

#117

ΠΡΙΣΜΑ

ΕΝΘΕΤΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ,
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ
www.facebook.com/PRISMASCIENCEMAGAZINE

Η ΑΥΓΗ

Σάββατο 25 Σεπτεμβρίου 2021

Η επινόηση της πραγματικότητας μέσα από τον φακό

Πολλές ιστορίες για τις επιστήμες και τον κόσμο τις λέμε μέσα από ντοκιμαντέρ και εκπομπές. Ο φακός της κάμερας, μέσα από τον οποίο αποτυπώνουμε την πραγματικότητα, είναι ο φακός των γεγονότων, ο φακός των τεκμηρίων, ο φακός της «αλήθειας». Είναι, όμως, ακριβώς έτσι;

ΣΕΛΙΔΑ 8



Συνείδηση, fractals και κβαντικός κόσμος

Η δυνατότητα της επιστήμης να μελετήσει και να εξηγήσει τη συνείδηση αμφισβητείται από πολλούς. Ωστόσο, η διστακτικότητα της επιστήμης για τη μελέτη της συνείδησης έχει αρχίσει να κάμπτεται τις τελευταίες δεκαετίες.

ΣΕΛΙΔΕΣ 4-5

Βιβλιοπαρουσίαση: «Ο Δαρβίνος πάει στην πόλη»

Ο άνθρωπος μεταμορφώνει το φυσικό περιβάλλον σε τέτοιο βαθμό ώστε να ισοπεδώνονται οικοσυστήματα και να δημιουργούνται συνεχώς νέα. Ανάμεσα στα νέα οικοσυστήματα είναι και οι πόλεις. Σε αυτά τα οικοσυστήματα, τα «αστικά», το τεχνητό συναντά το φυσικό και το υποκαθιστά και έτσι προκύπτουν νέες οικολογικές σχέσεις, οι οποίες, σύμφωνα με τον συγγραφέα του βιβλίου «Ο Δαρβίνος πάει στην πόλη» Μέννο Σχίλτχαϋζεν, αξίζουν την προσοχή μας.

ΣΕΛΙΔΑ 6

Ο μηχανισμός επιδιόρθωσης βλαβών του DNA στη νόσο του Πάρκινσον

Ο Δρ. Κωνσταντίνος Παλπακάρς, ερευνητής στο Εργαστήριο Πειραματικής Φυσιολογίας και Επίκουρος Καθηγητής της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ, μιλά στο Πρίσμα για τα αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας, που αποκαλύπτει τον ρόλο του μηχανισμού της επιδιόρθωσης βλαβών στο DNA, στην παθογένεση της νόσου Πάρκινσον.

ΣΕΛΙΔΑ 7

Πώς ανακαλύπτονται οι πλανήτες; 175 χρόνια από την ανακάλυψη του Ποσειδώνα

Για να μεγαλώσει το ηλιακό μας σύστημα χρειάστηκαν η καθιέρωση του τηλεσκοπίου ως οργάνου αστρονομικής παρατήρησης, η συστηματική επισκόπηση του ουρανού και μια νέα θεωρία για τον κόσμο και τη βαρύτητα.

ΣΕΛΙΔΕΣ 2-3



Long Covid

Αντιγράφων από το Δελτίο Τύπου του Υπουργείου Υγείας της 26.7.2021: «Όσον αφορά τους αντιεμβολιαστές [...] δεν είναι θέμα Ελευθερίας, ούτε Δημοκρατίας, ούτε η ελεύθερη έκφραση της άποψης οποιουδήποτε. Κάποιος ο οποίος είναι υγειονομικός είναι επιστήμονας. Είναι υποχρεωμένος, με βάση την ιατρική δεοντολογία και με βάση τη νομοθεσία της Ελληνικής Δημοκρατίας, αλλά και σε οποιαδήποτε ευνομούμενη χώρα του κόσμου, να ακολουθεί διάφορους κανόνες. [...] **Η διαφορετική άποψη σε ένα επιστημονικό πεδίο που δεν είναι ούτε πολιτικό, δεν έχει κανένα έρεισμα, κανένα δημοκρατικό δικαίωμα ή ελευθερία έκφρασης.** Είναι υποχρέωση του συνταγμένου οργάνου της Πολιτείας, είτε είναι Δημόσια Διοίκηση, είτε είναι Ιατρικοί Σύλλογοι να περιθωριοποιήσουν και να τιμωρήσουν τους γιατρούς.» Τάδε έφη Μάριος Θεμιστοκλέους, Γραμματέας Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας.

Σοβαρά, λοιπόν, στην επιστήμη δεν χωρούν διαφορετικές απόψεις! Υπάρχει μια εδραιωμένη αντίληψη για το πώς έχουν τα πράγματα, την οποία περιφρουρούν οι επιστημονικοί θεσμοί και τα όργανα της Πολιτείας και όποιος/α αποκλίνει από αυτή πρέπει να παταχθεί. Όλοι ξεφορνίζουμε βλακείες στον προφορικό λόγο, σε συνεντεύξεις, στην προσπάθειά μας να απαντήσουμε δύσκολες ερωτήσεις κ.λπ. Εδώ, όμως, δεν πρόκειται περί αυτού. Πρόκειται για «συστημική» αντίληψη, η οποία έχει εκφραστεί κατ' επανάληψη στο παρελθόν από τους διάφορους γιατρούς που λυμάνονται τον τηλεοπτικό χρόνο παίζοντας τις Κασσάνδρες και διαπαιδαγωγώντας το κοινό στην «ορθή» επιστημονική πρακτική. Εξάλλου, όπως εύγλωττα σημειώνει ο Ιατρικός Σύλλογος Λάρισας, «ακόμη και εάν θεωρηθεί ότι η [αντιεμβολιάστρια] γιατρός [που κατηγορείται για παράβαση του κώδικα ιατρικής δεοντολογίας] εξέφρασε μια "άποψη", αυτή έχει ξεχωριστή σημασία καθώς δύναται να επηρεάσει πολίτες "οι οποίοι δεν είναι υψηλού μορφωτικού επιπέδου" και δεν έχουν δυνατότητα να φιλτράρουν τον μεγάλο όγκο πληροφοριών που δέχονται καθημερινά στα ψηφιακά μέσα» (Καθημερινή 3.8.2021). Η επιστήμη απέναντι στους ιθαγενείς: Καλύτερα να μην τους μπερδεύουμε με πολλές πληροφορίες γιατί θα πάθουν σύγχυση!

Είναι σαφές ότι το πρόβλημα με τις απόψεις των ανθρώπων που αμφισβητούν την αναγκαιότητα χορήγησης των εμβολίων είναι περίπλοκο. Είναι, όμως, περίπλοκο γιατί κανείς δεν μπαίνει στον κόπο να διακρίνει τους διαφορετικούς λόγους για τους οποίους διαφορετικές ομάδες ανθρώπων αντιδρούν στον εμβολιασμό. Είναι όλοι ψευδασμένοι και όσοι δεν είναι, καλά θα κάνουν να μην δημοσιοποιούν τις διαφωνίες τους, γιατί η επιστήμη πρέπει να παρουσιάζεται στους αμήνους με ενιαίο πρόσωπο – το πρόσωπο της αδιαμφισβήτητης αλήθειας και αυθεντίας.

Αυτή η πανδημία θα μας αφήσει πολλά κουσούρια. Ένα από αυτά –όχι το μικρότερο– είναι μια σακατεμένη επιστήμη, ανίκανη να επωφεληθεί από τις επιστημονικές διαμάχες και τον οργανωμένο σκεπτικισμό που αποτέλεσαν το έμβλημά της από τα χρόνια της Επιστημονικής Επανάστασης. Η επιστήμη μολύνθηκε από τον SARS-CoV-2 όπως μολύνθηκαν εκατομμύρια άνθρωποι σε όλον τον κόσμο. Μόνο που, στη συγκεκριμένη περίπτωση, η νόσηση δεν φαίνεται να της πρόσφερε ικανοποιητική ανοσοποίηση απέναντι στη διανοητική αλαζονεία, την αυταρχικότητα και τον πατερναλισμό.

Μ.Π.

Πώς ανακαλύπτονται οι πλανήτες;

175 χρόνια από την ανακάλυψη

Μέχρι τον 18^ο αιώνα το ηλιακό μας σύστημα αποτελούνταν από έξι πλανήτες, συμπεριλαμβανομένης της Γης. Ο Ερμής, η Αφροδίτη, ο Άρης, ο Δίας και ο Κρόνος ήταν τα πέντε ορατά με γυμνό μάτι ουράνια σώματα που από νύχτα σε νύχτα άλλαζαν θέση γρηγορότερα στο νυχτερινό ουράνιο. Χρειάστηκε η καθιέρωση του τηλεσκοπίου ως οργάνου αστρονομικής παρατήρησης, η συστηματική επισκόπηση του ουρανού για την κατασκευή αστρικών χαρτών και μια νέα θεωρία για τον κόσμο και τη βαρύτητα, ώστε να μεγαλώσει το ηλιακό μας σύστημα.

Η ανακάλυψη του Ουρανού και ένα πρόβλημα

Ο William Herschel ήταν ένας από τους σημαντικότερους αστρονόμους του 18^{ου} – 19^{ου} αιώνα. Γεννημένος στο Ανόβερο της Γερμανίας, σε ηλικία δεκαεννέα ετών βρέθηκε στη Μεγάλη Βρετανία, όπου, μετά από μια καριέρα στη μουσική, ξεκίνησε να ασχολείται με την αστρονομία και την κατασκευή τηλεσκοπίων. Σε ηλικία περίπου 35 ετών ξεκίνησε να μελετά τους πλανήτες και τα αστέρια με τα τηλεσκόπιά του, μαζί με την αδερφή του Καρολίνα.

Τα τηλεσκόπιά του ήταν τόσο καλά, που ξεπερνούσαν σε ποιότητα ακόμα και εκείνα του Βασιλικού Αστεροσκοπείου του Γκρίνουιτς. Λέγεται, μάλιστα, ότι ήταν ο μόνος που μπορούσε να δει τα αστέρια στρογγυλά και όχι παραμορφωμένα, σε αντίθεση με τους αστρονόμους της εποχής του, που παρατηρούσαν τον ουρανό με κατώτερης ποιότητας όργανα. Ενώ οι τελευταίοι είχαν ως στόχο τον προσδιορισμό των ακριβών θέσεων των αστεριών για την κατασκευή πινάκων πλοήγησης, ο Herschel



Το «Νέο Αστεροσκοπείο του Βερολίνου» στη Lindenstrasse, αρχιτέκτονας του οποίου ήταν ο Karl Friedrich Schinkel. Πηγή: AIP/Archiv

ενδιαφερόταν για την ποσότητα και τη μορφή των ουράνιων αντικειμένων, κρατώντας λεπτομερείς σημειώσεις σαν φυσιοδίφης.

Το Μάρτιο του 1781, παρατήρησε για πρώτη φορά, από τον κήπο του σπιτιού του, ένα παράξενο «νεφελώδες» αντικείμενο. Η αρχική του άποψη ήταν ότι πρόκειται για έναν κομήτη. Χρειάστηκε η συμβολή και άλλων αστρονόμων της εποχής του για να υπολογιστεί η τροχιά του νέου αυτού αντικειμένου και να διαπιστωθεί τελικά ότι πρόκειται για έναν νέο πλανήτη, ο οποίος ονομάστηκε Ουρανός. Για πρώτη φορά μετά από αιώνες, η ηλιακή οικογένεια αποκτούσε ένα νέο μέλος.

Η ανακάλυψη του Ουρανού, του πρώτου νέου πλανήτη από την αρχαιότητα, έκανε τον Herschel διάσημο αμέσως.

Έγινε μέλος της Βασιλικής Εταιρείας, διορίστηκε Αστρονόμος της Αυλής από το βασιλιά Γεωργίου Γ' και του δόθηκαν πόροι για να κατασκευάσει νέα τηλεσκόπια και να συνεχίσει τις έρευνές του. Ανάμεσα στα επιτεύγματα που ακολούθησαν ήταν η ανακάλυψη κάποιων από τους δορυφόρους του Κρόνου και του Ουρανού, η ανακάλυψη της υπέρυθρης ακτινοβολίας καθώς επίσης και μια αμφιλεγόμενη θεωρία για τον Ήλιο και τις κηλίδες.

Αξίζει, πάντως, να σημειωθεί ότι ο νέος πλανήτης δεν απέκτησε αμέσως το όνομα που γνωρίζουμε σήμερα. Ο Herschel αποφάσισε αρχικά να τον ονομάσει «αστέρα του Γεωργίου» (Georgium Sidus) προς τιμή του βασιλιά της Αγγλίας, υποστηρίζοντας ότι θα ήταν αναχρονιστικό να δοθεί ένα όνομα προς τιμή

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

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

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

Ανάλυση του Ποσειδώνα

ενός αρχαίου θεού. Όπως ήταν αναμενόμενο, η επιλογή του δεν ήταν ιδιαίτερα δημοφιλής εκτός Αγγλίας και, τελικά αρκετές δεκαετίες αργότερα, καθιερώθηκε το όνομα Ουρανός, που προτάθηκε από τον Γερμανό αστρονόμο Bode, συνεχίζοντας την γενεαλογία των αρχαίων θεών Δία και Κρόνου.

Ο Bode ήταν ανάμεσα στους πρώτους που προσδιόρισαν την τροχιά του πλανήτη, διαπιστώνοντας ότι παλαιότεροι χάρτες περιείχαν τον Ουρανό ως αστέρα (πρακτικά ο Ουρανός είναι οριακά ορατός με γυμνό μάτι). Ο προσδιορισμός της τροχιάς είναι επικτός με τη βοήθεια της θεωρίας της βαρύτητας του Νεύτωνα, αν έχουμε στη διάθεσή μας μερικές θέσεις του πλανήτη από τις παρατηρήσεις. Στις δεκαετίες που ακολούθησαν, ωστόσο, παρατηρήθηκε ότι η κίνηση του Ουρανού παρουσίαζε ανωμαλίες, καθώς ο πλανήτης δεν βρισκόταν εκεί που προέβλεπε η θεωρία. Οι ανωμαλίες αυτές θα έπρεπε να οφείλονταν σε έναν πλανήτη μακρύτερα από τον Ουρανό. Το 1845 ο Jean Joseph Ourbain Le Verrier στο Παρίσι και, ανεξάρτητα, ο John Couch Adams στο Cambridge ξεκίνησαν τους υπολογισμούς για έναν τέτοιο πλανήτη και κατέληξαν στα χαρακτηριστικά του τον Αύγουστο του 1846.

Η ανακάλυψη του Ποσειδώνα από το αστεροσκοπείο του Βερολίνου

Το πρώτο αστεροσκοπείο στο Βερολίνο χτίστηκε το 1711, χρηματοδοτούμενο από την ανάγκη για τον υπολογισμό του ημερολογίου. Τα πρώτα κτήρια χτίστηκαν σε μια περιοχή που σήμερα βρίσκονται μέσα στο Βερολίνο, στην περιοχή Kreuzberg. Ο πολυμαθής, εξερευνητής και φυσιογνώστης Alexander von Humboldt προώθησε το αστεροσκοπείο με τη διάσημη σειρά διαλέξεών του με τίτλο *Kosmos* το 1927-1928, εξασφαλίζοντας περαιτέρω χρηματοδότηση για τη λειτουργία του. Το Αστεροσκοπείο του Βερολίνου έγινε παγκοσμίως γνωστό από την πρώτη παρατήρηση του πλανήτη Ποσειδώνα με τηλεσκόπιο.

Στις 23 Σεπτεμβρίου 1846, ο Johan Gottfried Galle, βοηθός στο αστεροσκοπείο, έλαβε ένα γράμμα από τον Le Verrier, ο οποίος, όπως ήδη αναφέρ-

θηκε, εργαζόταν πάνω στο πολύ σημαντικό «πρόβλημα του Ουρανού». Ο Le Verrier ζητούσε από τον Galle να αναζητήσει τον υποτιθέμενο έβδομο πλανήτη σε μια περιοχή του ουρανού που προέβλεπαν οι υπολογισμοί του. Ο Galle ζήτησε την άδεια του διευθυντή του αστεροσκοπείου και επέτρεψε στον φοιτητή Heinrich Louis d'Arrest, ο οποίος είχε ακούσει τυχαία τη συζήτηση, να συμμετάσχει στις παρατηρήσεις, κάνοντας τις απαραίτητες προετοιμασίες στο τηλεσκόπιο.

Οι πρώτες προσπάθειες των δυο παρατηρητών ήταν αποτυχημένες, καθώς στην περιοχή που τους ζητήθηκε να παρατηρήσουν δεν εντόπισαν κανένα αντικείμενο που να μοιάζει με πλανήτη. Στη συνέχεια εξέτασαν το ενδεχόμενο ο νέος πλανήτης να μην φαίνεται σαν ένας εκτεταμένος δίσκος, όπως ο Δίας ή ο πρόσφατα ανακαλυφθείς Ουρανός, αλλά σαν άλλο ένα αστέρι. Για αυτό το λόγο θα έπρεπε να συγκρίνουν τις παρατηρήσεις τους με πρότυπους αστρικούς χάρτες της περιοχής. Η πρώτη τους προσπάθεια και πάλι απέτυχε διότι οι χάρτες που είχαν στη διάθεσή τους δεν περιείχαν όλα τα ορατά, με το τηλεσκόπιο, αστέρια. Ωστόσο, η Ακαδημία Επιστημών του Βερολίνου είχε πρόσφατα ολοκληρώσει μια νέα картоγράφηση της περιοχής και ένας από τους πιο πρόσφατους χάρτες της περιοχής βρισκόταν ακόμα στο αστεροσκοπείο. Σύντομα διαπίστωσαν ότι ένα από τα αστέρια της περιοχής δεν συμπεριλαμβανόταν στον κατάλογο. Ο πλανήτης Ποσειδώνας ήταν περίπου εκεί όπου προέβλεπαν οι υπολογισμοί του Le Verrier!

Ο 19^{ος} αιώνας ήταν κομβικός για την εξέλιξη της αστρονομίας σε φυσική των άστρων. Με την λεπτομερή παρατήρηση του ηλιακού φάσματος από τον Fraunhofer, την ανάπτυξη της φασματοσκοπίας από τους Kirchhoff και Bunsen και την διαπίστωση ότι το κάθε άστρο έχει το δικό του φάσμα, η φασματοσκοπία έγινε το σημαντικότερο εργαλείο ανάλυσης της μελέτης των αστερών. Οι εξελίξεις αυτές πυροδότησαν σχέδια για την ανάπτυξη νέων αστεροσκοπείων, όπως το Παρατηρητήριο Αστροφυσικής του Πότσταμ (Astrophysical Observatory Potsdam), του πρώτου παρατηρητηρίου που έκανε χρήση του όρου «αστροφυσική», το 1879. Το αστεροσκοπείο του Βερολίνου μεταφέρθηκε τελικά στο Babels-



Εικόνες του Ποσειδώνα από το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble. Οι εικόνες λήφθηκαν το 2011, όταν ο πλανήτης ολοκλήρωσε την πρώτη πλήρη περιστροφή του γύρω από τον Ήλιο από την ανακάλυψή του. Πηγή: NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

berg, προάστιο του Πότσταμ, το 1913, όπου βρίσκεται από τότε. Το Λάιμπνιτς - Ινστιτούτο Αστροφυσικής Πότσταμ (Leibniz-Institute for Astrophysics Potsdam, AIP), όπως ονομάζεται πλέον, έχει στο σύμβολό του αποτυπωμένο το πεδίο του ουρανού όπου ανακαλύφθηκε ο Ποσειδώνας, με τα 11 αστέρια και τον πλανήτη, τμώντας την πρώτη από μια σειρά μεγάλων ανακαλύψεων που ακολούθησαν.

Πώς ανακαλύπτονται οι πλανήτες;

Η ανακάλυψη του Ποσειδώνα αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα επιτεύγματα του 19^{ου} αιώνα, ένας θρίαμβος της νευτώνειας θεωρίας της βαρύτητας, που έχει τη δυνατότητα να κάνει προβλέψεις για τους ουρανούς. Προκύπτει όμως το ερώτημα, ποιος ανακάλυψε τον Ποσειδώνα; Ήταν οι θεωρητικοί υπολογισμοί ή ο εντοπισμός με το τηλεσκόπιο; Πώς ανακαλύπτονται οι πλανήτες;

Η απλή απάντηση στο ερώτημα είναι με ένα τηλεσκόπιο. Ωστόσο ο Ποσειδώνας ανακαλύφτηκε «με τη μύτη μιας πέννας», όπως πολύ χαρακτηριστικά επεσήμανε ο Γάλλος μαθηματικός Francois Arago, καθώς ο νέος πλανήτης ανακαλύφθηκε πρώτα στο χαρτί, από τις προβλέψεις μιας θεωρίας. Όμως, στην περίπτωση του Ποσειδώνα, τόσο ο Le Verrier όσο και ο Adams κατέληξαν στα σωστά χαρακτηριστικά του νέου πλανήτη. Τελικά, το θεωρητι-

κό μέρος της ανακάλυψης «χρεώθηκε» στον Le Verrier επειδή αυτός ήταν πιο αποτελεσματικός στο να κινητοποιήσει την περαιτέρω αναζήτηση του με το τηλεσκόπιο από άλλους αστρονόμους. Παρόλα αυτά, αμέσως αναγνωρίστηκε από την επιστημονική κοινότητα της εποχής ότι και ο Adams έλυσε με επιτυχία το «πρόβλημα του Ουρανού».

Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί πως σύμφωνα με παλαιότερες καταγεγραμμένες παρατηρήσεις με τηλεσκόπιο, ο Ποσειδώνας είχε καταγραφεί ως ουράνιο σώμα, ενδεχομένως ακόμα και από τον Γαλιλαίο, αλλά δεν είχε αναγνωριστεί ως πλανήτης. Οι παρατηρήσεις αυτές αποδείχτηκαν πολύ σημαντικές, καθώς παρείχαν τη θέση του πλανήτη δεκατίες/αιώνες νωρίτερα, επομένως ήταν πολύ χρήσιμες για τον προσδιορισμό της τροχιάς του. Ταυτόχρονα δείχνουν τη σημασία που έχει η πρότερη γνώση και το θεωρητικό πλαίσιο για την ερμηνεία των παρατηρήσεων.

Γ.Κ.

Πηγές και περαιτέρω πληροφορίες:

The Sun Kings. The unexpected tragedy of Richard Carrington and the tale of how modern astronomy began. Stuart Clark, Princeton University Press.

<https://www.aip.de/en/institute/history/the-history-behind-the-aip-logo/>

<https://www.wikipedia.org>

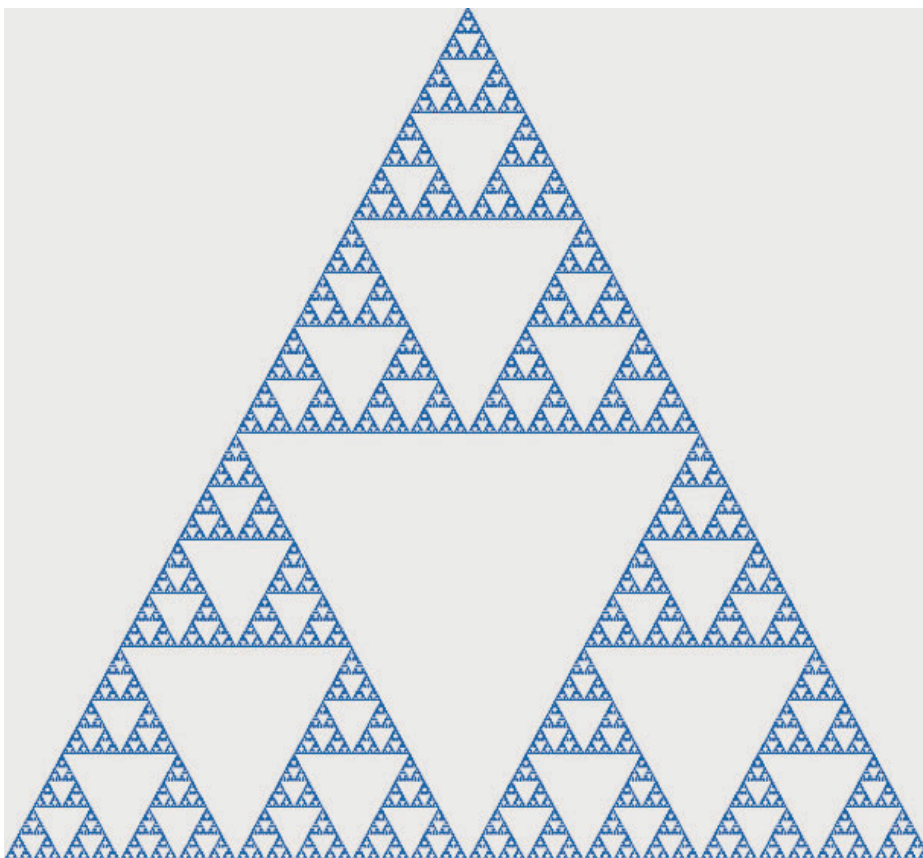
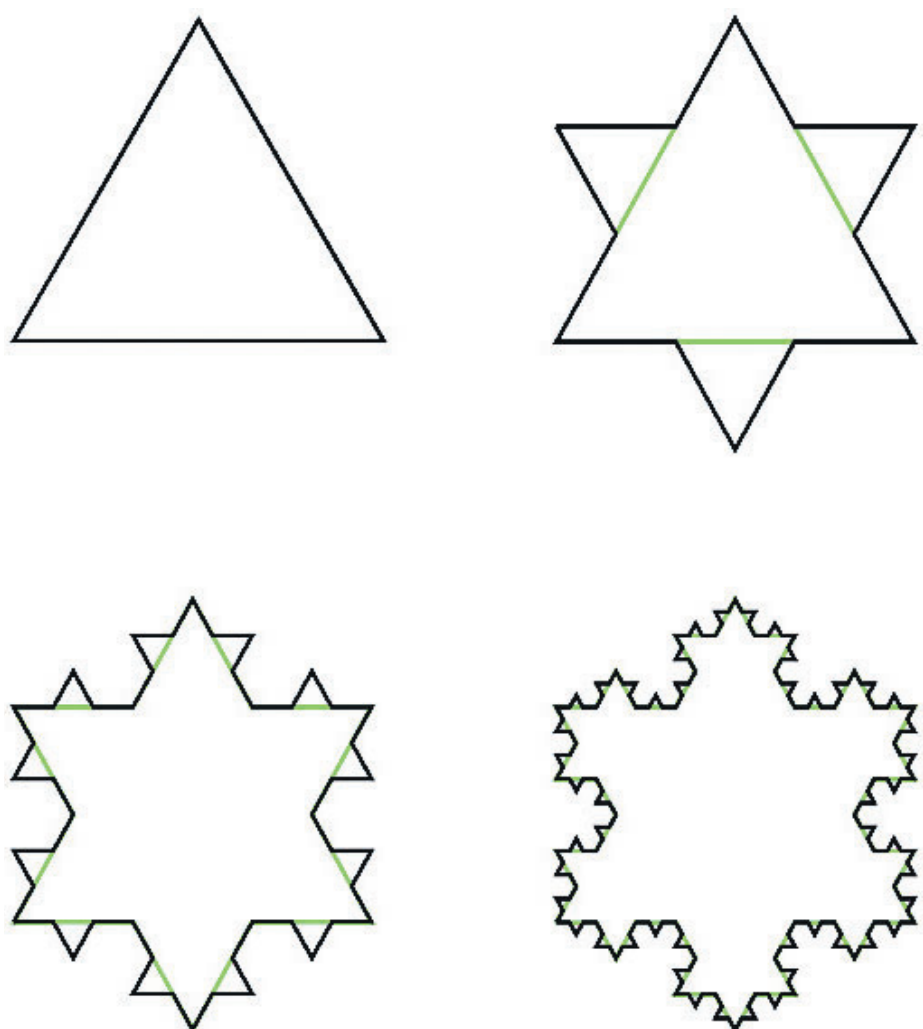
Συνείδηση, fractals και κβαντικός

Η ύπαρξη της συνείδησης είναι ένα από τα πιο μυστηριώδη ερωτήματα της ανθρωπότητας. Παρόλο που διαισθητικά όλοι μας καταλαβαίνουμε τι είναι η αντίληψη του εαυτού μας, αυτή βασίζεται στην υποκειμενική μας εμπειρία και είναι δύσκολο να περιγραφεί με έναν ορισμό. Ακόμα και η δυνατότητα της επιστήμης να την μελετήσει και να την εξηγήσει αμφισβητείται από πολλούς ερευνητές. Πώς είναι, άλλωστε, δυνατό η αντικειμενική επιστήμη να μελετήσει κάτι που είναι εκ φύσεως υποκειμενικό.

Πάντως τις τελευταίες δεκαετίες, η διστακτικότητα της επιστήμης για τη μελέτη της συνείδησης έχει αρχίσει να μειώνεται. Παρόλο που ο μηχανισμός που παράγει τη συνείδηση παραμένει άγνωστος, σήμερα υπάρχει ήδη ένας αυξανόμενος όγκος μελετών στο πεδίο των νευροεπιστημών, οι οποίες αναδεικνύουν συσχετίσεις ανάμεσα σε βιώματα, συναισθήματα, ερεθίσματα και εγκεφαλικές λειτουργίες. Μια μερίδα της επιστημονικής κοινότητας αρκείται σε αυτό, θεωρώντας ότι οι συσχετίσεις αυτές είναι που συνιστούν την συνείδηση και δεν υπάρχει κάτι να εξηγηθεί πέρα από αυτό.

Κάποιες ομάδες επιστημόνων υποστηρίζουν ότι η συνείδηση είναι κάτι θεμελιώδες, δηλαδή δεν μπορεί να αναχθεί σε άλλες θεμελιώδεις ποσότητες της φύσης, όπως π.χ. η μάζα, το φορτίο κ.λπ., αλλά αποτελεί με τη σειρά της και αυτή μια θεμελιώδη έννοια. Θα πρέπει να τονιστεί ότι αυτή η προσέγγιση δεν ταυτίζεται με την άποψη ότι στο Σύμπαν υπάρχει μόνο η συνείδηση ή ότι η συνείδηση είναι αυτή που δημιουργεί το Σύμπαν· σημαίνει απλώς ότι η λίστα μας με τις θεμελιώδεις ιδιότητες του κόσμου, όπως τον γνωρίζουμε, θα πρέπει να επεκταθεί για να συμπεριλάβει τη συνείδηση, όπως περίπου έγινε τον 19^ο αιώνα, όταν αντιληφθήκαμε ότι η θεωρία της βαρύτητας δεν μπορεί να περιγράψει τα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα. Σε αυτή την περίπτωση η περιγραφή της συνείδησης δεν μπορεί να αναχθεί σε κάποια ήδη υπάρχουσα θεωρία αλλά απαιτεί μια νέα θεωρία, με τους δικούς της νόμους.

Άλλοι υποστηρίζουν ότι η συνείδηση είναι μια καθολική ιδιότητα, δηλαδή δεν αποτελεί μόνο προνόμιο των ανθρώπων αλλά μπορεί να εντοπιστεί, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, σε όλα τα φυσικά συστήματα. Πρόκειται για μια σύγχρονη εκδοχή του παμψυχισμού, που μας είναι οικείος από κάποιες παραδόσεις και θρησκείες. Και πάλι θα πρέπει να τονιστεί πως η προσέγγιση αυτή δεν προβλέπει ότι τα άψυχα αντικείμενα έχουν συνείδηση και συναισθήματα όπως οι άνθρωποι αλλά ότι σε κάθε αντικείμενο μπορεί να υπάρχει μια πρωτόλεια υποκειμενική αίσθηση, ένας πρωτόγονος πρόδρομος της συνείδησης που έχει ο άνθρωπος. Εν μέρει η προσέγγιση αυτή σχετίζεται με την πρώτη, αυτή της θεμελιώδους ιδιότητας. Αν η συνείδηση



ση είναι θεμελιώδης, τότε γιατί να μην υπάρχει, σε βαθμό που μπορεί να είναι ανιχνεύσιμος ή όχι, σε όλα τα αντικείμενα; Σύμφωνα με κάποιους ερευνητές, όπως ο νευροεπιστήμονας Giulio Tononi, θα μπορούσε ο βαθμός αυτός της συνείδησης να εξαρτάται από/αντιπροσωπεύει τον όγκο και την πολυπλοκότητα της πληροφορίας που καλείται να διαχειριστεί ένα σύστημα.

Με κάθε μια από τις παραπάνω προσεγγίσεις προκύπτουν μια σειρά ηθικά και πρακτικά ερωτήματα, όπως για παράδειγμα τι συμβαίνει με τη συνείδηση της τεχνητής νοημοσύνης και το δικαίωμά μας να θέτουμε εκτός λειτουργίας, στο μέλλον, νοήμονες μηχανές (εάν υπάρξουν), αν μια ομάδα ανθρώπων ή ολόκληρος ο πλανήτης χαρακτηρίζεται από συνείδηση κ.λπ. Προφανώς, το ερώτημα της προέλευσης της συνείδησης παραμένει ανοιχτό. Ωστόσο, η αξία των θεωριών που έχουν προταθεί έγκειται στο ότι προσπαθούν να φέρουν το ερώτημα στα μέτρα της σύγχρονης επιστήμης, παρόλο που η πειραματική επιβεβαίωσή τους παραμένει πέρα από τις δυνατότητες μας.

Κβαντική φυσική και συνείδηση

Μια αμφιλεγόμενη θεωρία για την συνείδηση προτάθηκε από τον νομπελίστα φυσικό Roger Penrose τη δεκαετία του 1990. Αρχικά, ο Penrose διατύπωσε την άποψη ότι η συνείδηση δεν εξηγείται από τους γνωστούς νόμους της φύσης και ότι ο εγκέφαλος δεν μπορεί να προσεγγιστεί ως ένας πολύ πολύπλοκος υπολογιστής διότι οι λογικές διεργασίες που εκτελεί δεν είναι αλγοριθμικές. Κατ' επέκταση, η άποψή του, που βασίζεται στα θεωρήματα μη πληρότητας του Γκέντελ, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι υπολογιστές δεν μπορούν να αποκτήσουν συνείδηση. Η άποψη προκάλεσε έντονες αντιδράσεις από το μεγαλύτερο μέρος της επιστημονικής κοινότητας.

Στα μέσα της δεκαετίας του 1990, ο Penrose σε συνεργασία με τον Hameroff υποστήριξαν ότι η συνείδηση οφείλεται σε φαινόμενα κβαντικής βαρύτητας που εμφανίζονται λόγω της κίνησης των ιόντων μέσα στα πολύπλοκα δίκτυα των σωληνίσκων στον εγκέφαλο. Τα φαινόμενα αυτά, αν υπάρχουν, απαιτούν, σύμφωνα με τον Penrose, την ανάπτυξη μιας νέας φυσικής θεωρίας. Η θεωρία αυτή της κβαντικής συνείδησης έχει απορριφθεί, σε γενικές γραμμές, από την επιστημονική κοινότητα, καθώς υποστηρίζεται ότι τέτοια φαινόμενα θα ήταν δυνατόν να παρατηρηθούν μόνο σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες και όχι στη θερμοκρασία περιβάλλοντος που βρίσκεται ο εγκέφαλος.

Αυτοομοιοτητα και fractal

Το 1904, ο Σουηδός μαθηματικός Helge von Koch δημοσίευσε μια εργασία με τίτλο «Σχετικά με μια συνεχή καμπύλη χωρίς εφαπτόμενες,

κόσμος

κατασκευασμένη από στοιχειώδη γεωμετρία», όπου παρουσίασε την κατασκευή ενός σχήματος με την εξής επαναληπτική διαδικασία: σε ένα ισόπλευρο τρίγωνο, χωρίζουμε κάθε πλευρά σε τρία μέρη· σε κάθε μεσαίο μέρος σχεδιάζουμε άλλο ένα ισόπλευρο τρίγωνο προς τα έξω· επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία συνεχώς για κάθε νέα πλευρά του σχήματος. Η χιονονιφάδα του Koch, όπως ονομάστηκε το σχήμα, έχει μια πολύ ενδιαφέρουσα ιδιότητα: όσο τη μεγεθύνουμε παρατηρούμε συνεχώς το ίδιο μοτίβο να επαναλαμβάνεται. Η περιφέρεια του σχήματος αυτού είναι άπειρη, εφόσον για να την υπολογίσουμε θα έπρεπε να αθροίσουμε άπειρα τριγωνικά τμήματα. Η χιονονιφάδα του Koch είναι ένα από τα πρώτα fractal σχήματα.

Η ονομασία fractals οφείλεται στον *Benoit Mandelbrot* ο οποίος, το 1975, θεμελίωσε τη θεωρία χρησιμοποιώντας στοιχεία θεωρίας συνόλων, έχοντας στο νου του τη χιονονιφάδα του Koch αλλά και άλλα «διάσημα» σύνολα όπως το σύνολο μεσαίου τρίτου του Cantor και το τρίγωνο του Sierpinski. Ο Mandelbrot επινόησε τη λέξη αυτή για να περιγράψει την ιδιόμορφη γεωμετρία των ακανόνιστων σχημάτων που φαίνονται τα ίδια σε όλες τις κλίμακες μεγέθυνσης. Σαφής ορισμός του fractal δεν μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει. Όπως και οι θεμελιώδεις έννοιες του σημείου και της ευθείας, τα fractals ορίζονται μάλλον αξιωματικά και μέσω των ιδιοτήτων τους που είναι η αυτοομοιότητα και η κλασματική

διάσταση. Από την τελευταία προκύπτει και η ονομασία τους (fraction, κλάσμα· dimension, διάσταση). Στα ελληνικά δεν υπάρχει ακριβής μετάφραση του όρου αλλά έχει χρησιμοποιηθεί η απόδοση κλασμοειδή ή μορφοκλασματικές δομές.

Η έννοια της αυτοομοιότητας αναφέρεται στην ιδιότητα ενός συνόλου κατά την οποία ένα τμήμα αυτού αν μεγεθυνθεί κατά M φορές μας δίνει το ίδιο το σύνολο (συσχετισμένη αυτοομοιότητα). Κλασικά σύνολα όπως το τετράγωνο ή ο κύβος έχουν αυτή την ιδιότητα. Για παράδειγμα αν διαιρέσουμε ένα τετράγωνο σε τέσσερα ίσα μέρη και τα μεγεθύνουμε θα προκύψει το αρχικό σχήμα.

Fractals συναντάμε και στη φύση. Για παράδειγμα, ο τρόπος που είναι διατεταγμένα τα άνθη και μπουκέτα του κουνουπιδιού ή, ακόμη πιο εντυπωσιακά, εκείνα του μπρόκολου Ρομανέσκο. Η ιδέα είναι ότι το ίδιο μοτίβο επαναλαμβάνεται σε συνεχώς μικρότερη κλίμακα. Προφανώς, στα πραγματικά αντικείμενα αυτό έχει κάποιο όριο. Σε αυτά η ίδια η ομοιότητα του μοτίβου μπορεί να είναι χαλαρότερη. Για παράδειγμα, ένα αντικείμενο μπορεί να χαρακτηρίζεται από αυτοομοιότητα αν παρουσιάζει συνεχώς δομή σε διαρκώς μικρότερη κλίμακα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η ακτογραμμή. Σε ένα χάρτη μια ακτογραμμή παρουσιάζει διακυμάνσεις. Όσο εστιάζουμε σε μικρότερα τμήματα της ακτογραμμής παρατηρούμε νέες διακυμάνσεις να αναδύονται, οι οποίες προηγούμενως δεν

ήταν ορατές επειδή δεν μπορούσαμε να «δούμε» τις μικρότερες λεπτομέρειες. Νέες λεπτομέρειες παρατηρούνται όσο παρατηρούμε μικρότερα τμήματα μιας ακτογραμμής, μιας παραλίας, μέχρι και ενός βότσαλου. Αντίστοιχες ιδιότητες παρουσιάζουν σχηματισμοί στο ανθρώπινο σώμα. Για παράδειγμα, ο τρόπος που είναι οργανωμένα τα δίκτυα των αγγείων, με συνεχώς μικρότερα αγγεία να τροφοδοτούν διάφορα μέρη και όργανα του σώματος, ή οι νευρώνες.

Αυτή η πολυπλοκότητα των fractals, η οποία αναδύεται σε ολοένα μικρότερη κλίμακα από την επανάληψη του ίδιου μοτίβου, είναι που τα κάνει ελκυστικά. Προφανώς τα fractals που παρουσιάστηκαν παραπάνω είναι κλασικά αλλά το ίδιο μπορεί να συμβαίνει και σε κβαντικές κλίμακες. Για παράδειγμα, τι θα συνέβαινε αν κάτι αντίστοιχο ίσχυε για τους νευρώνες του εγκεφάλου ως το κβαντικό επίπεδο; Τι επιπτώσεις θα είχε η μεταφορά σωματιδίων, ηλεκτρονίων και ιόντων, σε αυτή την περίπτωση; Οι Penrose και Hameroff, πρότειναν ότι ένας τέτοιος μηχανισμός θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα την ανάδυση της συνείδησης..

Κβαντική φυσική και fractal

Αν και δεν είναι δυνατό να μελετηθούν οι κβαντικές ιδιότητες των νευρώνων του εγκεφάλου, αν αυτές υπάρχουν, μια ομάδα επιστημόνων από την Ουτρέχτη αποφάσισε να μελετήσει τα κβαντικά fractals στο εργαστή-

ριο. Με τη βοήθεια ενός ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης σήραγγας, τοποθέτησαν ηλεκτρόνια σε ένα μοτίβο fractal, αυτό ενός τριγώνου Sierpinski. Σε αντίθεση με ό,τι συμβαίνει στη μια ή δυο διαστάσεις, δηλαδή κατά μήκος μιας γραμμής ή πάνω σε μια επιφάνεια, οι ιδιότητες των ηλεκτρονίων σε μη ακέραιες διαστάσεις, όπως δηλαδή σε ένα fractal σχήμα, δεν είναι γνωστές. Οι ερευνητές μελέτησαν τις κυματοσυναρτήσεις των ηλεκτρονίων και διαπίστωσαν ότι και αυτές παρουσιάζουν ιδιότητες fractal. Το πολύ σημαντικό αυτό αποτέλεσμα θα δώσει στο μέλλον τη δυνατότητα να μελετηθούν οι ιδιότητες τέτοιων ηλεκτρονικών συστημάτων καθώς και των διαφόρων ειδών αλληλεπίδρασης με εξωτερικά ηλεκτρικά ή μαγνητικά πεδία.

Μετά από αυτό το πρώτο σημαντικό εύρημα, ομάδα επιστημόνων από την Κίνα και την Ολλανδία αποφάσισαν να μελετήσουν τις κβαντικές κινήσεις των σωματιδίων σε ένα δίκτυο με γεωμετρία fractal. Για να το επιτύχουν κατασκεύασαν ένα τέτοιο δίκτυο με το σχήμα τριγώνου Sierpinski σε ένα τσιπ και διοχέτευσαν φωτόνια σε μια κορυφή του προκειμένου να μελετήσουν τη διάδοσή τους. Επανάλαβαν τα πειράματά τους εκατοντάδες φορές, περιλαμβάνοντας επίσης αντίστοιχα τετράγωνα (χαλί του Sierpinski).

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων έδειξαν ότι η διάχυση των φωτονίων σε σχηματισμούς fractal σε κβαντικό επίπεδο διαφέρει από την αναμενόμενη εικόνα που περιγράφει η κλασική φυσική. Σύμφωνα με τους ερευνητές, το αποτέλεσμα αυτό έχει μεγάλη σημασία για διάφορα επιστημονικά και τεχνολογικά πεδία, με πιθανές επιπτώσεις στη φυσική, τα μαθηματικά και τη βιολογία.

Παρόλο που αποφεύγουν να πάρουν θέση σε σχέση με τη διαμάχη που αφορά την κβαντική συνείδηση και τις εικασίες των Penrose-Hameroff, χρησιμοποιούν τις εικασίες αυτές ως αφετηρία και ισχυρίζονται ότι η έρευνά τους μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη, στο μέλλον, εργαλείων που θα μπορούσαν να ελέγξουν πειραματικά την ορθότητα της.

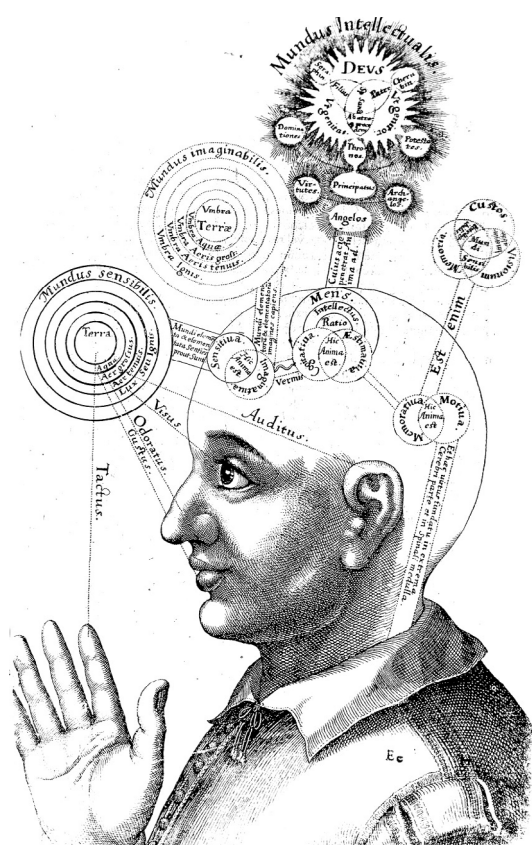
Γ.Κ.

Πηγές και περαιτέρω πληροφορίες

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

<https://www.nature.com/articles/s41567-018-0328-0/>

<https://www.nature.com/articles/s41566-021-00845-4.pdf>



«Ο Δαρβίνος πάει στην πόλη»

Ιστορίες εξέλιξης και επιβίωσης στο αστικό περιβάλλον

Το ανθρώπινο αποτύπωμα είναι τόσο εμφανές και αδιαμφισβήτητο που δύσκολα μπορεί κανείς να φανταστεί πλέον κάποια γωνιά στη Γη ή κάποιο οργανισμό που να μην επηρεάζεται άμεσα ή έμμεσα από τον άνθρωπο. Η καταστροφή των δασών, η αστικοποίηση, η εντατικοποίηση της γεωργίας, η ρύπανση, η κλιματική αλλαγή και εν τέλει όλοι οι παράγοντες που συντελούν στην περιβαλλοντική κρίση, έχουν αλλάξει και παραμορφώσει το φυσικό περιβάλλον με συνέπειες οδυνηρές για τον πλανήτη μας.

Εύλογα, λοιπόν, ο συγγραφέας του βιβλίου «Ο Δαρβίνος πάει στην πόλη» Μέννο Σχίλτχαϋζεν, χαρακτηρίζει τον άνθρωπο ως τον «απόλυτο μηχανικό οικοσυστημάτων της φύσης»*. Ο άνθρωπος επηρεάζει και μεταμορφώνει το φυσικό περιβάλλον σε τέτοιο βαθμό ώστε να ισοπεδώνονται οικοσυστήματα και να δημιουργούνται συνεχώς νέα. Ανάμεσα στα νέα οικοσυστήματα, με τις πολύ διαφορετικές συνθήκες και αλληλεπιδράσεις, είναι και οι πόλεις. Σε αυτά τα οικοσυστήματα, τα «αστικά», το τεχνητό συναντά το φυσικό και το υποκαθιστά και έτσι προκύπτουν νέες οικολογικές σχέσεις, οι οποίες, σύμφωνα με τον συγγραφέα, αξίζουν την προσοχή μας.

Ο Μέννο Σχίλτχαϋζεν είναι εξελικτικός βιολόγος και ερευνητής στο Κέντρο Βιοποικιλότητας Naturalis στην πόλη Leiden της Ολλανδίας. Με το βιβλίο του επιχειρεί να αναλύσει τις απροσδόκητες οικολογικές σχέσεις που αναπτύσσονται στα αστικά περιβάλλοντα, άλλοτε μέσα από επιστημονικές εξηγήσεις, άλλοτε συνειρμικά και βιωματικά, αλλά πάντα με ευφάνταστο τρόπο. Η γραφή του, κατανοητή για τον μη εξειδικευμένο αναγνώστη, αποπνέει μια αισιόδοξη ματιά για τη ζωή που συναντάμε ακόμα και στα πιο παραμορφωμένα, από την ανθρώπινη παρέμβαση, μέρη.

Το βιβλίο του αποτελεί, λοιπόν, μια περιπλάνηση στον κόσμο των ζωντανών οργανισμών που αποικεί, επιβιώνει και εξελίσσεται στα τεχνητά ανθρωπογενή περιβάλλοντα. Παρακινημένος από την αγάπη του για τη φύση, ο συγγραφέας μας μεταφέρει σε έναν αθέατο κόσμο που μπορεί να βρίσκεται ακριβώς δίπλα μας, στις υπόγειες σήραγγες του μετρό, στα πάρκα ανάμεσα στις μεγαλουπόλεις, στις νησίδες πρασίνου όπου φυτά και ζώα προσπαθούν να επιβιώσουν περιτριγυρισμένα από τσιμέντο. Στις είκοσι ιστορίες που κατανέμονται σε τέσσερις ενότητες, ο συγγραφέας παραθέτει παραδείγματα ζώων και φυτών που κατάφεραν να επιβιώσουν και να δημιουργήσουν τις δικές τους κοινότητες, ορισμένες φορές κάτω από τη μύτη μας. Μαθαίνουμε για το κουνούπι του Λονδρέζικου Υπόγειου Σιδηροδρόμου *Culex molestus* που άλ-

λαξε διατροφικές και αναπαραγωγικές συνήθειες για να επιβιώσει στις σκοτεινές και αχανείς σήραγγες. Ο συγγραφέας μας μυεί στα μυστικά της εξέλιξης και της επιβίωσης των φυτών, άλλοτε εισαγόμενων και άλλοτε ενδημικών, που στολίζουν τις γκρίζες γωνιές των μεγαλοπούλεων. Ερχόμαστε σε επαφή με τα φυτά που φυτρώνουν κυριολεκτικά δίπλα στο τσιμέντο, στους η φτέρη *Pteris multifida* που συναντάται στις χαραμάδες χώματος ανάμεσα στις πλάκες των πεζοδρομίων ή για τα απομεινάρια των τροπικών δασών που κατακερματίστηκαν από την αστικοποίηση.

Ανάμεσα στις ιστορίες επιβίωσης στα αστικά οικοσυστήματα ξεχωρίζει η εξελικτική πορεία των σπιτικών κορακιών που συναντώνται στις πόλεις των τροπικών, αλλά έχουν κατορθώσει να αποικίσουν και τις πιο ψυχρές -αστικές πάντα- περιοχές. Μαθαίνουμε για την τραγική ιστορία καταδίωξης και εξολόθρευσής τους από κρατικές υπηρεσίες στο Ρόττερταμ και για τις μυστικές τους κρυψώνες στα πιο πολύβουα μέρη της πόλης. Πληροφορούμαστε, επίσης, για κάποια πολύ επιτυχημένα παραδείγματα άγριων ζώων που κατοικούν πλέον τα αστικά κέντρα. Παρασιτικές σφήκες, μυρμήγκια και σκαθάρια αλλά και αλεπούδες και κογιότ, όλα προσαρμοσμένα επιτυχώς στα αστικά οικοσυστήματα παρελαύνουν από τις σελίδες του βιβλίου. Κάποια μάλιστα είδη, όπως το σπουργίτι *Passer domesticus*, το βραχοπερίστερο *Columba livia*, ο κοριός *Cimex lectularius* ή η αράχνη των κελαριών *Pholcus phalangoides*, φαίνεται ότι πληρούσαν τις προϋποθέσεις για γρήγορη και επιτυχημένη προσαρμογή στο περιβάλλον των πόλεων. Παράλληλα ο συγγραφέας εξηγεί πως οι θόρυβοι της πόλης, η φωτορύπανση, η ρυμοτομία της αλλά και η διατροφή των ανθρώπων έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στην προσαρμογή των ζώων και στη διαμόρφωση τελικά της πανίδας των αστικών βιοτόπων.

Ταυτόχρονα, ο συγγραφέας αναδεικνύει τις πολύ ισχυρές επλεκτικές πιέσεις που ασκούν τα αστικά περιβάλλοντα στους ζωντανούς οργανισμούς που κάποιες φορές διαψεύδουν ακόμα και τον Δαρβίνο, αφού καθιστούν την εξελικτική θεωρία μια πολύ πιο γρήγορη χρονικά διαδικασία απ' όση είχε διατυπώσει ο ίδιος ο θεμελιωτής της. Στο βιβλίο περιγράφονται παραδείγματα ζώων και φυτών των οποίων η εξέλιξη είναι εντυπωσιακά γρήγορη και εύκολα παρατηρήσιμη. Μέσα από ιστορικές αναφορές και εύστοχα παραδείγματα, με χαρακτηριστικότερο τους παπαγάλους των πάρκων του Παρισιού, διαπιστώνουμε πως επιδρά ο κατακερματισμός του αστικού χώρου



στα είδη. Η δύναμη της φυσικής επιλογής επιδρά σε τόσο έντονο βαθμό και αρκετά γρήγορα ώστε να παρατηρείται διαφορετική εξελικτική πορεία ακόμα και ανάλογα με το μέρος το οποίο αποικούν τα είδη μέσα στην πόλη. Έτσι εξηγείται η αιτία και ο τρόπος με τον οποίο οι τεχνητές υποδομές, όπως τα κτήρια και οι δρόμοι, ενισχύουν τον κατακερματισμό του χώρου και μπορεί να οδηγήσουν σε απώλεια της βιοποικιλότητας. Από την περιγραφή των αστικών οικοσυστημάτων δεν λείπει η αναφορά των δραματικών επιπτώσεων των βλαβερών ρύπων στους οργανισμούς που ζουν σε αυτά αλλά και των προσαρμογών που ορισμένοι έχουν αναπτύξει για να ανταπεξέλθουν. Επίσης αναφέρονται οι συνεχείς αλληλεπιδράσεις, οι πολύπλοκες συμπεριφορές και η διαρκής εξελικτική διαδικασία των ειδών μέσα στο μεταβαλλόμενο αστικό περιβάλλον αλλά και η ανεκτικότητα που εκδηλώνουν απέναντι στον άνθρωπο.

Ο συγγραφέας με βαθιά κατανόηση των συνεπειών της ανθρώπινης παρέμβασης στη φύση, γράφει για τα ζώα που συναντάμε πλέον μόνο βαλσαμωμένα στα μουσεία φυσικής ιστορίας επισημαίνοντας ότι μοιραία θα εξαφανιστεί οποιοδήποτε ζώο ή φυτό δεν κατορθώσει να προσαρμοστεί στο ανθρωπογενές, τεχνητό περιβάλλον. Γράφει επιπρόσθετα, για την ανάγκη παρατήρησης, καταγραφής και συστηματικής μελέτης των ειδών που επιβιώνουν στους αστικούς βιοτόπους που πρέπει να αποτελεί συλλογική υπόθεση και ευθύνη.

Μ.Τ.

* Το βιβλίο κυκλοφόρησε από τις Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης τον Ιανουάριο 2021.

ΕΡΕΥΝΑ

Η νόσος Πάρκινσον είναι μια προοδευτική νευροεκφυλιστική διαταραχή του κεντρικού νευρικού συστήματος, τα ακριβή αίτια της οποίας παραμένουν ακόμη ασαφή. Η νόσος αφορά ένα εκατομμύριο ανθρώπους στην Ευρώπη, ενώ αναμένεται έως το 2030 ο αριθμός αυτός να διπλασιαστεί, καθιστώντας επιτακτική την ανάγκη για έρευνα στο πεδίο. Μια πρόσφατη διεθνής έρευνα κινείται στην κατεύθυνση αυτή, αποκαλύπτοντας τον ρόλο του μηχανισμού της επιδιόρθωσης βλαβών στο DNA, στην παθογένεση της νόσου Πάρκινσον. Στην έρευνα συμμετείχαν ερευνητές της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ, του Ινστιτούτου Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας (IMBB) του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) IMBB-ΙΤΕ και του Πανεπιστημίου του Όσλο. Ο Δρ. Κωνσταντίνος Παληκαράς, ερευνητής στο Εργαστήριο Πειραματικής Φυσιολογίας και Επίκουρος Καθηγητής της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ, μιλά στο Πρίσμα για τα αποτελέσματα της έρευνας, τα οποία δημοσιεύτηκαν στο διεθνές επιστημονικό περιοδικό Cell Reports.

Μιλήστε μας για τον μηχανισμό που μελετήσατε και τον ρόλο του στη νόσο του Πάρκινσον.

Τα νευρικά κύτταρα, όπως οι ντοπαμινεργικοί νευρώνες, αντιμετωπίζουν υψηλά επίπεδα παραγωγής ενεργών ριζών και παραγώγων οξυγόνου λόγω της έντονης μεταβολικής τους δραστηριότητας, καθώς και της χαμηλής αντιοξειδωτικής τους ικανότητας. Το έντονο οξειδωτικό στρες, που είναι αποτέλεσμα της συσσώρευσης ενεργών ριζών και παραγώγων οξυγόνου, προκαλεί βλάβες σε διάφορα κυτταρικά οργανίδια και μακρομορία, συμπεριλαμβανομένου του DNA. Το μοριακό μονοπάτι της επιδιόρθωσης εκτομής βάσεων (BER: Base excision repair) αποτελεί τον κύριο μηχανισμό για την αποκατάσταση βλαβών του DNA από το οξειδωτικό στρες και προστατεύει τους νευρώνες από τις κυτταροτοξικές ή μεταλλαξιογόνες δράσεις τους.

Η παθοφυσιολογία της νόσου Πάρκινσον οφείλεται κυρίως στη δυσλειτουργία ή την απώλεια μιας συγκεκριμένης ομάδας νευρώνων, οι οποίοι βρίσκονται στην περιοχή της substantia nigra pars compacta και παράγουν τον νευροδιαβιβαστή της ντοπαμίνης (ντοπαμινεργικοί νευρώνες). Η ντοπαμίνη είναι ένα χημικό προϊόν του εγκεφάλου και είναι απαραίτητη τόσο για τη έλεγχο της σωματικής κινητικότητας όσο και της ψυχοδιανοητικής κατάστασης του ατόμου. Επομένως, η έλλειψη της ντοπαμίνης είναι ο κύριος παράγοντας εμφάνισης και εξέλιξης της νόσου Πάρκινσον.

Πειράματα γενετικής σάρωσης αποκάλυψαν ότι η απενεργοποίηση γονιδίων που εμπλέκονται στη ρύθμιση του μοριακού μηχανισμού της επιδιόρθωσης εκτομής βάσεων καταστέλλει τον εκφυλισμό των ντοπαμινεργικών νευρώνων. Έτσι, λοιπόν, οδηγηθήκαμε στην υπόθεση ότι η απορρύθμιση του συγκεκριμένου μοριακού μονοπατιού κατά τη γήρανση μπορεί να αποτελεί κύριο ρυθμιστή της εμφάνισης και εξέλιξης της νόσου Πάρκινσον.

Ποια μεθοδολογία χρησιμοποιήσατε στην έρευνα;

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήσαμε ως πειραματικό σύστημα τον νηματώδη σκώληκα *Caenorhabditis elegans* (Εικόνα αριστερά) καθώς και δείγματα ιστού προερχόμενα από ασθενείς με Πάρκινσον. Πειράματα γενετικής σάρωσης, χρησιμοποιώντας στελέχη του νηματώδη σκώληκα που εκφρά-

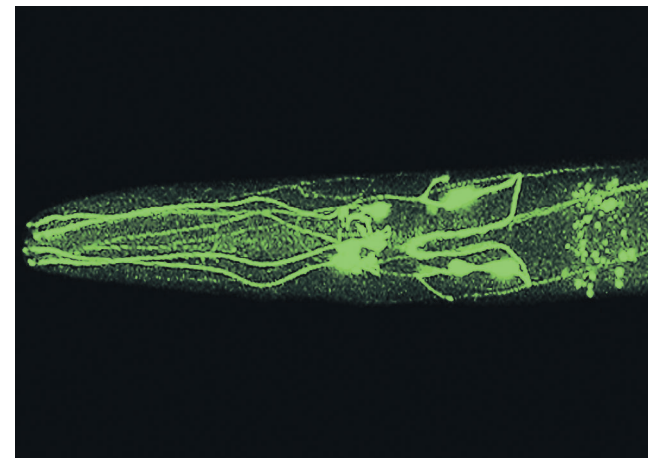
Ο μηχανισμός επιδιόρθωσης βλαβών του DNA στη νόσο του Πάρκινσον



ζουν την ανθρώπινη πρωτεΐνη α-συνουκλεΐνη (α-synuclein) στους ντοπαμινεργικούς νευρώνες και αποτελούν μοντέλο της νόσου, αποκάλυψαν ότι απορρύθμιση των γονιδίων που ελέγχουν το μονοπάτι της επιδιόρθωσης εκτομής βάσεων οδηγεί στην προοδευτική απώλεια των νευρώνων κατά τη γήρανση (Εικόνα δεξιά). Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας πειράματα γενετικής μηχανικής και τεχνικές μικροσκοπίας φθορισμού, αποκάλυψαμε τη δράση συγκεκριμένων μορίων που συμμετέχουν στην παθοφυσιολογία της νόσου. Τέλος, πραγματοποιήσαμε ανάλυση αλληλουχίας του DNA όλων των γονιδίων (whole exome sequencing) σε εγκεφαλικά κύτταρα από υγιείς ανθρώπους και τα συγκρίναμε με αντίστοιχα από ανθρώπους που πάσχουν από Πάρκινσον. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αποκάλυψαν αυξημένη συχνότητα μεταλλαγών σε γονίδια που ρυθμίζουν τον μηχανισμό της επιδιόρθωσης εκτομής βάσεων στα δείγματα των ασθενών με τη νόσο. Στο σύνολό τους, τα ευρήματα της μελέτης μας καταδεικνύουν την εξελικτικά συντηρημένη δράση του συγκεκριμένου μονοπατιού από τον νηματώδη ως και τον άνθρωπο.

Θεωρείτε ότι τα ευρήματα μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη θεραπευτικών παρεμβάσεων για τη νόσο του Πάρκινσον και με ποιον τρόπο;

Η νόσος Πάρκινσον είναι μια χρόνια ασθένεια για την οποία όμως δεν έχει βρεθεί έως σήμερα αποτελεσματική θεραπεία. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν κάποιες φαρμακευτικές ουσίες η δράση των οποίων επιβραδύνει την εξέλιξη της νόσου και βελτιώνει τα συμπτώματα της. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας είναι σε θέση να βοηθήσουν στη συγκεκριμένη κατεύθυνση. Το γεγονός ότι οι μοριακοί μηχανισμοί που ελέγχουν τη δραστηριότητα του μονοπατιού της επιδιόρθωσης εκτομής βάσεων είναι εξελικτικά συντηρημένοι από τον νηματώδη σκώληκα ως και τον άνθρωπο, υπογραμμίζει τον κεντρικό του ρόλο στην διατήρηση της κυτταρικής ομοιότητας μεταξύ των ειδών. Τα ευρήματα αυτής της έρευνας αποκαλύπτουν την κρίσιμη συμβολή του μονοπατιού της επιδιόρθωσης εκτομής βάσεων στην παθοφυσιολογία της νόσου Πάρκινσον, και αναδεικνύουν το συγκεκριμένο μονοπάτι ως έναν



πιθανό στόχο για την ανάπτυξη νέων στρατηγικών θεραπευτικών παρεμβάσεων.

Ποια είναι τα επόμενα ερευνητικά σχέδιά σας;

Τα ερευνητικά μας ενδιαφέροντα εστιάζονται στη μελέτη των μοριακών μηχανισμών που διέπουν τη λειτουργία και την παθοφυσιολογία του νευρικού συστήματος. Η έρευνα είναι μια συνεχής προσπάθεια και ένα επίπονο εγχείρημα, όμως τα αποτελέσματα της προσπάθειας αυτής αποζημιώνουν κάθε μας θυσία. Τα ευρήματα της συγκεκριμένης μελέτης είναι καθοριστικής σημασίας για την κατανόηση του φαινομένου της γήρανσης και στον άνθρωπο. Επομένως, αναμένεται να βοηθήσουν σημαντικά στην αντιμετώπιση παθολογικών καταστάσεων που συνοδεύουν τη γήρανση και χαρακτηρίζονται από την συσσώρευση βλαβών του DNA. Στο πλαίσιο αυτό έχουμε ήδη ξεκινήσει συνεργασία με φαρμακευτικές εταιρείες και εργαστήρια του εξωτερικού, προκειμένου να εντοπιστούν χημικά μόρια που θα μπορούν να δράσουν αποτρεπτικά στην απορρύθμιση των μηχανισμών επιδιόρθωσης του DNA και να προστατέψουν τους νευρώνες από τον κυτταρικό θάνατο.

Η συνεργασία των ερευνητικών ομάδων της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ, του IMBB και του πανεπιστημίου του Όσλο διευρύνεται για κατανόηση των μονοπατιών που ελέγχουν την εμφάνιση και εξέλιξη παθολογικών καταστάσεων, όπως η νόσος Αλτσχάιμερ, η νόσος Χάντινγκτον και η πλάγια μυατροφική σκλήρυνση. Τέτοιες διεθνείς συνεργασίες είναι απαραίτητες καθώς ενισχύεται η εξωστρέφεια των ελληνικών πανεπιστημιακών ιδρυμάτων και ενδυναμώνεται το ερευνητικό τους έργο.

Λ.Α.

Το άρθρο που δημοσιεύτηκε στο Cell Reports:

SenGupta, T., Palikaras, K., Esbensen, Y. Q., Konstantinidis, G., Galindo, F. J. N., Achanta, K., ... & Nilsen, H. (2021). Base excision repair causes age-dependent accumulation of single-stranded DNA breaks that contribute to Parkinson disease pathology. Cell Reports, 36(10), 109668.

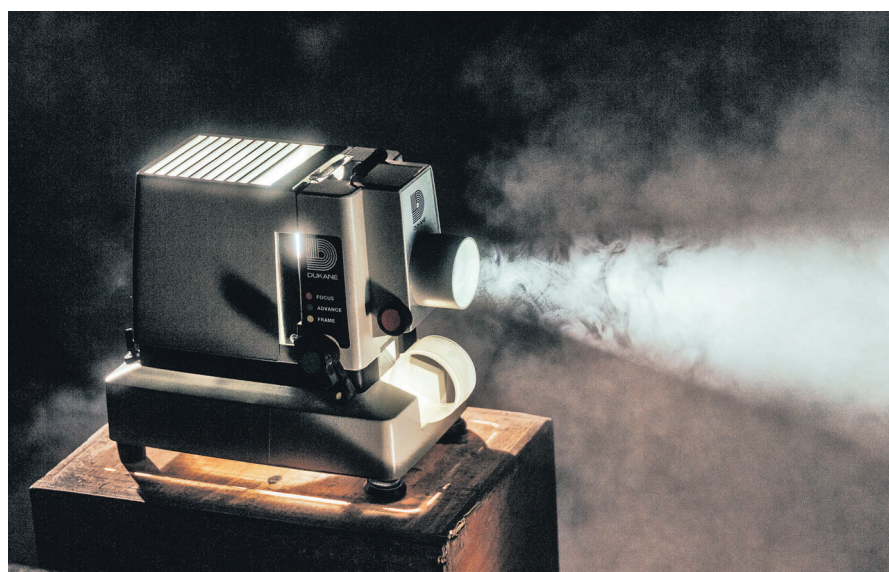
Η επινόηση της πραγματικότητας μέσα από τον φακό

Πολλές ιστορίες για τις επιστήμες και τον κόσμο τις λέμε μέσα από ντοκιμαντέρ και εκπομπές. Ο φακός της κάμερας, μέσα από τον οποίο αποτυπώνουμε την πραγματικότητα, είναι ο φακός των γεγονότων, ο φακός των τεκμηρίων, ο φακός της «αλήθειας». Είναι, όμως, ακριβώς έτσι;

Είναι αλήθεια ότι τα θεμέλια της σχέσης μεταξύ επιστήμης και ντοκιμαντέρ βρίσκονται στη σχέση μεταξύ κάμερας και πραγματικότητας. Η κάμερα, επί της ουσίας, είναι ένα επιστημονικό όργανο που αποτυπώνει τα πράγματα ως έχουν. Αυτή η σχέση, ωστόσο, δεν προέκυψε αναπόφευκτα επειδή εξελίχθηκαν οι τεχνολογίες φωτογράφισης. Αντιθέτως, η σχέση επιστήμης και ντοκιμαντέρ είναι ένα κομμάτι μόνο των κοινωνικών διαδικασιών ενσωμάτωσης της φωτογραφίας σε μια σειρά από τεχνολογίες παρατήρησης και καταγραφής της πραγματικότητας. Αυτές οι τεχνολογίες ενσωματώθηκαν στις επιστημονικές πρακτικές και έγιναν μέρος της μελέτης της φύσης. Τα πιο emblematic παραδείγματα είναι του τηλεσκοπίου και του μικροσκοπίου.

Τόσο το τηλεσκόπιο όσο και το μικροσκόπιο, όμως, δεν αποτυπώνουν απλώς την πραγματικότητα αλλά αποτελούν το μέσο για την επινόηση μιας συγκεκριμένης αντίληψης για τη φύση. Θυμίζουμε χαρακτηριστικά την περίπτωση του Γαλιλαίου, όπου αρκετοί αντίπαλοι των απόψεών του θεωρούσαν ότι αντικρίζουν διαφορετικά αντικείμενα από εκείνα που αντίκριζε ο Γαλιλαίος, ενώ ακόμη και αν συμφωνούσαν σε όσα παρατηρούσε δεν συμφωνούσαν απαραίτητα με την κοσμολογική του θεώρηση και τις ερμηνείες που έδινε για την παρατηρούμενη πραγματικότητα. Με έναν παρόμοιο τρόπο, ένα ντοκιμαντέρ μεσολαβεί ανάμεσα στους ανταγωνιστικούς ισχυρισμούς της επιστημονικής και της καθημερινής κατανόησης που έχουμε για τον κόσμο. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορούμε να εμπιστευτούμε όσα βλέπουμε μέσα από τον φακό. Σημαίνει ότι η εικόνα από μόνη της δεν μπορεί να εγγυηθεί την αλήθεια. Αυτό που είναι πιο σημαντικό είναι το πλαίσιο εντός του οποίου παρουσιάζεται η φωτογραφία.

Τι εννοούμε όταν λέμε ότι ένα ντοκιμαντέρ καταγράφει πιστά την πραγματικότητα; Τι είναι αυτό που πραγματικά υπάρχει εκεί έξω για να καταγραφεί; Είναι δυνατόν να παρουσιαστεί χωρίς τη χρήση γλωσσικών εργαλείων ή άλλων κινηματογραφικών τεχνικών; Προφανώς, κάτι τέτοιο είναι αδύνατο. Κάθε αφήγηση συνιστά ταυτόχρονα επινόηση και ερμηνεία της πραγματικότητας, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η πραγματικότητα δεν είναι μία και αμετακίνητη. Το ίδιο ισχύει και για τις επιστήμες, οι οποίες δεν είναι παρά συστήματα συγκρότησης μιας συγκεκριμένης εικόνας για τον κόσμο. Υπό αυτό το πρίσμα, τόσο οι επιστήμες όσο και ένα ντοκιμαντέρ αποτελούν αφηγήσεις με συγκεκριμένο ιδεολογικό περιεχόμενο, το οποίο εξαρτάται από μια ενδεχομενική ιστορικότητα. Και η ιστορικότητα αυτή, εν προκειμένω, έχει συ-



γκροτήσει ως κυρίαρχο αφήγημα για τις επιστήμες ότι είναι αντικειμενικές και ιδεολογικά ουδέτερες.

Στο σύγχρονο ντοκιμαντέρ κυριαρχούν τα ψηφιακά παραγόμενα γραφικά και εφέ (CGI). Τα ψηφιακά παραγόμενα γραφικά δεν δείχνουν απλώς πώς είναι τα πράγματα αλλά τα ίδια τα γραφικά αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της κατασκευής της επιστήμης. Πρόκειται για μία παρατήρηση που έχει γίνει και από φιλοσόφους και κοινωνιολόγους της επιστήμης, όπως οι Latour, Lynch και Woolgar. Οι ίδιοι οι επιστημονικοί ισχυρισμοί εξαρτώνται εγγενώς από το πώς παρουσιάζονται. Το εικονογραφικό αποτέλεσμα, που υποτίθεται απλώς χρησιμεύει για να πιστοποιήσει και να αποτυπώσει αυτό που πραγματικά συμβαίνει, είναι μέρος της επιστημονικής διαδικασίας και εργαλείο συγκρότησης της ίδιας της επιστήμης.

Ας αναφερθούμε σε μια αρκετά διάσημη εκπομπή ντοκιμαντέρ. Πρόκειται για το *Walking with Dinosaurs* (Περπατώντας με τους Δεινόσαυρους) που βγήκε στον αέρα το 1999. Αποτελεί ορόσημο και σημείο καμπής για τα ντοκιμαντέρ και έχει μελετηθεί από αρκετούς ερευνητές. Στο ντοκιμαντέρ γίνεται μια προσπάθεια ανακατασκευής και προσομοίωσης των προϊστορικών χρόνων και

των πλασμάτων που ζούσαν τότε. Οι θεατές έχουν την αίσθηση ότι παρακολουθούν τους δεινόσαυρους στο φυσικό τους περιβάλλον. Αυτό που ξεχνάμε όταν βλέπουμε τόσο εντυπωσιακά ντοκιμαντέρ είναι ότι οι δεινόσαυροι έζησαν πριν από 65 εκατομμύρια χρόνια, δεν τους έχουμε δει ποτέ και δεν γνωρίζουμε πώς ήταν όσο ζούσαν. Επομένως, τι είναι αυτό που βλέπουμε στα ντοκιμαντέρ; Βλέπουμε πώς αποτυπώνονται οπτικά και ηχητικά οι έρευνες και οι θεωρητικοί ισχυρισμοί, που αρκετές φορές αποτελούν υποθέσεις, των παλαιοντολόγων. Αυτό που κάνει ακόμη πιο ενδιαφέρουσα την περίπτωση του συγκεκριμένου ντοκιμαντέρ είναι τα μέρη που επιλέχθηκαν να γίνουν γυρίσματα. Επρόκειτο για τη Χιλή, την Καλιφόρνια και τη Νέα Καληδονία. Σε αυτά τα μέρη δεν έχουν βρεθεί απολιθώματα δεινοσαύρων αλλά είναι μέρη που θεωρούμε ότι μοιάζουν με τους βίτοπους που, ενδεχομένως, ζούσαν τα προϊστορικά πλάσματα. Επίσης, η κίνηση των πλασμάτων αποτελεί από μόνη της μια υπόθεση, η οποία πηγάζει από την αναλογική σύγκριση με πλάσματα που γνωρίζουμε. Δεν υπάρχει, δηλαδή, καμία απολύτως βεβαιότητα για όσα βλέπουμε. Στη συγκεκριμένη παραγωγή εργάστηκαν πάνω από εκατό επιστήμονες, οι οποίοι ήταν σε στενή συνεργασία με τους τεχνικούς των ειδικών εφέ. Αυτό που είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον είναι ότι οι τεχνικοί βοηθούσαν τους επιστήμονες να «αποδείξουν» πώς μπορεί να περπατάει και να κινείται ένα δεινόσαυρος, καθώς και πώς μπορεί να μάχεται με άλλους δεινοσαύρους. Οι τεχνικοί, με άλλα λόγια, βοήθησαν τους επιστήμονες να τεκμηριώσουν τους ισχυρισμούς τους με τα ίδια ακριβώς εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για να παράγουν ένα οπτικό υπερθέαμα, το οποίο είχε ως κύριο στόχο να εντυπωσιάσει το κοινό. Κυριολεκτικά μιλώντας, οι επιστήμονες μάθαιναν από τους τεχνικούς των ειδικών εφέ.

Οι νέες τεχνολογίες δεν λειτουργούν αποκλειστικά ως εργαλεία διάχυσης ή εκλαΐκευσης. Αντιθέτως, συμβάλλουν με έναν ενεργό και συμπληρωματικό τρόπο στη διαμόρφωση της επιστημονικής γνώσης. Κάθε ματιά που ρίχνουμε μέσα από τον φακό, είτε της κάμερας είτε κάποιου άλλου επιστημονικού οργάνου, συνιστά επινόηση της πραγματικότητας. Τα νοήματα που εκφέρουμε μπορεί να λένε την αλήθεια αλλά δεν λένε την αλήθεια ανεξάρτητα από τα γλωσσικά εργαλεία που χρησιμοποιούμε. Και αυτά τα γλωσσικά εργαλεία καθορίζουν την απόσταση ανάμεσα στην πραγματικότητα και όσα επινοούμε για να την περιγράψουμε και να την ερμηνεύσουμε.

Δ.Π.

Πηγές:

Campbell, V. (2016). *Science, entertainment and television documentary*. London: Springer.
Dijk, J. V. (2006). *Picturizing science: The science documentary as multimedia spectacle*. *International Journal of Cultural Studies*, 9, 5–24.