της κρίσης αυ-

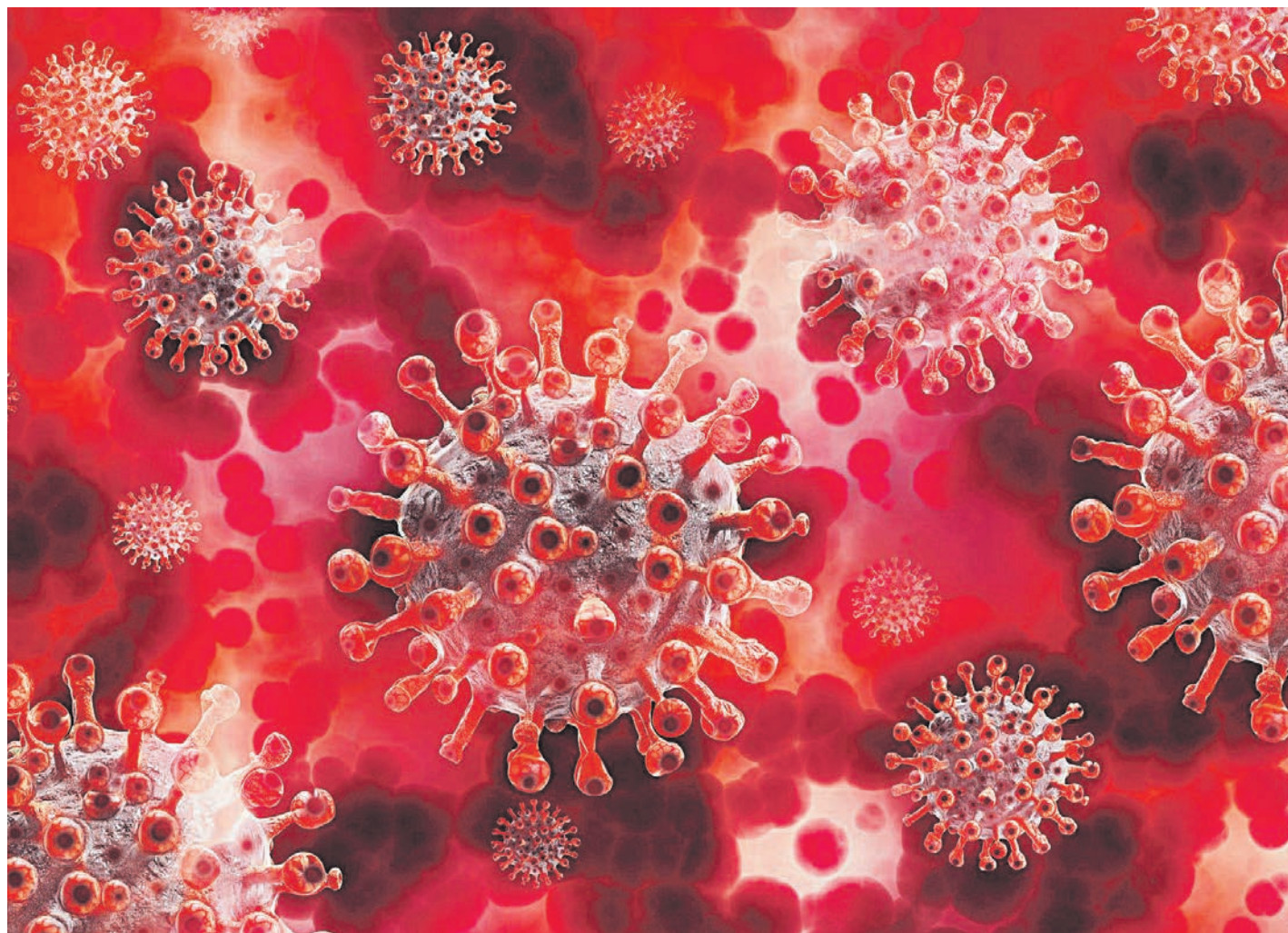
τής επηρεάζουν μια σειρά από ανθρώπινες δραστηριότητες και είναι πιθανόν να επηρεάσουν βαθιά τις κοινωνίες. Παράλληλα, ίσως για πρώτη φορά σ' αυτή την έκταση, η επιστήμη και η τεχνολογία βρίσκονται στο κέντρο του δημόσιου διαλόγου. Στο πλαίσιο αυτό, το Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης και Ηλεκτρονικού Περιεχομένου (ΕΚΤ) υλοποίησε έρευνα μεγάλης κλίμακας σε ερευνητές που δραστηριοποιούνται στα πανεπιστήμια και τα ερευνητικά κέντρα με στόχο την καταγραφή των επιπτώσεων της πανδημίας στην καθημερινότητα των Ελλήνων ερευνητών.

Όπως αναφέρει στο «Πρίσμα» η διευθύντρια του ΕΚΤ δρ Εύη Σαχίνη, «Ενας σημαντικός λόγος που μας οδήγησε στη διεξαγωγή αυτής της έρευνας ήταν η διαπίστωση πως η ελληνική κοινωνία, για πρώτη φορά σε τόσο μεγάλη έκταση, αντιλαμβάνεται ότι μέσω της έρευνας και της συνεργασίας των επιστημόνων μπορεί να υπάρξουν πολύ σημαντικά αποτελέσματα και εν προκειμένω να καταστεί δυνατή η αντιμετώπιση των τεράστιων προβλημάτων που δημιούργησε η πανδημία της νόσου Covid-19. Επιπλέον δε, στον αιτούμενο τεχνολογικό και οικονομικό μετασχηματισμό που στηρίζεται στη γνώση, η διαπίστωση ότι δεν γνωρίζουμε το πώς βιώνουν αυτή την πανδημία οι κατεξοχήν φορείς αυτού του μετασχηματισμού λειτούργησε αφυπνιστικά για τη διενέργεια της έρευνας. Με την παρούσα ανάλυση θέλουμε να συμβάλουμε, με στοιχεία και δεδομένα, στη χάραξη πολιτικών για την ενίσχυση της έρευνας στη χώρα μας».

Αναφορικά με τα αποτελέσματα της έρευνας, η δρ Εύη Σαχίνη συμπληρώνει: «Από την έρευνα αναδεικνύονται μια σειρά από ενδιαφέροντα ευρήματα, κάποια από αυτά ίσως ήταν αναμενόμενα, ενώ κάποια άλλα όχι τόσο προφανή ή αυτονόητα. Αξίζει να επισημανθεί ότι, όπως προκύπτει από την έρευνα, σε εποχές έντονης παραπληροφόρησης και fake news, οι ερευνητές σε πολύ μεγάλο ποσοστό κρίνουν ότι η επιστήμη θα εξέλθει ενισχυμένη στον δημόσιο διάλογο. Χαρακτηριστικά όπως η ορθολογικότητα, ο συγκροτημένος διάλογος, η παράθεση στοιχείων και η διαρκής επανεξέταση των δεδομένων -χαρακτηριστικά που είναι κυρίαρχα και εγγενή στο επιστημονικό ήθος και στην ερευνητική πρακτική- θα προσδώσουν υπεραξία στον δημόσιο διάλογο, ενισχύοντας, σε τελική ανάλυση, την ίδια τη δημοκρατία».

Το δείγμα της έρευνας

Η έρευνα του ΕΚΤ για την επίδραση της πανδημίας της Covid-19 στην ερευνητική κοινότητα είναι μια απογραφική έρευνα πεδίου. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω της αποστολής ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου σε 4.557 ερευνητές και ερευνήτριες που δραστηριοποιού-



νται σε όλα τα επιστημονικά πεδία και συμμετέχουν σε δράσεις του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση» (ΕΣΠΑ 2014-2020). Πρόκειται κυρίως για νέους επιστήμονες που χρηματοδοτούνται προκειμένου να εκπονήσουν διδακτορική διατριβή, να διεξάγουν μεταδιδακτορική έρευνα, να συγκροτήσουν ερευνητικές ομάδες, να αποκτήσουν ακαδημαϊκή εμπειρία. Η έρευνα διενεργήθηκε στο διάστημα από 15 Απριλίου έως 5 Μαΐου 2020. Το ερωτηματολόγιο συμπλήρωσαν 2.323 άτομα. Από τα άτομα αυτά, το 51,4% ήταν άνδρες και το 48,6% γυναίκες. Τα ευρήματα της έρευνας αφορούν, μεταξύ άλλων, την υλοποίηση του ερευνητικού έργου, τις ψυχολογικές επιπτώσεις της πανδημίας στους ερευνητές και στις ερευνήτριες, τις ευκαιρίες που διακρίνουν σ' αυτή καθώς και τη διάσταση του φύλου. Η πλήρης αναφορά των αποτελεσμάτων της έρευνας διατίθεται online στην ιστοσελίδα του Εθνικού Κέντρου Τεκμηρίωσης και Ηλεκτρονικού Περιεχομένου (www.ekt.gr).

Η υλοποίηση του ερευνητικού έργου

Οι ερευνητές αξιολόγησαν πολύ θετικά τις κρίσιμες δημόσιες υποδομές και υπηρεσίες, όπως η πληροφοριακή/ψηφιακή υποδομή και η διοικητική υποστήριξη των ΑΕΙ και ερευνητικών κέντρων, που διασφάλισαν την απρόσκοπτη διενέργεια της

ερευνητικής δραστηριότητας στην κρίσιμη αυτή περίοδο. Συγκεκριμένα, το 65,1% των ερευνητών δήλωσε ότι δεν αντιμετώπισε καθόλου ή αντιμετώπισε μικρή αδυναμία στην υλοποίηση του ερευνητικού έργου όσον αφορά την πρόσβαση στην πληροφοριακή υποδομή. Αντίστοιχα, η διοικητική υποστήριξη που παρασχέθηκε προς τους ερευνητές από τα δημόσια ιδρύματα αξιολογήθηκε από πολύ μεγάλη έως μεγάλη για στο 46,7% των απαντήσεων. Ωστόσο, ο περιορισμός στη χωρική μετακίνηση λόγω Covid-19 επέδρασε καταλυτικά στη δυνατότητα πρόσβασης των ερευνητών στην απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή, καθώς και στη δυνατότητα εκτέλεσης έρευνας πεδίου, διαστάσεις κρίσιμες για την εκτέλεση του ερευνητικού έργου. Αυτό ισχύει για τους ερευνητές όλων των επιστημονικών πεδίων, με το 41,7% να απαντά ότι αντιμετωπίζει πολύ μεγάλη ή μεγάλη αδυναμία πρόσβασης στην υλικοτεχνική υποδομή. Αντίστοιχα, το 53,4% των ερευνητών δηλώνει ότι αντιμετώπισε πολύ μεγάλη ή μεγάλη δυσκολία στην εκτέλεση της έρευνας πεδίου. Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι σ' αυτή τη διάσταση διαπιστώνονται διακυμάνσεις στις απαντήσεις, οι οποίες σχετίζονται με το πεδίο. Για παράδειγμα, για τους ερευνητές των πεδίων «Ανθρωπιστικές Επιστήμες και Τέχνες» και «Κοινωνικές Επιστήμες» η πρόσβαση σε έναν υπολογιστή καθώς και σε ψηφιακές βάσεις δεδομένων αποτελεί ικανό μέσο για την υλοποίηση της έ-

Νέους Έλληνες ερευνητές;

ρευνας, αντίθετα με περιπτώσεις άλλων επιστημονικών κλάδων.

Όπως αναφέρουν οι ερευνητές, ο περιορισμός στη χωρική μετακίνηση έχει επιδράσει στη χρονική ολοκλήρωση του ερευνητικού τους έργου, καθώς και στην ολοκλήρωση των σχεδιαζόμενων δημοσιεύσεων, συμμετοχών σε (διεθνή και εθνικά) συνέδρια και στις ανακοινώσεις. Το 36,6% των ερευνητών δήλωσε ότι η πανδημία έχει προκαλέσει μεγάλη ή πολύ μεγάλη χρονική καθυστέρηση στο ερευνητικό έργο, ενώ το 43,2% δήλωσε ότι αντιμετωπίζει μεγάλη και πολύ μεγάλη καθυστέρηση στις επιστημονικές εκροές. Η επίδραση, ωστόσο, δεν είναι ίδια σε όλα τα επιστημονικά πεδία.

Ψυχολογικές επιπτώσεις και ευκαιρίες

Από την έρευνα έγινε φανερό ότι οι περιορισμοί στην κίνηση λόγω Covid-19 επέδρασαν και στην ψυχολογική κατάσταση των ερευνητών. Παραπάνω από τους μισούς που συμμετείχαν στην έρευνα δήλωσαν ότι βιώνουν πολύ μεγάλη ή μεγάλη προσω-



πική ψυχολογική επιβάρυνση λόγω των μέτρων περιορισμού καθώς και ότι το οικογενειακό τους περιβάλλον έχει εξίσου σημαντικά επιβαρυνθεί.

Στην κρίση αυτή ωστόσο 6 στους 10 ερευνητές διακρίνουν στοιχεία ευκαιρίας. Κυρίαρχοι επιμέρους λόγοι γι' αυτό είναι η ύπαρξη περισσότερου χρόνου για μελέτη και σχεδιασμό μελλοντικών ερευνητικών δραστηριοτήτων (77,9%), οι προοπτικές που ανοίγονται μέσω της αύξησης της ψηφιακής συνεργασίας (63,9%), καθώς και η δυνατότητα εκμάθησης νέων δεξιοτήτων (46,20%). Επιπλέον, οι ερευνητές σε πολύ μεγάλο ποσοστό κρίνουν ότι η θέση της επιστήμης θα αναβαθμιστεί στον δημόσιο διάλογο. Το 72,4% των συμμετεχόντων στην έρευνα πιστεύει ότι η επιστήμη θα εξέλθει ενισχυμένη, ως πεδίο ανθρώπινης δραστηριότητας, μετά τη λήξη της πανδημίας.

Η διάσταση του φύλου

Ενδιαφέροντα ευρήματα προκύπτουν και από την ανάλυση των απαντήσεων με βάση το φύλο. Έτσι, για παράδειγμα, οι απαντήσεις των γυναικών διαφοροποιούνται από αυτές των ανδρών στο ότι οι πρώτες απαντούν ότι αντιμετωπίζουν πολύ μεγάλη ή μεγάλη επιβάρυνση κατά 7,8 εκατοστιαίες μονάδες περισσότερο από τους άνδρες. Η μεγαλύτερη διαφορά εντοπίζεται στην ολοκλήρωση των επιστημονικών εκροών, όπου οι γυναίκες δηλώνουν ότι αντιμετωπίζουν πολύ μεγαλύτερη ή μεγαλύτερη αδυναμία από τους άνδρες κατά 13,1 εκατοστιαίες μονάδες. Σε ό,τι αφορά την αντιμετώπιση της πανδημίας ως ευκαιρίας, οι καταφατικές απαντήσεις των γυναικών υπολείπονται των ανδρών. Μεγαλύτερη διαφορά καταγράφεται και στην αύξηση της ψηφιακής συνεργασίας, όπου οι θετικές απαντήσεις των γυναικών υπολείπονται κατά 7,3 εκατοστιαίες μονάδες. Η έμφυλη διάσταση στην έρευνα αποτελεί διακριτό ερευνητικό αντικείμενο, το οποίο διερευνάται και στο πλαίσιο της πανδημίας. Τα ευρήματα και σ' αυτή την περίπτωση δείχνουν ότι η γυναίκα ως ερευνήτρια στο πλαίσιο των πολλαπλών της ρόλων αντιμετωπίζει αυξημένες δυσκολίες στον καιρό της πανδημίας.

Με το βλέμμα στο μέλλον

Από την υγειονομική και κοινωνικοοικονομική παρούσα κρίση μπορεί να προκύψουν και θετικά στοιχεία που αφορούν την ερευνητική κοινότητα. Η κρίση αυτή ανέδειξε μεταξύ άλλων τη σημασία της επιστημονικής τεκμηρίωσης στην ανάπτυξη πολιτικών (evidence based policies) αλλά και την πολυπλοκότητα της επιστημονικής διαδικασίας και των ζητημάτων επιστήμης στη δημόσια σφαίρα. Αυτή η εξέλιξη ίσως δημιουργεί πιο πρόσφορο έδαφος για να συζητηθούν στο δημόσιο πεδίο ζητήματα που αφορούν τον ρόλο της επιστημονικής κοινότητας και τη σχέση επιστήμης και κοινωνίας.

Η κρίση, επίσης, συνοδεύτηκε από τη μεγάλη αύξηση της χρηματοδότησης της έρευνας στις επιστήμες Υγείας, αλλά και την αύξηση της χρηματοδότησης για τη μελέτη των κοινωνικοοικονομικών αλλά και ψυχολογικών επιπτώσεων της πανδημίας. Τέλος, η επιτακτική ανάγκη για την αντιμετώπιση της παρούσας υγειονομικής κρίσης δημιούργησε την ανάγκη για ένα νέο μοντέλο παραγωγής γνώσης. Στο πλαίσιο αυτό εντάθηκαν η συνεργασία και ο επιστημονικός διάλογος για τα θέματα που συνδέονται με την πανδημία της Covid-19, ενώ καταγράφηκε δραστική αύξηση στην ταχύτητα δημοσίευσης σε επιστημονικά περιοδικά και στον ευρύτερο Τύπο για συναφή θέματα. Παράλληλα, μεγάλοι εκδοτικοί οίκοι διέθεσαν με ελεύθερη πρόσβαση τα επιστημονικά περιοδικά που παράγουν με στόχο να διευκολύνουν το έργο των ερευνητών. Όπως σημειώνει και η διευθύντρια του ΕΚΤ δρ Εύη Σαχίνη, «με την πρόσφατη αυτή έρευνα για την καθημερινότητα των νέων ερευνητών την περίοδο της πανδημίας, αλλά και με την εν γένει συμβολή του ΕΚΤ στην παροχή επίκαιρων και έγκυρων δεδομένων για την έρευνα, φιλοδοξούμε να συμβάλουμε στον δημόσιο διάλογο που αφορά την ανάδειξη της σημασίας της έρευνας, αλλά και της ίδιας της ερευνητικής κοινότητας της χώρας μας. Η έρευνα ως δραστηριότητα, αλλά και η ίδια η ερευνητική κοινότητα -το εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό γενικότερα- είναι καθοριστικά ώστε να μπορέσουμε να οδηγηθούμε σε μια πιο δίκαιη και βιώσιμη κοινωνία που θα συμμετέχει με πρωταγωνιστικό ρόλο στις παγκόσμιες τεχνολογικές εξελίξεις».

Λ.Α.

Έγκυρη πληροφόρηση από το Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης και Ηλεκτρονικού Περιεχομένου

Η πανδημία της Covid-19 που έχει προκαλέσει ο νέος κορωνοϊός έχει πλήξει το μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη δημιουργώντας μια πρωτόγνωρη κατάσταση. Ανταποκρινόμενο στις νέες συνθήκες, το Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης και Ηλεκτρονικού Περιεχομένου (ΕΚΤ) δημιούργησε την ιστοσελίδα <http://www.ekt.gr/covid-19> με στόχο να προσφέρει έγκυρη πληροφόρηση για τις εξελίξεις της επιστημονικής έρευνας για την αντιμετώπιση της πανδημίας. Η ιστοσελίδα, η οποία επικαιροποιείται σε συνεχή βάση, περιλαμβάνει επιλεγμένα άρθρα από έγκυρα επιστημονικά περιοδικά, καθώς και χρήσιμους συνδέσμους (οργανισμοί, videos, webinars, χάρτες, γραφήματα κ.ά.) για περισσότερη πληροφόρηση.

Όπως προκύπτει από τη διεθνή βιβλιογραφία αλλά και από εγχώρια ερευνητικά δεδομένα μέχρι στιγμής, η πανδημία Covid-19 έχει θεωρηθεί ως πρόβλημα δημόσιας υγείας. Ωστόσο, σύμφωνα με έρευνα που δημοσιεύτηκε στο επιστημονικό περιοδικό «European Journal of Risk Regulation», η τρέχουσα κατάσταση έκτακτης ανάγκης θα ακολουθηθεί από πολιτικές, κοινωνικές και οικονομικές εξελίξεις που ενδέχεται να οδηγήσουν σε σοβαρές διαταραχές, καθώς το κόστος της πανδημίας δεν θα είναι μόνο υψηλό, αλλά και άνισα κατανομημένο τόσο μεταξύ χωρών όσο και μεταξύ διαφορετικών κοινωνικών ομάδων.

Οι επιστήμονες πληροφόρησης του ΕΚΤ εντοπίζουν και παρουσιάζουν καθημερινά νέες δημοσιεύσεις σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά, οι οποίες αφορούν ποικίλες πτυχές του φαινομένου και διαφορετικές ερευνητικές περιοχές: από την ιατρική έρευνα μέχρι τον αντίκτυπο της πανδημίας στην ψυχολογία, την εκπαίδευση, στις εργασιακές σχέσεις και στον τουρισμό. Η ιστοσελίδα, η οποία «βγήκε στον αέρα» τον Μάρτιο, περιλαμβάνει πλέον περισσότερες από 200 δημοσιεύσεις, ενώ προστέθηκε και μία νέα ενότητα με επιλεγμένα άρθρα Ελλήνων ερευνητών που διατίθενται από πληροφοριακές πηγές ανοιχτής πρόσβασης. Μέχρι στιγμής έχουν καταγραφεί περισσότερες από 30.000 επισκέψεις στην ιστοσελίδα.

Η έρευνα «ΕΚΤ (2020), Covid-19 και νέοι Έλληνες ερευνητές. Η επίδραση της πανδημίας στην ερευνητική τους δραστηριότητα» διατίθεται online στην ιστοσελίδα <https://metrics.ekt.gr/publications/402>

ΑΙΣΙΟΔΟΞΑ ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΕΝ ΚΑΙΡΩ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ

Ελπιδοφόρο εργαλείο για την αντιμετώπιση των πλαστικών απορριμμάτων

Η διαχείριση των πλαστικών απορριμμάτων είναι ένα από τα κρίσιμότερα περιβαλλοντικά ζητήματα του 21ου αιώνα. Η ανακάλυψη ζωντανών οργανισμών που μπορούν να αποικοδομούν γρήγορα τα συνθετικά πολυμερή μετατρέποντάς τα σε μη επιβλαβείς χημικές ενώσεις αναδεικνύεται ως ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για την αντιμετώπιση των πλαστικών απορριμμάτων που αποσυντίθενται σε πολύ αργούς ρυθμούς στο φυσικό περιβάλλον.

Ένας «πλαστικοποιημένος» πλανήτης

Η τεράστια παραγωγή πλαστικών σε συνδυασμό με την πολύ αργή αποσύνθεσή τους και η συνεπαγόμενη συσσώρευσή τους στο περιβάλλον αποτελεί ένα σοβαρό και δυσεπίλυτο πρόβλημα. Από μόνοι τους οι αριθμοί σοκάρουν: υπολογίζεται ότι πάνω από 8 δισεκατομμύρια τόνοι πλαστικών έχουν καταλήξει στα σκουπίδια από τη στιγμή που ξεκίνησε η μαζική παραγωγή τους, μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Σύμφωνα, επίσης, με εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής τεράστιες ποσότητες πλαστικών, 5 έως 13 εκατομμύρια τόνοι, εναποτίθενται στο περιβάλλον κάθε χρόνο. Από αυτούς, περίπου 8 εκατομμύρια τόνοι καταλήγουν στους ωκεανούς ετησίως. Το μεγαλύτερο μέρος των πλαστικών απορριμμάτων θάβεται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Μόλις το 10% του παραγόμενου πλαστικού ανακυκλώνεται, ενώ η καύση του δημιουργεί τεράστια ρύπανση στα οικοσυστήματα, αλλά και στην υγεία του ανθρώπου. Η εναπόθεση των πλαστικών στους ωκεανούς, με τη μορφή των μικροπλαστικών, καταναλώνεται από τους θαλάσσιους οργανισμούς και προκαλεί ανεπανόρθωτα προβλήματα στα θαλάσσια οικοσυστήματα.

Οι προσπάθειες για μείωση της κατανάλωσης πλαστικών προϊόντων μίας χρήσης και η ενθάρρυνση για χρήση ανακυκλώσιμων συσκευασιών, αν και είναι ενθαρρυντικές, φαίνονται αποσπασματικές και αναντίστοιχες του μεγέθους του προβλήματος. Στην ήδη υπάρχουσα κρίση προστίθεται και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της πανδημίας της Covid-19. Με τα μέτρα ατομικής προστασίας (γάντια, μάσκες, προστατευτικές στολές κ.ά.), όλα φτιαγμένα από πλαστικό, η διοχέτευση ακόμα περισσότερων πλαστικών απορριμμάτων στο περιβάλλον είναι αναπόφευκτη. Εκτός από το πρόβλημα διαχείρισής τους, η ολοένα και αυξανόμενη παραγωγή των πλαστικών συντελεί στην αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, τα οποία αποδεδειγμένα σχετίζονται με την κλιματική κρίση.

Η δημιουργία πολυμερών που αποικοδομούνται σχετικά γρήγορα, έτσι ώστε να μην συσσωρεύονται στο περιβάλλον, δεν είναι πρόσφατη. Ήδη από τη δεκαετία του 1920 παρήχθησαν στο εργαστήριο βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή από βακτήρια. Μερικά χρόνια αργότερα ξεκίνησε η βιομηχανική παραγωγή βιοαποικοδομήσιμων υλικών, τα οποία χρησι-



μοποιούνται κυρίως στην Ιατρική, στα εμφυτεύματα και τα ράμματα. Εξαιτίας των περιορισμένων εφαρμογών τους, όμως, φαίνεται πως δεν θα αντικαταστήσουν τα συνθετικά πλαστικά στο άμεσο μέλλον.

Αποσύνθεση του συνθετικού πλαστικού: Ο ρόλος των μικροοργανισμών

Το σοβαρό ζήτημα της αντιμετώπισης των συνθετικών πλαστικών που συσσωρεύονται στα απορρίμματα και χρειάζονται εκατοντάδες χρόνια για να διασπαστούν στο φυσικό περιβάλλον απασχολεί την επιστημονική κοινότητα εδώ και δεκαετίες. Πολλοί ερευνητές επιχείρησαν να αποικοδομήσουν διάφορα πλαστικά με τη βοήθεια μικροοργανισμών στα εργαστήρια. Η πλειονότητα των μικροοργανισμών που εντοπίστηκαν ανήκουν στο γένος *Pseudomonas* και είναι βακτήρια που ζουν στο έδαφος, αλλά και σε θαλάσσια περιβάλλοντα. Για παράδειγμα, τα είδη *Pseudomonas putida* και *Pseudomonas fluorescens* μπορούν να διασπάσουν το πολυβινυλοχλωρίδιο (polyvinylchloride, PVC). Πρόκειται για το τρίτο πιο διαδεδομένο συνθετικό πλαστικό, με ευρεία χρήση και πολλές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα στην κατασκευή σωλήνων, στα κουφώματα των σπιτιών και στη μόνωση των ηλεκτρικών καλωδίων.

Εκτός όμως από τα βακτήρια, τα τελευταία χρόνια έχουν ανακαλυφθεί προνύμφες εντόμων που τρώνε συνθετικά πλαστικά και συμβάλλουν έτσι στην αποικοδόμησή τους. Συγκεκριμένα, τα μικρά

κίτρινα ή μαύρα σκουλήκια, οι προνύμφες του σκαθαριού *Tenebrio molitor* και *Tenebrio obscurus* όπως και τα σκουλήκια που αποτελούν προνύμφες των σκαθαριών *Zophobas atratus* έχει διαπιστωθεί ότι καταναλώνουν πολυστυρένιο (polystyrene, PS). Το PS είναι ένα επίσης πολύ διαδεδομένο συνθετικό πολυμερές που χρησιμοποιείται στις συσκευασίες των τροφίμων, σε μονωτικά υλικά και σε διάφορα προϊόντα οικιακής χρήσης, το οποίο αποσυντίθεται σε εκατοντάδες χρόνια. Μελέτες ανέδειξαν την ικανότητα των προνυμφών να διασπούν το συγκεκριμένο πολυμερές σε μόνο λίγες εβδομάδες. Οι πληροφορίες όμως σχετικά με το πώς το κατορθώνουν αυτό ήταν συγκεχυμένες.

Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό «ACS Environmental Science & Technology», με επικεφαλής τον Dae-Hwan Kim από το Ινστιτούτο Επιστήμης και Τεχνολογίας Daegu Gyeongbuk της Νότιας Κορέας, η ικανότητα των σκουληκιών να τρέφονται με πλαστικό σχετίζεται με συγκεκριμένους μικροοργανισμούς που ζουν στο έντερό τους. Η ερευνητική ομάδα τοποθέτησε 50 προνύμφες του σκαθαριού *Zophobas atratus* σε έναν χώρο όπου μοναδική πηγή άνθρακα αποτελούσε το πολυστυρένιο. Μετά από 21 μέρες τα σκουλήκια είχαν ήδη καταναλώσει το 70% του πλαστικού. Στη συνέχεια απομόνωσαν τα βακτήρια του εντέρου των σκουληκιών και προσδιόρισαν τα είδη στα οποία ανήκουν με βάση το γενετικό τους υλικό. Διαπίστωσαν ότι ανάμεσά τους υπάρχει ένα είδος, το *Pseudomonas aeruginosa*, που μπορούσε να αναπτυχθεί πάνω σε επιφάνεια από πολυστυρένιο, την οποία ταυτόχρονα αποικοδομούσε. Έπειτα διαπιστώθηκε πειραματικά ότι μια συγκεκριμένη κατηγορία πρωτεϊνών ήταν υπεύθυνη για τη διάσπαση του συνθετικού πολυμερούς, οι υδρολάσες της σερίνης.

Η ανακάλυψη ζωντανών οργανισμών που μπορούν να διασπάσουν τα συνθετικά πολυμερή χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον αναδεικνύεται ως ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για την αντιμετώπιση της συσσώρευσης των συνθετικών πλαστικών απορριμμάτων τα οποία ζημιώνουν ανεπανόρθωτα τα χερσαία και θαλάσσια οικοσυστήματα. Παρ' όλα αυτά, το μεγάλο στοίχημα των σύγχρονων κοινωνιών εξακολουθεί να είναι η μείωση των συνθετικών πλαστικών μέσω της υιοθέτησης ενός θεμελιακά διαφορετικού τρόπου παραγωγής και κατανάλωσης που πρέπει να οικοδομηθεί έχοντας ως προϋπόθεση και αναγκαία συνθήκη τον σεβασμό στο περιβάλλον.

M.T.

Πηγές:

- Kim, H.R., et al., Biodegradation of Polystyrene by *Pseudomonas* sp. Isolated from the Gut of Superworms (Larvae of *Zophobas atratus*). *Environ Sci Technol*, 2020.
- Yang, Y., J. Wang, and M. Xia, Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating superworms *Zophobas atratus*. *Sci Total Environ*, 2020. 708: p. 135233.

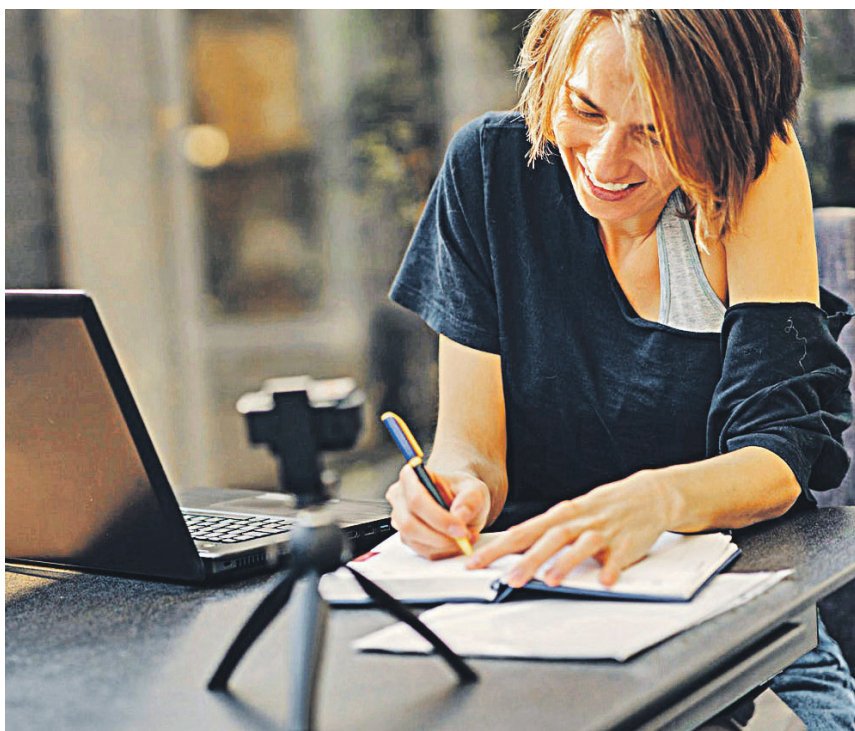
Επιδημία, πανδημία, ακαδημία

Μία από τις πιο συχνές προσπάθειες εμπύχωσης στη διάρκεια της καραντίνας ήταν (και είναι) η παρουσίαση τέτοιων περιόδων ως έμπνευση ή ως ευκαιρία. Μεγάλα έργα όπως «Η Πανούκλα» του Καμύ εμπνεύστηκαν από τέτοιες περιόδους, ενώ η δημιουργικότητα μεγάλων προσωπικοτήτων εκτοξεύτηκε όταν βρέθηκαν κι εκείνες απομονωμένες κατά τη διάρκεια μεγάλων επιδημιών του παρελθόντος. Υπό συνθήκες καραντίνας ο Σαίξπηρ έγραψε μερικά από τα πιο εμβληματικά του έργα, ενώ ο Νεύτωνας τελειοποίησε τον διαφορικό λογισμό και σκαρφίστηκε τον Νόμο της Βαρύτητας. Σύμφωνα, λοιπόν, με το στερεότυπο, ο ερευνητής αποζητά περιόδους απομόνωσης για να παράγει γνώση και είναι, μάλιστα, πιο δημιουργικός και παραγωγικός απ' ό,τι σε κανονικές περιόδους. Πόσο κοντά όμως στην αλήθεια είναι αυτό το στερεότυπο και τι μπορεί να κρύβει η «εμπύχωση» για περισσότερη παραγωγικότητα;

Όπως συμβαίνει με σχεδόν όλα τα στερεότυπα, υπάρχει και σ' αυτό μια δόση αλήθειας. Η καθημερινότητα μιας ερευνήτριας στη σύγχρονη εποχή περιλαμβάνει μια σειρά από καθήκοντα και δραστηριότητες όπως η διεξαγωγή πειραμάτων, η επεξεργασία των μετρήσεων, η συγγραφή νέων εργασιών, η διόρθωση ή κρίση εργασιών συναδέλφων, η διδασκαλία και προετοιμασία μαθημάτων, η επίβλεψη φοιτητών, η παρακολούθηση ομιλιών και συνεδρίων, η καλλιέργεια συνεργασιών και η αναζήτηση νέων πόρων. Μια τέτοια ποικιλία καθηκόντων και οι προθεσμίες που αυτές συνεπάγονται καθιστούν τη διαχείριση του χρόνου μια πραγματική πρόκληση. Φαίνεται επομένως λογικό ο περιορισμός της ακαδημαϊκής καθημερινότητας στο πλαίσιο της καραντίνας να μοιάζει η τέλεια ευκαιρία για να αφοσιωθεί μια ερευνήτρια στη διερεύνηση νέων ιδεών και την παραγωγή νέας γνώσης. Είναι όμως πάντοτε έτσι;

Σε ένα σύντομο άρθρο της στήλης «Career» του περιοδικού «Nature», η Daphne S. Ling, υποψήφια διδάκτωρ Νευροεπιστημών του Πανεπιστημίου Βρετανικής Κολομβίας στο Βανκούβερ του Καναδά, υποστηρίζει ότι οι προτροπές για περισσότερη παραγωγικότητα σε εποχές πανδημίας και περιορισμών αντικατοπτρίζει ένα διαχρονικό τοξικό μήνυμα της ακαδημαϊκής ζωής: καμία προσπάθεια δεν είναι ποτέ αρκετή.

Για να καταλάβουμε το νόημα του μηνύματος αυτού, αξίζει να ρίξουμε μια ματιά στο εργασιακό τοπίο της έρευνας. Το ακαδημαϊκό οικοσύστημα (όπως λέγεται συχνά) αποτελείται από πολλές και συχνά ριζικά διαφορετικές ομάδες εργαζομένων: από τους μεταπτυχιακούς φοιτητές και τους υποψήφιους διδάκτορες στους μεταδιδακτορικούς ερευνητές, τους νεαρούς ερευνητές που βρίσκονται σε πορεία μονιμοποίησης (tenure track) και τη διαστρωματωμένη ομάδα των μόνιμων ερευνητών και διδασκόντων σε πανεπιστημιακά ιδρύματα. Ταυτόχρονα, περιλαμβάνει όλες τις ερευνητικές δομές των χωρών της υφηλίου με τις όποιες



δομικές ή πολιτισμικές διαφορές που μπορεί να παρουσιάζουν. Στο πλαίσιο της παγκοσμιοποιημένης έρευνας, οι ομάδες αυτές των εργαζομένων συνεργάζονται για να πετύχουν κοινούς στόχους, αλλά ταυτόχρονα εξυπηρετώντας και τις ιδιαίτερες ανάγκες και φιλοδοξίες τους. Είναι, επίσης, σαφές ότι πρόκειται για ιδιαίτερα ανταγωνιστική εργασία, καθώς οι θέσεις «ψηλότερα» στην ακαδημαϊκή πυραμίδα είναι πάντοτε λιγότερες (γι' αυτό άλλωστε κάνουμε λόγο για πυραμίδα). Επομένως, οι εργαζόμενοι σε καθεμία από αυτές τις ομάδες έχουν να αντιμετωπίσουν και τις δικές τους προκλήσεις και ανησυχίες για το μέλλον. Φυσικά, σε δυσμενέστερη θέση βρίσκονται οι μη-μόνιμοι εργαζόμενοι, μεταδιδακτορικοί φοιτητές και υποψήφιοι διδάκτορες, που αποτελούν και την πλειονότητα.

Για παράδειγμα, συνήθως μια υποψήφια διδάκτωρ έχει να τηρήσει ένα πολύ αυστηρό πρόγραμμα προκειμένου να ολοκληρώσει τις σπουδές της στο πλαίσιο που ορίζουν το πανεπιστήμιο και η χρηματοδότησή της. Τι γίνεται άραγε όταν όλα «παγώνουν» λόγω της πανδημίας εννέα ή έξι μήνες πριν την υποστήριξη της διατριβής της; Πόσο παραγωγική και αφοσιωμένη μπορεί να είναι στη συγγραφή της διατριβής της όταν γνωρίζει ότι οι προκηρύξεις νέων ερευνητικών θέσεων θα καθυστερήσουν και δεν θα μπορεί να αναζητήσει ταυτόχρονα δουλειά ως νέα ερευνήτρια; Η μεγαλύτερη μερίδα αυτών των ανθρώπων ζει μακριά από το σπίτι και πρέπει να συντηρήσει ενοίκια και έξοδα διαβίωσης σε ξένες χώρες. Τι γίνεται αν χρειαστεί να μείνουν άνεργοι ή σε «απραγία» για μερικούς μήνες και τι επιπτώσεις θα έχει αυτό στη μετέπειτα πορεία τους;

Αντίστοιχες είναι οι περιπτώσεις των μη μόνιμων μεταδιδακτορικών ερευνητών, οι οποίοι καλού-

νται να συνεχίσουν να είναι παραγωγικοί χωρίς να ανησυχούν αν η καραντίνα τούς στερήσει την έγκαιρη πρόσβαση σε συνέχιση της χρηματοδότησής τους. Αξίζει να τονιστεί ξανά ότι αυτή η κατηγορία εργαζομένων απασχολείται κατεξοχήν μακριά από τις χώρες καταγωγής τους και παρουσιάζει πολύ μεγάλη κινητικότητα ανά την υφήλιο. Επομένως, η κατάστασή τους μπορεί να περιπλεχθεί πολύ, ιδιαίτερα αν τίθενται ζητήματα εύρεσης κατοικίας, αδειών παραμονής κ.λπ.

Φυσικά, τα πράγματα είναι ακόμα χειρότερα εάν η έρευνα περιλαμβάνει εργαστηριακά πειράματα. Για έναν μεγάλο αριθμό ερευνητικών πεδίων είναι αρκετά ένας υπολογιστής και η πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Ωστόσο, για άλλα απαιτείται εξειδικευμένος εξοπλισμός, καθημερινή παρουσία στο εργαστήριο, ταξίδια σε πειραματικές διατάξεις και τηλεσκόπια κ.ά. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι περιορισμοί στις μετακινήσεις βλάπτουν την έρευνα γενικώς, διότι πρόκειται για μια συνεργατική δραστηριότητα· αλλά τι είδους αντιθέσεις άραγε διογκώνονται σε τέτοιες συνθήκες και ποιες κατηγορίες εργαζομένων πλήττονται περισσότερο;

Παράλληλα με όλες αυτές τις δυσκολίες, οι οποίες είναι χαρακτηριστικές της εργασίας στον ακαδημαϊκό χώρο, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι οι ερευνητές είναι άνθρωποι όπως όλοι οι υπόλοιποι. Επομένως, πόσο παραγωγικοί μπορεί να είναι σε συνθήκες παγκόσμιας καταστροφής; Η διαχείριση των ορίων μεταξύ δουλειάς - μη δουλειάς στο σπίτι, η διαχείριση του χώρου και του χρόνου όταν στο σπίτι αυτό μένει μια οικογένεια και η αντιμετώπιση των ψυχολογικών συνεπειών του εγκλεισμού / περιορισμών είναι προκλήσεις της τηλεργασίας που αντιμετωπίζουν και οι ερευνητές όπως όλοι οι εργαζόμενοι.

Ασφαλώς, πολλά ερευνητικά ιδρύματα επιδεικνύουν ελαστικότητα και αναζητούν λύσεις ώστε να αντιμετωπιστούν αυτές οι καταστάσεις με τον πιο ομαλό τρόπο. Φορείς χρηματοδότησης επεκτείνουν τα προγράμματα ή χαλαρώνουν τις απαιτήσεις ώστε να διευκολύνουν τις δύσκολες καταστάσεις που όλοι μας αντιμετωπίζουμε. Ωστόσο, πολλές πτυχές του προβλήματος είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν, καθώς απαιτούν τον συντονισμό πολλών ετερόκλητων φορέων.

Μπορεί λοιπόν ο Νεύτωνας να βρέθηκε στο αποκορύφωμα της δημιουργικότητάς του κατά τη διάρκεια της επιδημίας του 1665, αλλά είναι πολύ πιθανό για πολλούς από εμάς τους ερευνητές να μην ισχύει το ίδιο. Και δεν πειράζει.

Γ.Κ.

Περισσότερες πληροφορίες μπορούν να αναζητηθούν στα εξής:

www.nature.com/articles/d41586-020-01591-3

www.insidehighered.com/advice/2020/04/09/covid-19-demands-reconsideration-tenure-requirements-going-forward-opinion

www.nature.com/articles/d41586-020-01031-2

Το φάντασμα του Κοπέρνικου

Όταν λέμε «επιστήμη», νομίζουμε ότι έχουμε μια ξεκάθαρη εικόνα για τι μιλάμε. Όταν λέμε «επιστήμη», νομίζουμε ότι οι άνθρωποι πάντα συμφωνούσαν με το νόημα που έχει αυτή η λέξη. Όταν ερχόμαστε αντιμέ-

τωποι με απόψεις του παρελθόντος, που σήμερα θεωρούμε εσφαλμένες, λέμε ότι η «επιστήμη» διαρκώς προοδεύει γιατί αυτή είναι η φύση της. Ακριβώς αυτές οι πεποιθήσεις έχουν μετατρέψει την επιστήμη σε ένα φάντασμα, μια μη ανθρώπινη οντότητα, μια ιδεολογία της αλήθειας και της προόδου.

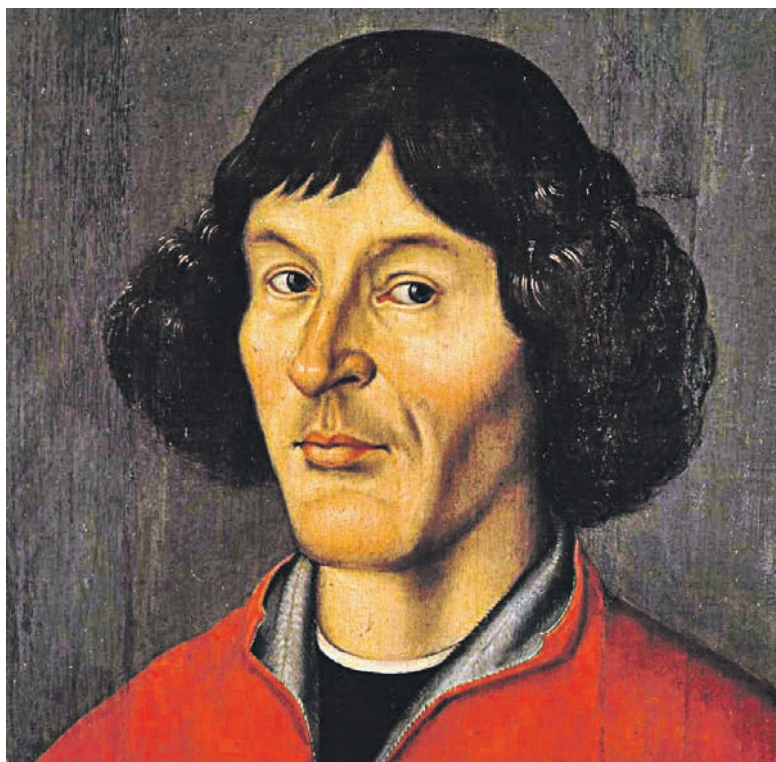
Μαθηματικά και μελέτη της φύσης: Μια σχέση εξ αποστάσεως

Το 1543 ένας αστρονόμος και μαθηματικός, ο Νικόλαος Κοπέρνικος (1473 - 1543), δημοσιεύει το «De Revolutionibus Orbium Coelestium» (Περί της περιστροφής των ουρανίων σφαιρών). Σ' αυτό το βιβλίο υποστήριξε πως στο κέντρο του Σύμπαντος βρίσκεται ο Ήλιος και ότι η Γη περιστρέφεται γύρω από αυτόν. Μέχρι τα μέσα του 16ου αιώνα κανείς δεν είχε αμφισβητήσει το πολύπλοκο και αυστηρό γεωκεντρικό σύστημα του Κλαύδιου Πτολεμαίου (100 - 170 μ.Χ.). Σύμφωνα με το σύστημα του Πτολεμαίου, το οποίο βασιζόταν στην παλιότερη εδραιωμένη εικόνα που είχε ο Αριστοτέλης για τον κόσμο, η Γη βρισκόταν ακίνητη στο κέντρο του κόσμου και οι πλανήτες, η Σελήνη, ο Ήλιος και οι απλανείς αστέρες, περιστρέφονταν γύρω από αυτή. Την «αλήθεια» του αριστοτελικού και πτολεμαϊκού κόσμου, έως και τον 16ο αιώνα, επιβεβαίωνε η Φυσική Φιλοσοφία. Η Φυσική Φιλοσοφία ήταν το πεδίο που ασχολούνταν με τα αίτια των φυσικών φαινομένων. Η Αστρονομία και τα Μαθηματικά δεν αποτελούσαν καν μέρος της Φυσικής Φιλοσοφίας. Περιορίζονταν, απλώς, στην περιγραφή φαινομένων. Η εξήγηση ανήκε στη Φυσική Φιλοσοφία. Η Φυσική Φιλοσοφία είχε ανώτερη θέση από την Αστρονομία και τα Μαθηματικά σε όλα τα προγράμματα σπουδών των πανεπιστημίων από τον 12ο έως το πρώτο μισό του 17ου αιώνα. Οι μαθηματικοί και αστρονόμοι δεν απλάμβαναν το ίδιο κύρος με τους φυσικούς φιλοσόφους και ανήκαν σε υποδεέστερη διανοητική και κοινωνική τάξη από εκείνους.

Οι αστρονόμοι και μαθηματικοί δεν είχαν το δικαίωμα να παρουσιάσουν μια διαφορετική εικόνα για τον κόσμο από εκείνη που υποστήριζαν οι φυσικοί φιλόσοφοι. Οι τελευταίοι έλεγαν γιατί ο κόσμος είναι έτσι όπως είναι και οι αστρονόμοι και μαθηματικοί έκαναν τους υπολογισμούς τους σύμφωνα με την «αλήθεια» των πρώτων. Επομένως, όταν ο Κοπέρνικος έφτιαξε ένα ηλιοκεντρικό σύστημα χωρίς να δίνει ικανοποιητικές εξηγήσεις για την «αλήθεια» του, παραβίασε αυτή τη συντηχιακή διάκριση. Στον πρόλογο του έργου του, μάλιστα, υπαινιχθηκε ότι το σύστημά του αντιστοιχούσε στη φυσική πραγματικότητα. Αυτό σήμαινε ότι οι αστρονόμοι και μαθηματικοί μπορούσαν να ανταγωνιστούν τους φυσικούς φιλοσόφους.

Τι (δεν) έκανε ο Κοπέρνικος

Σκοπός του Κοπέρνικου ήταν να συλλάβει τη δομή του κόσμου μέσα από απλές μαθηματικές



σχέσεις. Επίσης, εκείνη την εποχή υπήρχε ένα αίτημα μεταξύ των αστρονόμων για μεταρρύθμιση της Αστρονομίας. Η Αστρονομία αντιμετώπιζε μερικά σοβαρά προβλήματα τα οποία είχαν συσσωρευτεί με το πέρασμα των αιώνων και επηρέαζαν σημαντικούς υπολογισμούς, όπως τον εορτασμό του Πάσχα. Να σημειωθεί ότι η μεταρρύθμιση αυτή ήταν κυρίως μαθηματικό έργο. Ήταν ένα υπολογιστικό πρόβλημα. Επομένως, ο Κοπέρνικος επιχείρησε να κατασκευάσει ένα σύστημα για τον κόσμο που θα ήταν λιγότερο σύνθετο και πιο αρμονικό από το πτολεμαϊκό και θα επίλυε αυτά τα προβλήματα. Ο Κοπέρνικος έκανε ελάχιστες νέες παρατηρήσεις και το σύστημά του βασίστηκε στις παρατηρήσεις των πτολεμαϊκών αστρονόμων. Ακόμη και τα μαθηματικά εργαλεία που χρησιμοποίησε ήταν αυτής της παράδοσης, ενώ συνέχιζε να υποστηρίζει ότι οι κινήσεις των ουρανίων σωμάτων ήταν ομοιόμορφες κυκλικές και ότι το σύμπαν ήταν πεπερασμένο, με τον Ήλιο να βρίσκεται στο κέντρο του. Τέλος, επικαλούνταν αρχαίους στοχαστές, όπως τον Ηρακλείδη, τον Έκφαντο, τον Φιλόλαο και τον Ικέτα. Αυτό δεν σημαίνει ότι οι αρχαίοι διανοητές είχαν πει τα ίδια πράγματα με τον Κοπέρνικο, ούτε ότι είχαν χρησιμοποιήσει τις ίδιες μεθόδους. Αποτελούσε μια συνηθισμένη πρακτική, έως και τον 17ο αιώνα, να επικαλείται κανείς διανοητές του παρελθόντος προκειμένου να αντλήσει κύρος για όσα υποστήριζε. Βλέπουμε, δηλαδή, ότι το έργο του Κοπέρνικου είχε στοιχεία που ανήκαν σε μια αντίληψη για τη φύση εντελώς διαφορετική από αυτή που έχουμε σήμερα.

Ο Κοπέρνικος υποστήριζε το σύστημά του επειδή ήταν απλούστερο από ποιοτικής πλευράς, είχε αντίστοιχη ακρίβεια με το πτολεμαϊκό ως προς τις κινήσεις των ουρανίων σωμάτων, εξηγούσε κάποιες «ανωμαλίες» του πτολεμαϊκού με συνεπότερο τρόπο και ήταν πιο αρμονικό. Το τελευταίο κριτήριο ήταν ένα αισθητικό κριτήριο. Οι κινήσεις των ουρανίων σωμάτων έμοιαζαν αισθητικά και

γεωμετρικά πιο αρμονικές, κάτι που έκανε τον Κοπέρνικο να το θεωρεί πιο «αληθές» από το προγενέστερο. Κατά συνέπεια, τα κριτήριά του δεν ήταν σε καμία περίπτωση αυτονόητα ή αδιαμφισβήτητα. Θα μπορούσαμε να πούμε ακριβώς το αντίθετο, καθώς ελάχιστοι αστρονόμοι πίστεψαν στο σύστημά του για τις επόμενες δεκαετίες.

Το σύστημα του Κοπέρνικου ερχόταν σε αντίθεση με τρεις εδραιωμένες «αλήθειες». Η μία ήταν η αριστοτελική Φυσική Φιλοσοφία, η οποία έδινε πολύ πιο πειστικά επιχειρήματα για την ακινησία της Γης, παρά για την κίνησή της. Η δεύτερη ήταν η Βίβλος, στην οποία υπάρχει το θαύμα του Ιησού του Ναυή, σύμφωνα με το οποίο παρακάλεσε τον Ήλιο να μείνει ακίνητος κι εκείνος έμεινε. Αν η Γη ήταν εκείνη που κινείται, τότε ο Ιησούς του Ναυή θα έπρεπε να προσευχηθεί για την ακινησία της Γης. Η τρίτη εδραιωμένη αλήθεια δεν ήταν άλλη από την κοινή λογική. Κανείς μας δεν νιώθει ότι η Γη κινείται. Έμοιαζε εξαιρετικά αβάσιμη μια τέτοια υπόθεση. Το έργο του Κοπέρνικου είχε αντίκτυπο, πέρα από τη Φυσική Φιλοσοφία, και στη χριστιανική αντίληψη σχετικά με τον κόσμο. Ο Λούθηρος χαρακτήρισε τον Κοπέρνικο έναν ανόητο αστρολόγο. Η Γη έως τότε γινόταν αντιληπτή ως ένας τόπος μαρτυρίου, ένας τόπος ανάμεσα στον Παράδεισο και την Κόλαση. Με το σύστημα του Κοπέρνικου, η Γη έχανε αυτή τη θέση και ο χριστιανικός κόσμος έπρεπε να επινοήσει ένα διαφορετικό αφήγημα για τους πιστούς.

Η ακινησία της αλήθειας

Οι άνθρωποι εκείνης της εποχής δεν αντιλαμβάνονταν την «επιστήμη» με τους όρους που την αντιλαμβανόμαστε σήμερα. Αν ανατρέξουμε στην ορολογία της εποχής, θα διαπιστώσουμε ότι η λέξη «επιστήμη» δεν υπήρχε στο λεξιλόγιο των διανοητών και δεν θεωρούσαν ότι η Φυσική Φιλοσοφία αποτελούσε επιστήμη. Σήμερα, η Αστρονομία αποτελεί κλάδο της φυσικής επιστήμης, ενώ η Φυσική δεν μπορεί να νοηθεί χωρίς τα Μαθηματικά. Τα παραπάνω στοιχεία αναδεικνύουν ένα κρίσιμο ερώτημα: πώς πρέπει να αντιμετωπίζουμε τις προθέσεις και πρακτικές των ανθρώπων που έζησαν σε άλλες εποχές; Ο Κοπέρνικος ήθελε να λύσει ένα πρόβλημα που αφορούσε τον κλάδο του. Αξίωμε, ενάντια στο πλαίσιο της εποχής, ότι η Αστρονομία και τα Μαθηματικά μπορούσαν να υποστηρίξουν μια «αλήθεια» διαφορετική από εκείνη της Φυσικής Φιλοσοφίας. Υποστήριξε

την αλήθεια του συστήματός του για λόγους που ελάχιστη σχέση έχουν με τη σημερινή επιστήμη. Σε διαφορετικές εποχές, οι προθέσεις, οι μέθοδοι, οι έννοιες, τα κριτήρια και οι αξίες που είχαν οι άνθρωποι ελάχιστα συνδέονταν με όσα θεωρούμε σήμερα συστατικά της επιστήμης. Τι μας δείχνει αυτό; Μας δείχνει ότι η επιστήμη δεν είναι ανεξάρτητη από τον δημιουργό της. Μας δείχνει ότι το περιεχόμενο της προέρχεται από τον άνθρωπο. Όπως είχαμε σημειώσει και σε ένα άλλο άρθρο, όταν θεωρούμε ότι οι επινοήσεις μας υπάρχουν ανεξάρτητα από εμάς, ελλοχεύει ένας κίνδυνος: τους δίνουμε και τη δύναμη να μας εξουσιάζουν.

Δ.Π.

