

#115

ΠΡΙΣΜΑ

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

Η ΑΥΓΗ
Σάββατο 31 Ιουλίου 2021

Όταν ο Μεσαίωνας έδειξε τον δρόμο

Θα μπορούσε μία μέθοδος που εφαρμοζόταν στη μελέτη της φύσης ή στη νομική να αποτελέσει μέθοδο της θεολογίας;

ΣΕΛΙΔΑ 8



Εμπιστοσύνη

Εμπιστευόμαστε την επιστήμη όταν μας λέει ότι είμαστε αστροσκοπνη. Όταν, όμως, τα αποτελέσματά της δικαιολογούν περιορισμούς σε προσωπικές ελευθερίες και μεταβολή του τρόπου ζωής μας, τα γεγονότα και η σπιβαρότητα της επιστημονικής μεθόδου δεν είναι αρκετά για να μας πείσουν.

ΣΕΛΙΔΕΣ 4-5

Ένα εργαστήριο σε μικρογραφία: καινοτόμο τσιπ αλλάζει την έρευνα

Μια νέα τεχνολογία που επιτρέπει την πραγματοποίηση χιλιάδων πειραμάτων σε ένα τσιπ, ενώ ταυτόχρονα και σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα καθιστά εφικτή τη λεπτομερή μελέτη των ενζύμων με εντυπωσιακά γρήγορο και απλό τρόπο.

ΣΕΛΙΔΑ 6

Τεχνητή Νοημοσύνη: Μια διακριτική απομυθοποίηση

Ένα βιβλίο του Γιώργου Γιαννακόπουλου

Δεδομένης της διείσδυσης των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης στην καθημερινότητά μας, καλούμαστε σήμερα, περισσότερο από ποτέ, να αντικρίσουμε τις σχετικές τεχνολογίες με νηφαλιότητα και διάθεση για γνώση. Σε αυτό το δύσκολο έργο καλείται να συμβάλει το βιβλίο του Γιώργου Γιαννακόπουλου «Τεχνητή Νοημοσύνη: Μια διακριτική απομυθοποίηση».

ΣΕΛΙΔΑ 7

Ένας μαγικός, επίπεδος κόσμος

Λίγα μυθιστορήματα της φανταστικής λογοτεχνίας αντικατοπτρίζουν τον πραγματικό κόσμο όσο οι ιστορίες του Δισκοκόσμου. Τα βραβευμένα μυθιστορήματα του Terry Pratchett έχουν μεταφραστεί σε δεκάδες γλώσσες και έχουν ξεπεράσει τα 80 εκατομμύρια αντίτυπα.

ΣΕΛΙΔΕΣ 2-3





Δέλτα, όπως Δημοσιογραφία

Δεν το ρωτήσαμε ποτέ μέχρι σήμερα: Τι ρόλο έπαιξε η δημοσιογραφία στην αντιμετώπιση της πανδημίας; Και δεν το ρωτήσαμε γιατί η απάντηση μοιάζει προφανής: Συνέβαλε αποφασιστικά, αφενός στην ενημέρωση «του κόσμου» και, αφετέρου, στην αντιμετώπιση της παραπληροφόρησης που διακινούν διάφορες ομάδες ανεύθυνων «αρνητών». Ο Τύπος έπαιξε τον ρόλο του ως πυλώνας της Δημοκρατίας και ήρθη με αυτοθυσία στο ύψος των περιστάσεων, προκειμένου να υπερασπιστεί το κοινό καλό και το δημόσιο συμφέρον (το τελευταίο αφορά τον ανελαστικά χαμηλό αριθμό των νοσοκομειακών κλινών). Φυσικά, στο πλαίσιο της ελευθερίας της έκφρασης έδωσε χώρο και σε κάποιες φωνές που κινούνταν αντίθετα στο ρεύμα αλλά, λόγω του επείγοντος χαρακτήρα της κατάστασης, η έμφαση δόθηκε στην ομόφωνη και αδιαμφισβήτητη έγκυρη γνώμη των ειδικών που ανέλαβαν (με εκ των προτέρων υπεσχημένη ασυλία) να λάβουν τις κρίσιμες αποφάσεις για τη διαχείριση της υγειονομικής κρίσης.

Δυστυχώς, η πραγματικότητα απέχει πολύ από αυτή την ιδυλλιακή περιγραφή. Οι δύο πυλώνες στους οποίους στηρίχθηκαν τα ελληνικά, τουλάχιστον, ΜΜΕ δεν είναι η υπεύθυνη ενημέρωση και ο έλεγχος της παραπληροφόρησης, αλλά η προχειρότητα και η χειριστικότητα. Όπως συνέβη και στην περίπτωση της οικονομικής κρίσης, οι φορείς της «έγκυρης ενημέρωσης» παρήγαγαν πολύ περισσότερα fake news από αυτούς που (ορθά) κατηγορούνται ως διακινητές πλαστών ειδήσεων. Η συντριπτική πλειονότητα των ειδήσεων που διακινήθηκαν στη διάρκεια της πανδημίας ήταν κατά λέξη αναπαραγωγή ανακοινώσεων, τηλεοπτικών δηλώσεων και δελτίων τύπου, από ανθρώπους που αδυνατούσαν να καταλάβουν το περιεχόμενό τους, πόσο μάλλον να ελέγξουν την εγκυρότητά τους και να αρθρώσουν κριτικό λόγο, όπως θα όφειλε να κάνει κάθε σοβαρός/ή δημοσιογράφος. Καμία πραγματική επιστημονική ενημέρωση (την οποία, εξάλλου, ούτε οι επιτροπές και οι μεγαλόσχημες περσόνες των μίντια παρείχαν) και καμία προσπάθεια να προσφέρουν στον «κόσμο» τα εργαλεία να κατανοήσει, να κρίνει και να αποφασίσει. Ανρθόγραφοι, ασύντακτοι, ασυνάρτητοι, αποσπασματικές και ατεκμηριώτες αναφορές που ψάρευαν από την καθημερινή ενημέρωση των συντακτών ή μετέφραζαν όπως όπως από ξένα έντυπα ήταν το μόνο που είχαν να προσφέρουν οι δημοσιογράφοι στους πολίτες που αγωνιζόνταν να επαναπροσδιορίσουν το νόημα της Δημοκρατίας σε συνθήκες κρίσης.

Και για όσες και όσους επέμεναν να εκτεθούν στην επισφάλεια της κριτικής σκέψης επιστρατευόταν χωρίς διαταγμό ο εκφοβισμός της απόκλισης από την κανονικότητα. Η έκτακτη συνθήκη δεν μας επιτρέπει να αποκλίνουμε από τα «συνετά» πρότυπα διαβίωσης, *ούτε καν να διανοηθούμε κάτι τέτοιο*. There is no alternative! Όποιος/α εγείρει ανατρεπτικές σε συνθήκες πανδημίας είναι «εχθρός του λαού» και κατατάσσεται με συνοπτικές διαδικασίες στους «αρνητές». Εξάλλου, ο ένας λόγος των ειδικών είναι πολύ πιο διαχειρίσιμος και αποτελεσματικός από την πολυ-λογία και την αμφιταλάντευση της Δημοκρατίας!

Η πανδημία του κορωνοϊού, αργά ή γρήγορα θα υποχωρήσει: η απειλή για τη Δημοκρατία, όμως, θα παραμείνει και θα συνεχίσει να υποθάλλεται από μια σοβαρά νοσούσα δημοσιογραφία. Καλό καλοκαίρι!

М.П.

Ένας μαγικός, επίπεδος κόσμος

Ο κόσμος είναι ένας επίπεδος δίσκος, που ισορροπεί στις ράχες τεσσάρων ελεφάντων, οι οποίοι πατούν πάνω σε μια τεράστια χελώνα, με το όνομα Α'Τούιν, απροσδιόριστου φύλου (ένα ερώτημα που απασχολεί τους *αστροζωολόγους*). Η τεράστια χελώνα «κολυμπάει» αργά μέσα στο Σύμπαν, άγνωστο προς ποια αστρική περιοχή. Σύμφωνα με την επικρατούσα κοσμολογική υπόθεση, ίσως ταξιδεύει από το Λίκνο προς το Ζευγάρωμα, όπου, για μοναδική φορά στη ζωή της, μετά από μια σύντομη αλλά παθιασμένη επαφή με μια άλλη χελώνα, θα γεννήσει νέες χελώνες με νέους κόσμους στις πλάτες τους. Είναι η μοίρα και το πεπρωμένο όλων των αστεριών και των κόσμων τους. Δεν πρόκειται για τη μυθολογία κάποιου αρχαίου λαού αλλά για την ιστορία του Δισκοκόσμου (Discworld), του φανταστικού κόσμου όπου εξελίσσονται τα 11 μυθιστορήματα της ομώνυμης σειράς του Βρετανού συγγραφέα Terry Pratchett (1948-2015).

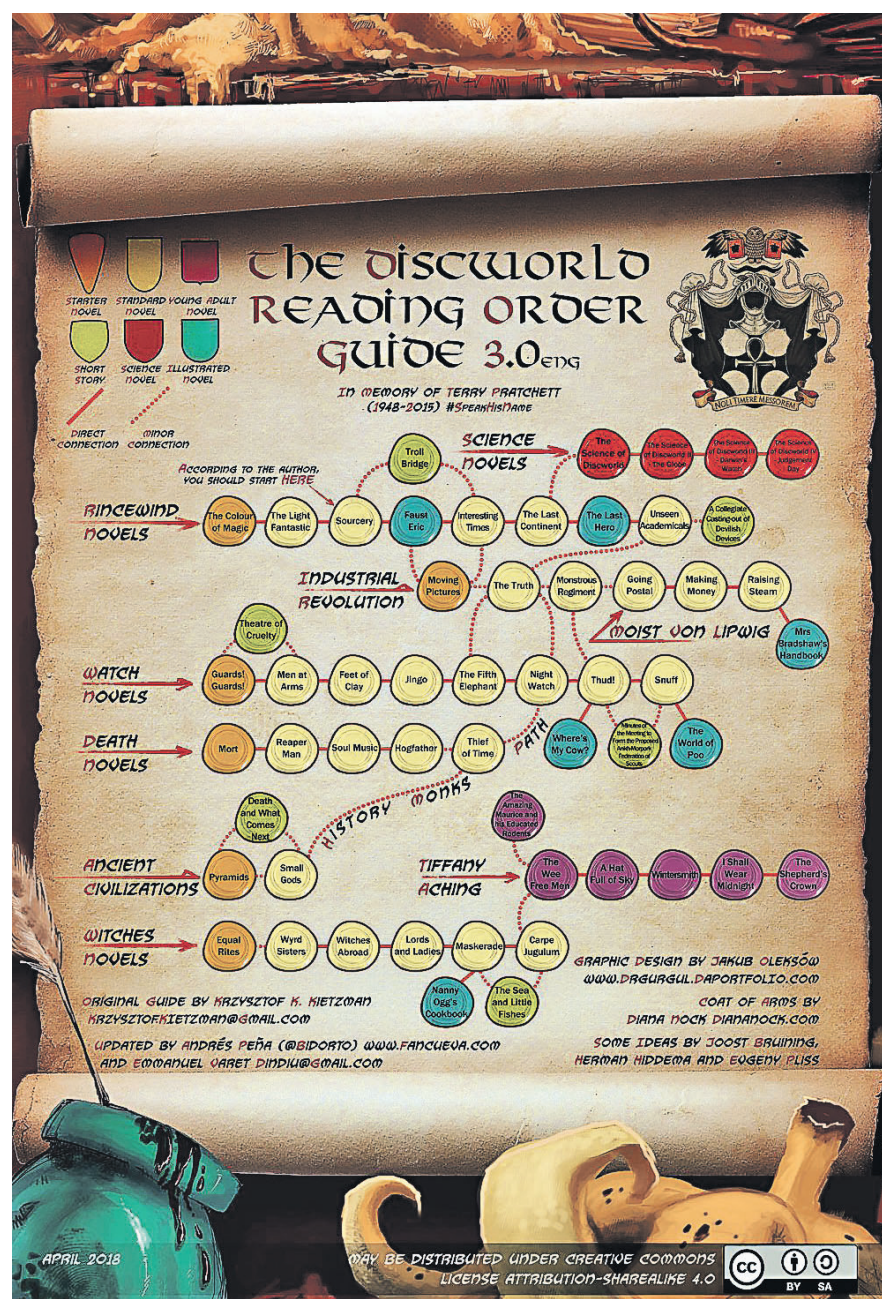
Ο Δισκοκόσμος βρίσκεται σε μια προβιομηχανική, ψευδομεσαιωνική εποχή, όπως πολλοί από τους κόσμους του φανταστικού. Χαρακτηριστικό των μυθιστορημάτων είναι το (βρετανικό κυρίως) χιούμορ, η παρωδία/σάτιρα του πραγματικού κόσμου και των στερεοτύπων της λογοτεχνίας του φανταστικού, που σε κάποιες περιπτώσεις θυμίζει κάποια από τα σκετς των Monty Pythons, και οι πλούσιες αναφορές στην ποπ κουλτούρα (ταινίες, μουσική, λογοτεχνικά βιβλία), κυρίως με τη χρήση ομόπων λέξεων.

Τα βιβλία δεν αποτελούν σειρά όπως, για παράδειγμα, η τριλογία του Άρχοντα των Δακτυλιδιών· μπορεί κανείς να ξεκινήσει από οποιοδήποτε βιβλίο, με οποιαδήποτε σειρά, καθώς οι ιστορίες είναι αυτοτελείς. Ωστόσο, υπάρχουν σειρές ιστοριών με συγκεκριμένους πρωταγωνιστές, πολλοί από τους οποίους εμφανίζονται και σε άλλες σειρές. Για

αυτό το λόγο υπάρχουν και μυθιστορήματα από τα οποία είναι προτιμότερο να ξεκινήσει κανείς τη γνωριμία του με το φανταστικό αυτό σύμπαν.

Τα βραβευμένα, πλέον, βιβλία του Δι-
σκοκόσμου έχουν ξεπεράσει σε πωλή-
σεις τα 80 εκατομμύρια αντίτυπα, έχουν

μεταφραστεί σε 37 γλώσσες και έχουν μεταφερθεί στο ραδιόφωνο, σε κόμικ και τηλεοπτικές σειρές. Για το λογοτεχνικό του έργο, ο Terry Pratchett χρίστηκε Αξιωματικός του Τάγματος της Βρετανικής Αυτοκρατορίας το 1998 και Ιππότης το 2009.



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

μος

Τα μυθιστορήματα του Δισκοκόσμου

Τα μυθιστορήματα του Δισκοκόσμου περιλαμβάνουν έξι επιμέρους σειρές καθώς και μερικές αυτόνομες ιστορίες. Τα περισσότερα εκτυλίσσονται στην πόλη Ανκ Μορπόκ, τη μεγαλύτερη πόλη του κόσμου, η οποία διατρέχεται από τον Ανκ, έναν πυκνό και μολυσμένο ποταμό, σε τέτοιο βαθμό που κάποιες κρύες μέρες μπορεί κανείς να περπατήσει πάνω του. Οι κάτοικοι της Ανκ Μορπόκ είναι στενόμυαλοι και συντηρητικοί, χωρίς ιδιαίτερη ευφυΐα, και καχύποπτοι απέναντι σε όσους είναι ξένοι. Η πόλη, πρώην βασίλειο, διοικείται πλέον από έναν ευγενή, τον Πατρίκιο Βετινάρι, ο οποίος κρατάει τις ισορροπίες μεταξύ των αρχηγών των διαφόρων συντεχνιών (guilds).

Στην πόλη βρίσκεται και το Unseen University, το κολλέγιο των μάγων, που αποτελούν τους ήρωες της αντίστοιχης σειράς. Η σειρά ξεκινά με τα δυο πρώτα βιβλία του Δισκοκόσμου (*The Color of Magic* και *The Light Fantastic*), που αποτελούν τις δυο συνέχειες της ίδιας ιστορίας, με πρωταγωνιστή τον δειλό και ατάλαντο Rincewind. Τα βιβλία των μάγων περιέχουν τις περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τη γεωγραφία του Δισκοκόσμου και τον τρόπο που λειτουργεί η μαγεία. Αν και δεν υπάρχει επιστήμη, κάποια από τα νέα μαθήματα του πανεπιστημίου των μάγων ασχολούνται με μια νέα πρακτική ακατανόητη για τους παλαιότερους, η οποία κυριαρχείται από περίεργα σύμβολα και θυμίζει τα μαθηματικά και τη σύγχρονη φυσική. Οι μάγοι, κυρίως όσοι έχουν αξιώματα στο πανεπιστήμιο, είναι γενικώς συντηρητικοί, καλοφαγάδες, δολοπλόκοι και δειλοί.

Η σειρά των μαγισσών, που μοιάζουν με τις μάγισσες της λαογραφίας και του παραμυθιού, εκτυλίσσεται κυρίως στην εξοχή. Οι μάγισσες δεν χρησιμοποιούν την ίδια μαγεία με αυτή των μάγων· αντιθέτως, είναι θεραπεύτριες, γνωρίζουν τα βότανα και τη φύση, αγαπούν τις τέχνες και ασκούν την πρακτική της κεφαλολογίας (headology), ένα είδος ψυχολογίας και υποβολής. Το πρώτο βιβλίο της σειράς των μαγισσών, και ένα από τα καλύτερα του Δισκοκόσμου, ονομάζεται *Equal Rites* (μια λέξη ομόνη με το rights, δηλαδή δικαιώματα) και αφηγείται την ιστορία μιας μαθητευόμενης μάγισσας που θέλει να γίνει μάγος. Αν και στην Ανκ Μορπόκ η μαγεία ασκεί-

ται μόνο από άντρες, δεν υπάρχει νόμος που να απαγορεύει την πρόσβαση στις γυναίκες. Ωστόσο, η αντίδραση των μάγων του πανεπιστημίου είναι μεγάλη με αποτέλεσμα τη σύγκρουση μεταξύ των δυο φύλων και των δυο εκφάνσεων της μαγείας, των μάγων και των μαγισσών.

Ο χαρακτήρας που εμφανίζεται σε όλα σχεδόν τα βιβλία του Δισκοκόσμου, και, πιθανόν, ο δημοφιλέστερος στο κοινό του Pratchett, είναι ο Θάνατος, μια «ανθρωπομορφική προσωποποίηση» της αφηρημένης ιδέας του θανάτου, με την κλασική μορφή του θεριστή, του σκελετού με τη μαύρη ρόμπα και το δρεπάνι· μιλάει πάντοτε με κεφαλαία γράμματα σε μικρότερη γραμματοσειρά και εμφανίζεται πάντοτε στο τέλος της ζωής των χαρακτήρων για να κόψει το νήμα της ζωής και να τους οδηγήσει στον άλλο κόσμο. Ο Θάνατος γοητεύεται από τη ζωή των ανθρώπων και προσπαθεί να την ενσωματώσει στη δική του, άχρονη, πραγματικότητα, δοκιμάζοντας φαγητά και ποτά, διακοσμώντας το σπίτι του με ανθρώπινα αντικείμενα και προσπαθώντας να αποστασιοποιηθεί από τη δουλειά του. Η σειρά των βιβλίων του Θανάτου ξεκινά όταν επιλέγει έναν νεαρό αλλά ανίκανο βοηθό, τον Μορτ,

να τον αντικαταστήσει ώστε εκείνος να πάει διακοπές. Το ομώνυμο βιβλίο (*Mort*) είναι εξαιρετικό ενώ η αντίστοιχη σειρά είναι πιθανόν η δημοφιλέστερη του Δισκοκόσμου.

Οι υπόλοιπες σειρές του Δισκοκόσμου περιλαμβάνουν τις ιστορίες του Moist von Lipwig, ενός μετανοημένου εγκληματία την εποχή που ο Δισκοκόσμος διανύει την βιομηχανική επανάσταση, τις περιπέτειες της φρουράς της πόλης που αποτελούνται από μυθιστορήματα μυστηρίου και εγκλημάτων και τις ιστορίες της Tiffany Aching, οι οποίες απευθύνονται σε νεαρότερο κοινό. Ο μεγάλος αριθμός βιβλίων, η ποικιλία των χαρακτήρων, πλασμάτων και ιστοριών που περιέχουν, και ο χιουμοριστικός τρόπος γραφής, μέσω του οποίου σατιρίζεται η πραγματικότητα του υπαρκτικού κόσμου δικαιολογούν τη μεγάλη απήχηση του έργου του Pratchett στους λάτρεις της λογοτεχνίας του φανταστικού.

Η επιστήμη του Δισκοκόσμου

Πολλοί υποστηρίζουν ότι ο Pratchett χρησιμοποιεί τον Δισκοκόσμο ως όχημα για να γράψει, στην ουσία, για τον πραγματικό κόσμο. Άλλωστε, η μυθοπλασία σε έναν φανταστικό κόσμο δίνει τη δυνατότητα να θιχτούν θέ-

ματα που ίσως δεν θα μπορούσαν να τεθούν εκτός φανταστικού πλαισίου. Υπό αυτή την έννοια έχει υποστηριχτεί ότι λίγα μυθιστορήματα της φανταστικής λογοτεχνίας αντικατοπτρίζουν τον πραγματικό κόσμο όσο οι ιστορίες του Δισκοκόσμου. Πάντως, θα πρέπει να τονιστεί ότι τα βιβλία είναι κυρίως ψυχαγωγικά, αν και με μεγάλες δόσεις έξυπνων αναφορών στην δική μας πραγματικότητα.

Στο τέλος της δεκαετίας του 1990, ο Terry Pratchett, σε συνεργασία με τους Ian Stewart και Jack Cohen, ερευνητές στο Πανεπιστήμιο του Warwick και συγγραφείς, εξέδωσε τη σειρά βιβλίων *The Science of Discworld*, η οποία περιλαμβάνει τέσσερα βιβλία. Στόχος τους δεν ήταν να εξηγήσουν επιστημονικά τα φαινόμενα του Δισκοκόσμου. Τα πρότυπα των αντίστοιχων βιβλίων της επιστήμης του Star Wars ή του Star Trek ήταν ένα μοντέλο εκλαΐκευσης που οι συγγραφείς ήθελαν να αποφύγουν. Αντιθέτως, είναι ένα μίγμα μυθοπλασίας και εκλαϊκευμένης επιστήμης, καθώς χρησιμοποιείται η ίδια αφηγηματική γραμμή και πλοκή των μυθιστορημάτων, εντάσσοντας σε αυτά τη διαπραγμάτευση επιστημονικών θεμάτων.

Στα βιβλία της σειράς εναλλάσσονται κεφάλαια μυθοπλασίας και εκλαϊκευμένης επιστήμης. Τα πρώτα περιγράφουν περιστατικά στον Δισκοκόσμο. Οι μάγοι έχουν ανακαλύψει μια νέα πειραματική δύναμη που τους επιτρέπει να διασπούν το στοιχειώδες σωματίδιο της μαγείας (το *thaum*, κατά το atom). Τα πειράματα, όμως, οδηγούν στην παραγωγή τεράστιων ποσών ενέργειας, τα οποία απειλούν να καταστρέψουν το Δισκοκόσμο. Οι μάγοι καταφέρνουν τελικά να κατευθύνουν αυτή την ενέργεια στη δημιουργία ενός κενού χώρου, δημιουργώντας το γνωστό μας Σύμπαν. Το Σύμπαν μας, όμως, έχει την ξεχωριστή, για αυτούς, ιδιότητα, να συγκεντρώνει τη μάζα του σε σφαίρες, μια από τις οποίες ονομάζουν Στρογγυλόκοσμο (Roundworld). Τα ενδιάμεσα κεφάλαια χρησιμοποιούν ως αφορμή αυτή την πλοκή για να παρουσιάσουν θέματα όπως η επιστημονική μέθοδος, η πυρηνική φυσική, η κοσμολογία, φυσική των πλανητών και της Γης, η βιολογία και η εξέλιξη, η ιστορία του πολιτισμού κλπ.

Γ.Κ.

Πηγές

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

<https://www.theguardian.com/books/booksblog/2015/may/19/terry-pratchett-science-of-discworld>

Καλοί οιωνοί για το τέλος του κόσμου

Από το υπόλοιπο έργο του Pratchett ξεχωρίζει το Καλοί Οιωνοί (Good Omens: The Nice and Accurate Prophecies of Agnes Nutter, Witch) ένα βιβλίο που έγραψε σε συνεργασία με τον Neil Gaiman και εκδόθηκε το 1990.

Το πλάνο για το τέλος το κόσμου πρόκειται να μπει σε εφαρμογή σύντομα, με την έλευση του Αντιχρίστου στη Γη. Οι απεσταλμένοι του Σατανά έχουν ήδη επιλέξει την οικογένεια που θα μεγαλώσει το βρέφος, ώστε την κατάλληλη ώρα να ηγηθεί της επικράτησης του κακού. Ταυτόχρονα, οι τέσσερεις καβαλάρηδες της αποκάλυψης, μεταξύ των οποίων και ο γνώριμός μας Θάνατος, έχουν ήδη ξεκινήσει για το Λονδίνο, όπου θα ολοκληρωθεί το σχέδιο. Ωστόσο οι ήρωες του μυθιστορήματος, ο άγγελος Aziraphale και ο δαίμονας Crowley, απεσταλμένοι των δυο στρατοπέδων (Καλού και Κακού), στη Γη εδώ και αιώνες, έχουν συνηθίσει τη ζωή τους στον κόσμο των ανθρώπων και δεν ενθουσιάζονται με την ιδέα της συντέλει-ας. Παρόλο που οι λεπτομέρειες των γεγονότων περιγράφονται με ακρίβεια στο προφητικό βιβλίο της μάγισσας Agnes Nutter, που γράφτηκε το 1655, ο Aziraphale, ο Crowley και όχι μόνο, δεν σκοπεύουν να αφήσουν τα γεγονότα να πάρουν το δρόμο τους. Μήπως όμως και αυτό είχε προβλεφθεί από την παράφρονα μάγισσα;



Εμπιστοσύνη

Σύμφωνα με Γάλλο φυσικό και μαθηματικό Ανρί Πουανκαρέ, «η επιστήμη χτίζεται με τα γεγονότα, όπως ένα σπίτι χτίζεται με πέτρες. Ωστόσο, η απλή συγκέντρωση από γεγονότα δεν είναι επιστήμη, όπως ένας σωρός από πέτρες δεν είναι ένα σπίτι». Αν, λοιπόν, τα γεγονότα δεν αρκούν για να φτιάξουν την επιστήμη, πώς είναι δυνατόν να είναι αρκετά από μόνα τους για να πείσουν; Αλήθεια, πώς χτίζεται η εμπιστοσύνη στην επιστήμη;

Εμπιστοσύνη στην επιστήμη

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι εμπιστευόμαστε, συνειδητά ή ασυνείδητα, την επιστήμη σε ό,τι αφορά την κατανόηση του κόσμου γύρω μας. Ο σύγχρονος πολιτισμός έχει διαμορφωθεί σε ασύγκριτα μεγαλύτερο βαθμό από ό,τι στο παρελθόν από τις εξελίξεις στην επιστήμη και την τεχνολογία. Ωστόσο, το ότι τα αεροπλάνα πετάνε και τα κινητά μας είναι παντοδύναμοι υπολογιστές δεν είναι αρκετά για να μας κάνουν να εμπιστευτούμε την επιστήμη σε κρίσιμα ζητήματα. Αντιθέτως, η εκούσια ή ακούσια εμπιστοσύνη που της δείχνουμε φθίνει δραματικά, ειδικότερα για μεγάλη μερίδα ανθρώπων, όταν ερχόμαστε αντιμέτωποι με τα πραγματικά σοβαρά προβλήματα και προκλήσεις που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, όπως, για παράδειγμα, η κλιματική αλλαγή ή η διαχείριση μιας πανδημίας.

Η προσωπική εμπειρία του γράφοντος επιβεβαιώνει την πιο πάνω παρατήρηση: ο κόσμος, στο άκουσμα της λέξης αστροφυσική, δείχνει τεράστιο ενθουσιασμό για τις ανακαλύψεις που αφορούν τους μακρινούς γαλαξίες ή τα κουάρκ και τα πειράματα στο CERN· όταν, όμως, η συζήτηση οδηγείται στα εμβόλια, τα μέτρα προφύλαξης κ.λπ., τότε σε αρκετές περιπτώσεις ο ενθουσιασμός δίνει τη θέση του στην καχυποψία. Είναι, ωστόσο, λογικό. Τα επιστημονικά αποτελέσματα που αφορούν ζητήματα υγείας ή δικαιολογούν περιορισμούς σε προσωπικές ελευθερίες και μεταβολή του τρόπου ζωής προκαλούν, προφανώς, διαφορετικές αντιδράσεις από ό,τι, π.χ. ότι το σπιν των μπουζονίων είναι ακέραιο ή ότι είμαστε όλοι αστρώσκονη. Κάπου εδώ υποπευδύμαστε ότι το ζήτημα της εμπιστοσύνης της επιστήμης στα κρίσιμα ζητήματα ξεπερνάει τα γεγονότα και την ίδια την επιστήμη.

Η επικοινωνία με τους πολίτες

Το πρόβλημα της εμπιστοσύνης δεν είναι πρωτόγνωρο και δεν αφορά μόνο την διαχείριση της πανδημίας ή μόνο την διάθεση των ανθρώπων να εμβολιαστούν. Τις τελευταίες δεκαετίες τα στοιχεία δείχνουν ότι η ανθρωπότητα βρίσκεται μπροστά σε μια ανθρωπογενή κλιματική αλλαγή, ωστόσο τα στοιχεία αμφισβητούνται από σημαντική μερίδα ανθρώπων. Αντίστοιχες διαμάχες παρατηρούνται και σχετικά με τα υποχρεωτικά προγράμματα εμβολιασμών των τελευταίων δεκαετιών, παρόλο που έχουν οδηγήσει στην εξαφάνιση θανατηφόρων ασθενειών, με τη διδασκαλία της επιστήμης της εξέ-



λιξης και του δημιουργισμού στα σχολεία, κ.λπ.

Δεδομένου ότι αυτές οι διαμάχες δεν είναι φαινόμενα των τελευταίων ετών, σημαντικός αριθμός ερευνητών στην επικοινωνία και στις σπουδές επιστημών και τεχνολογίας έχουν μελετήσει τις στρατηγικές που φαίνονται να είναι πιο αποτελεσματικές. Το συμπέρασμα των ερευνών αυτών είναι, εν συντομία, ότι η παράθεση γεγονότων, δηλαδή η τακτική που ακολουθούν εμμονικά και κατ' αποκλειστικότητα οι επιστήμονες, τα ΜΜΕ και οι θεσμοί, δεν είναι αποτελεσματική. Ακόμα λιγότερο αποτελεσματική, έως καταστροφική, είναι η πόλωση που συντηρείται και εντείνεται, λόγω μιας τέτοιας προσέγγισης. Άλλωστε, υπενθυμίζουμε ότι το ζήτημα δεν είναι απλώς να πειστούν οι πολίτες για την ορθότητα μιας επιστημονικής άποψης έναντι μιας άλλης αλλά να δεχτούν και, κυριότερα, να διαμορφώσουν μέσω των πολιτικών τους επιλογών, τις λύσεις που απαιτούνται για την αντιμετώπιση των κρίσεων.

Οι ίδιες έρευνες υπογραμμίζουν ότι για την αντιμετώπιση της κατάστασης απαιτούνται, εν συντομία, η άμβλυνση της πόλωσης και η διεύρυνση των ακροατηρίου πέρα από τις άμεσα αντιμαχόμενες πλευρές, με τρόπο που να γίνονται κατανοητοί οι λόγοι για τους οποίους το πρόβλημα αφορά τις διάφορες ομάδες πολιτών, λαμβάνοντας υπόψη τις ταυτότητες και τα πολιτισμικά τους χαρακτηριστικά: η ειλικρινής κατά-

στροφή, από μέρους των ειδικών και των θεσμών, πολλών κατηγοριών λύσεων (και όχι μόνο μιας), ώστε να διευρυνθεί το φάσμα των επιλογών που έχουν οι πολίτες και να καλλιεργηθεί ένα κλίμα συμμετοχής· η διαχρονική καλλιέργεια της ενημέρωσης, του διαλόγου και της αντιπαράθεσης μέσα στις κοινωνίες και κοινότητες, μέσω δημόσιων συζητήσεων και με τη συνδρομή των τοπικών μέσων ενημέρωσης.

Η επικοινωνία της πανδημίας

Θα μπορούσε κανείς να συζητήσει τις παραπάνω λύσεις στα πλαίσια της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Μάλιστα, η συγκεκριμένη συζήτηση είναι επίκαιρη και για τη χώρα μας καθώς η στρατηγική που ακολουθείται στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όχι μόνο δεν έχει ακολουθήσει έναν σοβαρό διάλογο με τις τοπικές κοινότητες, αλλά έρχεται και ως αποτέλεσμα νόμων που οδηγούν στην επιβάρυνση των τοπικών κοινωνιών. Ας εστιάσουμε, όμως, στο ζήτημα της πανδημίας και της αντιμετώπισής της, μια κρίση που, όπως και το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής, δεν αποτελεί απλώς επιστημονικό ή τεχνολογικό γρίφο αλλά απαιτεί τη διαχείριση κοινωνιών, οικονομικών κλάδων και ευαίσθητων ομάδων.

Πρώτο βήμα για την αντιμετώπισή της, στις αρχές του 2020, θα έπρεπε να είναι η κατανόη-

ση της φύσης του προβλήματος και η επικοινωνία του στους πολίτες. Προβλήματα όπως η πανδημία ή η κλιματική αλλαγή είναι πολύπλοκα σε τέτοιο βαθμό που δοκιμάζουν τα όρια της επιστήμης, των κοινωνικών θεσμών και των πολιτευμάτων. Είναι περιστάσεις σαν αυτές που συνειδητοποιούμε ότι δεν υπάρχουν απαραίτητα απόλυτες απαντήσεις παρά μόνο, ενδεχομένως, κακές και λιγότερο κακές ή σχεδόν καλές επιλογές. Ήταν, λοιπόν η πανδημία ένα ζήτημα που μπορούσε να λυθεί άμεσα και θα μας επέτρεπε να επιστρέψουμε στις ζωές μας ή μήπως θα μας απασχολούσε για τα επόμενα χρόνια; Παρά τα ιστορικά παραδείγματα και τις εκτιμήσεις των ειδικών υπέρ του δεύτερου, το κυρίαρχο μήνυμα που δόθηκε από την πολιτεία ήταν το πρώτο. Όμως, η λανθασμένη εκτίμηση ενός προβλήματος δεν μπορεί να οδηγήσει σε βέλτιστες λύσεις, ενώ η ελλιπής παρουσίασή του στους πολίτες δεν δημιουργεί τις απαραίτητες συνθήκες συναίνεσης και πειθούς που απαιτούνται για την αντιμετώπισή του. Αντίστοιχα παραδείγματα μπορούν να αντληθούν από το είδος των μέτρων που εφαρμόστηκαν και τον τρόπο, τα ζητήματα καταγραφής κρουσμάτων, τη διαχείριση των συνθηκών στους εργασιακούς χώρους, τα μέσα μεταφοράς, το δημόσιο σύστημα υγείας, κ.λπ.

Επιπλέον, φαίνεται ότι από την αρχή επιλέχθηκε η καλλιέργεια κλίματος πόλωσης από την πολιτεία, αντί για μια προσπάθεια ενσωμάτωσης των διαφόρων κοινωνικών ομάδων στα πλαίσια της αντιμετώπισης της κρίσης. Αρχικά ήταν οι αρνητές του ιού, οι νέοι και οι ασυνείδητοι που δεν φορούσαν μάσκα στα λεωφορεία, απέναντι στους ενσυνείδητους πολίτες που έκαναν το καθήκον τους· σήμερα είναι οι εμβολιασμένοι απέναντι στους μη εμβολιασμένους. Όμως, σε συνθήκες πόλωσης η αντιπαράθεση παύει να γίνεται στη βάση



επιχειρημάτων με σκοπό την εύρεση κοινού τόπου και μετατρέπεται σε αντιπαράθεση στη βάση ταυτοτήτων, ιδεολογιών και προσώπων. Το αποτέλεσμα είναι περαιτέρω πόλωση, με συνέπεια, τελικά, να απουσιάζουν εντελώς από το δημόσιο διάλογο οι καθοριστικές λεπτομέρειες που χαρακτηρίζουν ένα ζήτημα και είναι απαραίτητες για να διαμορφώσουν άποψη οι πολίτες. Παρόλο που, φαινομενικά, το διαδίκτυο μπορεί να καλύψει το κενό στην ενημέρωση, είναι γνωστό ότι τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και οι μηχανές αναζήτησης τείνουν να ενισχύουν τις ήδη καθιερωμένες απόψεις των πολιτών, καθώς προσαρμόζο-

νται στις επιλογές των χρηστών. Επομένως, η διατήρηση ενός κλίματος πόλωσης μεγεθύνει το πρόβλημα της ελλιπούς ενημέρωσης.

Το πρόβλημα, όμως, δεν αφορά μόνο τις μεθόδους και το μήνυμα αλλά και το ίδιο το μέσο. Θα πρέπει να παραδεχτούμε ότι η αξιοπιστία των ΜΜΕ μειώνεται συστηματικά τα τελευταία χρόνια, εν μέρει λόγω του ρόλου που έχουν παίξει αυτά στη διαμόρφωση των πιο πάνω πολιτικών επιλογών. Συγκεκριμένα σε ό,τι αφορά την επικοινωνία της επιστήμης, αυτή έχει πάψει από καιρό να αποτελεί ενημερωτικό προϊόν (πόσες εκπομπές ή προγράμματα γνωρίζετε με τέτοια θεματολογία;), με μόνες περιστασιακές εξαιρέσεις όταν κάποιος ερευνητής στο εξωτερικό μάς έχει κάνει περήφανους ως χώρα ή τους δυο-τρεις γνωστούς Έλληνες επιστήμονες που βλέπουμε εδώ και δεκαετίες στα μέσα. Αν και καθημερινά είναι προσκεκλημένοι γιατροί στις πρωινές ενημερωτικές εκπομπές και τα δελτία ειδήσεων, καμία εκπομπή επικοινωνίας της επιστήμης, με κέντρο τον διάλογο, δεν έχει προβληθεί, έστω και με αφορμή την πανδημία, παρά τα χρήματα που δαπανήθηκαν για τη στήριξη των μέσων. Αντίθετα, η επιστημονική ενημέρωση (η οποία αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη λήψη αποφάσεων από τους πολίτες και τους πολιτικούς) γίνεται σχεδόν αποκλειστικά από μια μικρή ομάδα παρουσιαστών, την ίδια που έχει αναλάβει την ενημέρωσή μας για όλα τα υπόλοιπα θέματα τα τελευταία χρόνια. Προφανώς τα παραπάνω δεν αφορούν μόνο την επιστημονική ενημέρωση αλλά και την ενημέρωση σχε-

τικά με τους νόμους και τις πολιτικές που ακολουθούνται, με ό,τι επιπτώσεις μπορεί να έχει αυτό στη λειτουργία των θεσμών και την ποιότητα της δημοκρατίας.

Ακόμα, όμως, και εκ των υστέρων, και με δεδομένα τα παραπάνω παγιωμένα χαρακτηριστικά των ΜΜΕ, δεν έγινε σχεδιασμός για να δοθούν απαντήσεις στα ερωτήματα που απασχολούν τους πολίτες με αφορμή την πανδημία. Ερωτήματα όπως τι είναι τα εμβόλια, πώς αναπτύσσονται, με ποιο τρόπο προστατεύουν, τι παρενέργειες έχουν και τι προσπαθούμε να πετύχουμε σε αυτή τη φάση ως προς τον περιορισμό της πανδημίας. Αντιθέτως, επί μήνες έχουμε εστιάσει στο πότε θα «πετάξουμε τη μάσκα», στο αν και ποιοι θα πάρουμε τη ζωή μας πίσω εμβολιαζόμενοι, κ.λπ., ερωτήματα που δεν έχουν ιδιαίτερη σχέση με τη φύση του προβλήματος, εστιάζουν μόνο στη συντήρηση του τρόπου ζωής μας και εύκολα οδηγούν σε αντιφάσεις. Σε τέτοιες συνθήκες ελλιπούς ενημέρωσης, το κενό καλύπτεται εύκολα από ψευδοεπιστημονικές απόψεις με αποτέλεσμα πολλοί πολίτες να είναι εύπιστοι απέναντι σε αυτές και καχύποπτοι απέναντι σε εδραιωμένους θεσμούς.

Γ.Κ.

Γιατί να εμπιστευτούμε την επιστήμη;

Αυτό είναι το ερώτημα που διαπραγματεύεται στο ομώνυμο βιβλίο της, *Why Trust Science?*, η Naomi Oreskes, Καθηγήτρια της Ιστορίας της Επιστήμης στο Πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ. Η απλή απάντηση στο ερώτημα, η οποία τεκμηριώνεται και αναλύεται στο βιβλίο, είναι διότι η επιστήμη είναι μια κοινωνική δραστηριότητα, που στηρίζεται σε ευρείες συνανέσεις. Το βιβλίο ξεκινάει με μια παρουσίαση της ιστορίας και φιλοσοφίας των επιστημών από το 19^ο αιώνα μέχρι σήμερα, με σκοπό να αναδείξει την ύπαρξη όχι μιας αλλά πολλών επιστημονικών μεθόδων. Η επιστήμη είναι μια ανθρώπινη δραστηριότητα, επομένως δεν είναι τέλεια. Οι επιστήμονες σφαλουν, ωστόσο είναι ο κοινωνικός και συμπεριληπτικός χαρακτήρας της επιστήμης συνολικά που την κάνουν αξιόπιστη. Μια δημοκρατικότερη επιστήμη που θα συμπεριλαμβάνει ποικίλες επιστημονικές κοινότητες, μπορεί να βελτιώσει τα «τυφλά σημεία» και να αυξήσει την αξιοπιστία της. Το αξιοσημείωτο είναι ότι παρόλο που το βιβλίο απευθύνεται σε ευρύτερο κοινό, η Oreskes προσπάθησε να ακολουθήσει μια διαδικασία αξιολόγησης από ομότιμους (peer review), αντίστοιχη με αυτή που ακολουθείται στη δημοσίευση των ερευνητικών εργασιών. Για αυτό το λόγο, περιλαμβάνονται, επιπλέον, δοκίμια από πέντε ερευνητές που σχολιάζουν το κείμενο της Oreskes, στα οποία η συγγραφέας, στη συνέχεια, απαντάει.

Πηγές:

Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology, Ed. By M. Bucchi and B. Trench, Second Edition, 2014

Why Trust Science, Naomi Oreskes, 2019

Ένα εργαστήριο σε μικρογραφία

Καινοτόμο τσιπ αλλάζει την έρευνα

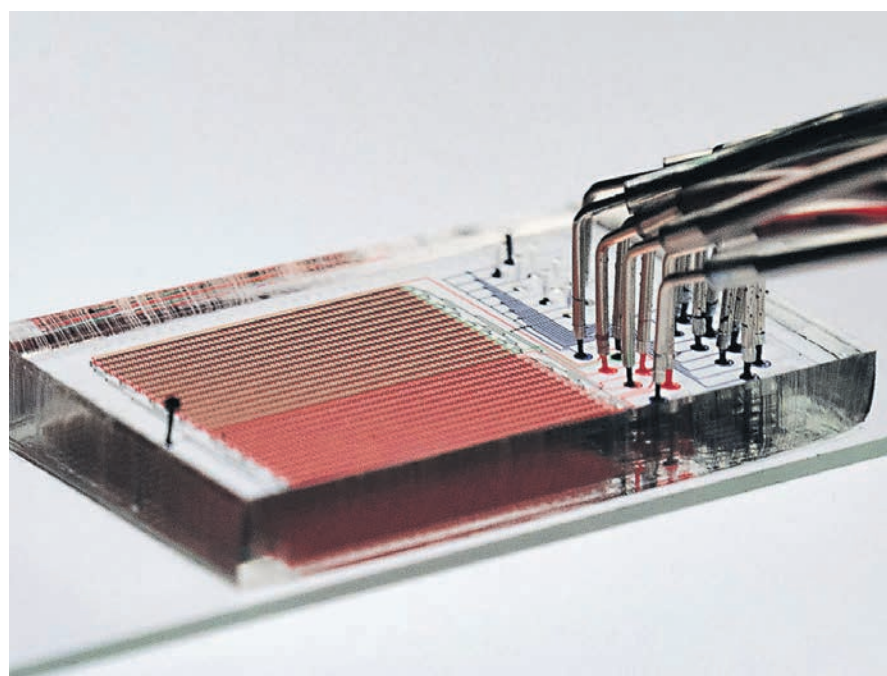
Ενα καινοτόμο εργαλείο που επιταχύνει την έρευνα αλλάζει τα δεδομένα στον επιστημονικό χώρο. Πρόκειται για μια νέα τεχνολογία που επιτρέπει την πραγματοποίηση χιλιάδων πειραμάτων σε ένα τσιπ, ενώ ταυτόχρονα και σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα καθιστά εφικτή τη λεπτομερή μελέτη των ενζύμων με εντυπωσιακά γρήγορο και απλό τρόπο.

Τα ένζυμα είναι οι καταλύτες των χημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται στα κύτταρα των ζωντανών οργανισμών. Από τον μεταβολισμό και την αύξηση των κυττάρων μέχρι την αναπαραγωγή, ο ρόλος των ενζύμων είναι καθοριστικός για την επιβίωση. Η έρευνα σχετικά με τη δομή και τη λειτουργία τους είναι μια δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία που συνήθως απαιτεί πολλά χρόνια εντατικής εργαστηριακής δουλειάς.

Ένζυμα: οι καταλύτες των χημικών αντιδράσεων

Οι ζωντανοί οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα. Μέσα σε αυτά επιτελούνται συνεχώς χημικές αντιδράσεις που έχουν σαν αποτέλεσμα τις μοναδικές λειτουργίες των κυττάρων. Όλες αυτές οι πολύπλοκες αντιδράσεις, που υπό άλλες συνθήκες θα χρειάζονταν πάρα πολύ χρόνο για να πραγματοποιηθούν, λαμβάνουν χώρα μέσα στα κύτταρα, αδιάκοπα, με τη βοήθεια των ενζύμων. Συνεπώς, τα ένζυμα είναι πρωτεΐνες που λειτουργούν σαν καταλύτες: επιταχύνουν, δηλαδή, τις χημικές αντιδράσεις, μετατρέποντας τα μόρια από τη μια μορφή σε μια άλλη. Τα ένζυμα είναι απαραίτητα για χιλιάδες αντιδράσεις ζωτικής σημασίας, όπως για τη διάσπαση μορίων κατά την πέψη ή για τη σύνθεση άλλων μορίων. Έχουν συνήθως πολύπλοκη τρισδιάστατη δομή πάνω στην οποία προσδένεται το υπόστρωμα, το μόριο, δηλαδή, που παίρνει μέρος στη χημική αντίδραση. Η πρόσδεση αυτή είναι τόσο εξειδικευμένη, που θυμίζει το ταίριασμα του κλειδιού στην κλειδαριά. Το υπόστρωμα- κλειδί προσδένεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή του ενζύμου, που ονομάζεται ενεργό κέντρο, η οποία διαδραματίζει το ρόλο της κλειδαριάς. Μόλις πραγματοποιηθεί η αντίδραση, το προϊόν αποδεσμεύεται από το ένζυμο, το οποίο καθίσταται ξανά διαθέσιμο για να προσδέσει κάποιο άλλο υπόστρωμα.

Μεταβολές στην τρισδιάστατη δομή των ενζύμων, που μπορεί να προκύψουν από μεταλλάξεις στο αντίστοιχο γονίδιο που τα κωδικοποιεί, έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση ασθενειών. Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελεί η φαινυλοκετονουρία, μια ασθένεια που προκαλείται από την έλλειψη ενός ενζύμου που διασπά το αμινοξύ φαινυλαλάνη. Μεταλλάξεις στο γονίδιο που κωδικοποιεί το συγκεκριμένο ένζυμο, έχουν ως αποτέλεσμα να καταστρέφεται η δομή του και να χάνεται η λειτουργικότητά του. Σε αυτήν την πε-



Το τσιπ που ανέπτυξε επιστημονική ομάδα από το Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ (Daniel Mokhtari, <https://news.stanford.edu/>).

ρίπτωση η φαινυλαλάνη συσσωρεύεται στον ανθρώπινο οργανισμό προκαλώντας σοβαρά προβλήματα.

Ένα τσιπ, χιλιάδες αντιδράσεις

Παρόλο που αρκετές πληροφορίες είναι πλέον γνωστές για τη δομή πολλών ενζύμων και για τις αντιδράσεις τις οποίες διευκολύνουν, σημαντικό μέρος της γνώσης σχετικά με τη σχέση ανάμεσα στη δομή και τη λειτουργία τους παραμένει ανεξερεύνητο. Η μελέτη της επίδρασης των μεταλλάξεων στη δομή και κατ' επέκταση στη λειτουργία των ενζύμων, που αποτελούν αιτία για την εμφάνιση ασθενειών, αποτελούσε μέχρι πρόσφατα χρονοβόρα και κοστοβόρα διαδικασία. Για να μελετηθεί ένα ένζυμο, οι ερευνητές έπρεπε να χρησιμοποιήσουν γενετικά τροποποιημένα βακτήρια που παράγουν το επιθυμητό ένζυμο σε επαρκείς ποσότητες, να το απομονώσουν από τα υπόλοιπα κυτταρικά συστατικά, να αλλάξουν τα εκατοντάδες αμινοξέα που αποτελούν τα δομικά υλικά του ένα προς ένα, προκειμένου εν τέλει να κατανοήσουν τις συνέπειες της κάθε αλλαγής στη λειτουργία του.

Σε μια προσπάθεια διευκόλυνσης της έρευνας γύρω από τα ένζυμα, ερευνητική ομάδα, με επικεφαλής την Polly Fordyce, καθηγήτρια γενετικής στο Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ των ΗΠΑ, κατόρθωσε να κατασκευάσει ένα γυάλινο τσιπ με πολλά μικροσκοπικά κανάλια και πηγαδάκια μέσα στα οποία μπορούν να πραγματοποιηθούν ταυτόχρονα πάρα πολλές χημικές αντιδράσεις με ένζυμα. Το τσιπ είναι αποτέλεσμα εντατικής ερευνητικής δουλειάς έξι ετών. Έχει μέγεθος μόλις 7

τετραγωνικά εκατοστά και περιέχει 1.568 μικροσκοπικά πηγαδάκια. Τα πηγαδάκια επικοινωνούν με ένα δίκτυο εξίσου μικροσκοπικών σωλήνων μέσα στο οποίο κυκλοφορούν και διαχέονται τα αντιδραστήρια ταυτόχρονα σε πολλά σημεία. Σε κάθε πηγαδάκι μπορεί να πραγματοποιηθεί μια χημική αντίδραση χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεταλλαγμένες μορφές ενός ενζύμου. Έτσι μπορούν να μελετηθούν οι επιδράσεις πολλών διαφορετικών μεταλλάξεων σε ένα ένζυμο και να προκύψουν συμπεράσματα που υπό άλλες συνθήκες θα χρειάζονταν πολλές μέρες εντατικής εργαστηριακής προσπάθειας για να εξαχθούν.

Το «πάντρεμα» διαφορετικών επιστημονικών πεδίων

Η σπουδαία εφεύρεση τους συνδυάζει δύο ειδών τεχνολογικά και επιστημονικά επιτεύγματα: τη μικρορευστομηχανική, που αφορά τον χειρισμό πολύ μικρών ποσοτήτων ρευστών μέσα και μικροσκοπικά κανάλια και τη σύνθεση πρωτεϊνών εκτός κυττάρου, χρησιμοποιώντας μόνο τα απαραίτητα μόρια για αυτή τη διαδικασία, σε ένα αυστηρά ελεγχόμενο χημικό περιβάλλον. Αυτό το «πάντρεμα» των διαφορετικών επιστημονικών πεδίων, της μηχανικής και της ενζυμολογίας, είχε ως αποτέλεσμα να λυθούν προβλήματα ετών και να αντιμετωπιστούν εμπόδια στην επιστημονική έρευνα που μέχρι πρότινος φάνταζαν ανυπέρβλητα.

Η επιστημονική ομάδα, σε πρόσφατη δημοσίευση στο περιοδικό *Science*, περιγράφει λεπτομερώς το πρωτοποριακό σύστημα που ανέπτυξε καθώς και τις νέες δυνατότητες που αυτό θα προσφέρει στην έρευνα. Από τη μελέτη της επίδρασης των μεταλλάξεων σε ένζυμα που μπορεί να οδηγούν στην εμφάνιση νοσημάτων, μέχρι την τροποποίηση ενζύμων που διασπούν τοξίνες από περιβαλλοντικά επιβαρυνμένες περιοχές, η συγκεκριμένη τεχνολογία ενδέχεται να έχει πληθώρα εφαρμογών. Σύμφωνα με την ερευνητική ομάδα θα επηρεάσει ακόμα και τον τρόπο με τον οποίο μελετώνται οι εξελικτικές σχέσεις ανάμεσα στα είδη. Διευκολύνοντας τον τρόπο που διεξάγεται η έρευνα, αναμένεται να συντελέσει στην εμβάθυνση της γνώσης σε πολλά επιστημονικά πεδία, οδηγώντας σε νέες εφευρέσεις και σε πρωτοπόρα επιστημονικά επιτεύγματα.

M.T.

Πηγή:

Markin C. J. *et al*, Revealing enzyme functional architecture via high-throughput microfluidic enzyme kinetics. *Science* 23 Jul 2021: Vol. 373, Issue 6553, eabf8761

ΒΙΒΛΙΟΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

Τεχνητή Νοημοσύνη: Μια διακριτική απομυθοποίηση

Ένα βιβλίο του Γιώργου Γιαννακόπουλου

Ο όρος τεχνητή νοημοσύνη (ΤΝ) συνοδεύεται από ισχυρές κοινωνικές αναπαραστάσεις. Οι αναπαραστάσεις αυτές έχουν προκύψει σε βάθος χρόνου και σε μεγάλο βαθμό αποτελούν μέρος της πολιτισμικής κουλτούρας. Η αναφορά στον όρο ανασύρει για τους νεότερους εικόνες από σειρές όπως το Black Mirror και το Westworld, ωστόσο οι συγκεκριμένες αποτελούν ίσως τις τελευταίες εκφάνσεις μίας εικόνας για την τεχνολογία που μπορεί να εντοπιστεί πολλές δεκαετίες νωρίτερα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο υπερ-υπολογιστής HAL 9000 στην ταινία του Στάνλεϊ Κιούμπρικ «2001: Η Οδύσσεια του Διαστήματος», ο οποίος, πολύ πιο διακριτικά από τον μεταγενέστερο εξολοθρευτή, στρέφεται σταδιακά εναντίων των ανθρώπων και τελικά τους σκοτώνει. Στο πλαίσιο αυτό, όπως είναι μάλλον λογικό, η συζήτηση γύρω από την τεχνητή νοημοσύνη εναλλάσσεται μεταξύ δύο αντιθετικών πόλων: την πίστη ότι μπορεί να είναι μοχλός ραγδαίας εξέλιξης για τους περισσότερους τομείς ανθρώπινης δραστηριότητας ή τον φόβο ότι θα αποβεί ολέθρια για την ανθρωπότητα. Δεδομένης της διεύθυνσης των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης στην καθημερινότητά μας, καλούμαστε σήμερα, περισσότερο από ποτέ, να αντικρίσουμε τις σχετικές τεχνολογίες με νηφαλιότητα και διάθεση για γνώση. Σε αυτό το δύσκολο έργο καλείται να συμβάλλει το βιβλίο του Γιώργου Γιαννακόπουλου «Τεχνητή Νοημοσύνη: Μια διακριτική απομυθοποίηση».

Το βιβλίο διαιρεί το ακανθώδες ζήτημα της ΤΝ σε πέντε κεφάλαια ώστε να εισαγάγει σταδιακά τον αναγνώστη. Το ταξίδι ξεκινά ήδη από τον πρόλογο στον οποίο γίνεται σαφές ότι ο συγγραφέας δεν επιθυμεί να πάρει θέση απέναντι από τον μη-ειδικό, αλλά αντίθετα στέκεται ως ένας πρόθυμος συνομιλητής που τυχαίνει να διαθέτει σχετική εξειδίκευση. Το στοιχείο αυτό αρκεί για να διαχωρίσει το βιβλίο από αντίστοιχες προσπάθειες εκλαΐκευσης του αντικειμένου της ΤΝ, καθώς αποτελεί εξ αρχής μια πρόσκληση σε διάλογο. Η πρόσκληση αυτή συνδέεται και με το ερώτημα γιατί αφορά τον μέσο αναγνώστη ένα βιβλίο για την τεχνητή νοημοσύνη. Για τον συγγραφέα η απάντηση είναι απλή: μας αφορά «γιατί θα κληθούμε άμεσα όλοι να πάρουμε μία θέση για τη θέση της τεχνητής νοημοσύνης στη ζωή μας» και αυτό δεν μπορεί να γίνει αν δεν γνωρίζουμε για αυτή.

Το βιβλίο δεν αποφεύγει τα ακανθώδη ζητήματα που σχετίζονται με την ΤΝ, αντιθέτως επιλέγει να τα θέξει χωρίς περιστροφές, απομυθοποιώντας, όπως μαρτυρά και ο τίτλος, όπου είναι απαραίτητο. Το πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου αφιερώνεται στη γνωριμία με την ΤΝ, εντοπίζοντας εξ αρχής δομικές δυσκολίες του αντικειμένου που αφορούν στην κατανόηση εννοιών όπως είναι η νοημοσύνη, αλλά και η αντίληψη και αξιολόγηση μιας σκέψης ή πράξης ως ανθρώπινης. Στη συνέχεια, κατακερματίζοντας τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν οι μηχανές, αποσαφηνίζει τον ρόλο του ανθρώπου σε κάθε στάδιο. Σημαντική είναι και η αναφορά στην ανάγκη για υλοποίηση της λεγόμενης ανθρωποκεντρικής τεχνητής νοημοσύνης (human-centered/ human-centric AI), για συστήματα δηλαδή τα οποία μπορούν να εξυπηρετήσουν ανθρώπινες αξίες και να πάρουν αποφάσεις που να είναι ελέγξιμες, αξιόπιστες και ειλικρινείς. Το βιβλίο εντοπίζει την ΤΝ στην καθημερινή ζωή και σε διαφορετικά πεδία ανθρώπινης δραστηριότητας, όπως είναι οι επιστήμες, η νομική, η δημοσιογρα-



Λίγα λόγια για τον συγγραφέα

Ο Γιώργος Γιαννακόπουλος είναι διδάκτορας τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) με περισσότερα από 15 χρόνια σχετικής ενασχόλησης. Είναι συνεργαζόμενος ερευνητής στο ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», ενώ έχει συνιδρύσει τη μη-κερδοσκοπική εταιρεία ανοικτής καινοτομίας SciFY (Επιστήμη για σένα), που ασχολείται με την αξιοποίηση επιστημονικής γνώσης για την κοινωνία. Από το 2017 διδάσκει σε μεταπτυχιακά μαθήματα σχετικά με την ΤΝ και την επιστήμη δεδομένων. Συμμετέχει σε επιστημονικές κοινότητες ανά τον κόσμο (EACL, EurAI, EETN), αλλά και σε εθνικά επιστημονικά όργανα (ΤΕΣ-ΕΣΣΕΤΕΚ), ενώ έχει συνεισφέρει στην εθνική στρατηγική για την ΤΝ. Τέλος, μοιράζεται την πολυετή εμπειρία του στο χώρο γνώσης που έχει αγαπήσει μέσα από δεκάδες ομιλίες για την ΤΝ σε ποικίλα κοινά, κάθε ηλικίας και επιπέδου ειδίκευσης. Το βιβλίο «Τεχνητή Νοημοσύνη: Μια διακριτική απομυθοποίηση» κυκλοφορεί από τις εκδόσεις Ροπή.

Περισσότερες πληροφορίες:
<https://aiibook.scify.org/>
<https://www.ropipublications.com/texniti-noimosyni/>

φία, οι τέχνες και τα παιχνίδια, εξοικειώνοντας τον αναγνώστη με τα διαφορετικά πεδία εφαρμογής της ΤΝ, προσφέροντας παραδείγματα και ενδιαφέροντα ιστορικά στοιχεία. Τα πιο τεχνικά σημεία των συστημάτων ΤΝ δεν αποκρύπτονται από τους αναγνώστες, αντίθετα παρουσιάζονται μέσα από παραδείγματα και αναλογίες.

Το βιβλίο τελειώνει όπως ξεκίνησε, γυρνώντας την προσοχή και πάλι στον άνθρωπο, τονίζοντας τον ρόλο που έχουν να παίξουν οι αναγνώστες, οι πολίτες. Ο συγγραφέας τονίζει ότι «μπορούν όλοι, ανεξαρτήτως θέσεως και ειδικότητας, να συνεισφέρουν στη διαμόρφωση πολιτικής για την τεχνητή νοημοσύνη, αλλά και στην ίδια τη νοημοσύνη των μηχανών». Ο Γιώργος Γιαννακόπουλος, χρησιμοποιώντας την ερευνητική και εκπαιδευτική του εμπειρία, καταφέρνει κάτι που σπάνια είναι εφικτό σε αντίστοιχα εγχειρήματα. Δεν αποσιωπά αλλά υπογραμμίζει την πολυπλοκότητα και την αβεβαιότητα που συνοδεύει τα σχετικά ζητήματα, τοποθετώντας τον άνθρωπο στο κέντρο, δίνοντάς του ενεργό ρόλο στις εξελίξεις. Με τον τρόπο αυτό, συμβάλλει ουσιαστικά σε ένα από τα πιο καίρια ζητήματα του παρόντος, αυτό του εκδημοκρατισμού της τεχνητής νοημοσύνης.

Όταν ο Μεσαίωνας έδειξε τον δρόμο

Ο Ανσέλμος του Κάντερμπερι (1033-1109) έχει μείνει γνωστός για το περίφημο *Οντολογικό Επιχείρημά* του, μία προσπάθεια λογικής απόδειξης της ύπαρξης του Θεού. Στο έργο του *Proslogion* (1078) ο Ανσέλμος λέει περίπου το εξής: «Ο Θεός είναι το υπέρτατο Ον που μπορεί να συλλάβει ο νους. Αυτό το Ον, επομένως, υπάρχει στον νου του ανθρώπου, ακόμη και ενός ανθρώπου που δεν πιστεύει στον Θεό. Από τη στιγμή που το υπέρτατο Ον υπάρχει ως ιδέα στον νου ενός ανθρώπου, τότε ο Θεός υπάρχει στην πραγματικότητα. Αν αυτό το Ον υπάρχει μόνο στον νου, τότε θα υπάρχει και ένα ανώτερο Ον που θα υπάρχει και στον νου και στην πραγματικότητα. Επομένως, ο Θεός υπάρχει». Τι έχουμε εδώ πέρα; Έχουμε μια προσπάθεια εφαρμογής της φιλοσοφικής μεθόδου στο χριστιανικό δόγμα χωρίς καμία χρήση ή επίκληση βιβλικής αυθεντίας. Επίσης, δεν γίνεται καμία χρήση του αποκαλυπτικού λόγου. Επρόκειτο για μία φοβερή καινοτομία, η οποία είχε επιχειρηθεί και κατά τον πρώιμο Μεσαίωνα αλλά η προσπάθεια στον Ύστερο Μεσαίωνα ήταν αρκετά πιο ολοκληρωμένη και ενδελεχής.

Ο Ανσέλμος έκανε κάτι πολύ σημαντικό. Εφάρμοσε την αρχή της αμφιβολίας σε κάθε δογματική πρόταση. Δεν το έκανε, προφανώς, γιατί δεν ήταν πιστός. Να σημειωθεί ότι θεωρείται Άγιος από τη Λουθηρανική, την Αγγλικανική και την Καθολική Εκκλησία. Ήθελε να δείξει ότι, μέσω της φιλοσοφικής μεθόδου και του λόγου, μπορεί να ενδυναμώσει την πίστη και το χριστιανικό δόγμα, με απώτερο σκοπό την προσέλκυση περισσότερων πιστών. Αν ο φιλοσοφικός λόγος μπορεί να ελέγξει την αλήθεια ή το ψεύδος μίας πρότασης περί Θεού, τότε αποδεικνύεται ότι αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τη θρησκεία και μπορεί να την ενδυναμώσει. Τι θα συνέβαινε, όμως, στην περίπτωση που ο λόγος ερχόταν σε αντίθεση με την πίστη;

Σε αυτό το σημείο, ας μιλήσουμε για τον Πέτρο Αβελάρδο (περ. 1079-περ. 1142), έναν εξαιρετικό στοχαστή του Μεσαίωνα στη βόρεια Γαλλία. Ο Αβελάρδος επέκτεινε το έργο του Ανσέλμου. Υπερασπίστηκε θέσεις που θεωρήθηκαν αρκετά επικίνδυνες για το χριστιανικό δόγμα και καταδικάστηκε δύο φορές από τις θρησκευτικές αρχές. Αυτό που έκανε ο Αβελάρδος ήταν να συγκεντρώσει σε ένα κείμενο, το περίφημο *Sic et non*, θρησκευτικές θέσεις των Πατέρων της Εκκλησίας που βρίσκονταν σε αντίθεση μεταξύ τους. Επιχειρούσε μέσα από τις αντιθέσεις, διαφορές και αμφισημίες, που είχαν οι θέσεις των Πατέρων μεταξύ τους, να δείξει πώς μπορούν να επιλυθούν τα προβλήματα μέσω λογικής οδού. Χρησιμοποιούσε, όπως και ο Ανσέλμος, την αρχή της αμφιβολίας, καθώς μόνο έτσι ο πιστός θα γνώριζε πραγματικά γιατί πιστεύει. Το αίτημα, δηλαδή,



δεν ήταν απλώς κανείς να πιστεύει αλλά να γνωρίζει γιατί πιστεύει.

Σε μία εποχή που ο αποκαλυπτικός λόγος ήταν ο πιο έγκυρος κάποιος διανοητής επιχειρούσαν να φέρουν και έναν άλλο λόγο στο προσκήνιο, ο οποίος διεκδικούσε να φέρει μεγαλύτερη εγκυρότητα για τη θρησκεία. Ωστόσο, μέσα από αυτό το εγχείρημα προέκυψαν και κάποια εύλογα ερωτήματα και προβλήματα μεθοδολογικής φύσης. Αυτά τα ερωτήματα και προβλήματα αποτέλεσαν και την εκκίνηση της διαμάχης μεταξύ λόγου και πίστης. Θα μπορούσε, για παράδειγμα, μία μέθοδος που εφαρμοζόταν στη μελέτη της φύσης ή στη νομική να αποτελέσει μέθοδος της θεολογίας; Πώς θα συμβιβάζονταν οι όποιες διαφορές ανάμεσα στις περιγραφές της Βίβλου που βασίζονταν στην αποκάλυψη και στην προσπάθεια λογικής τεκμηρίωσης της πίστης ή του Θεού; Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι ο αποκαλυπτικός λόγος δεν έχει καμία σχέση με τη λογική τεκμηρίωση και την επιχειρηματολογία. Ο αποκαλυπτικός λόγος δεν είναι παρά ο ισχυρισμός ενός ανθρώπου ότι ο Θεός του αποκαλύφθηκε (πχ ένα όραμα ή μια προφητεία). Είναι σαφές ότι τα χαρακτηριστικά του αποκαλυπτικού λόγου είναι αρκετά πιθανό να έρθουν σε σύγκρουση με μία στοχευμένη και προσεκτικά δομημένη φιλοσοφική μέθοδο.

Η αναφορά στον Ανσέλμο και τον Αβελάρδο δεν γίνεται για να δείξουμε ότι ο Μεσαίωνας δεν ήταν σκοτεινοί χρόνοι. Αυτό είναι γνωστό ότι αποτελεί μύθο. Ο Μεσαίωνας δεν ήταν σκοτεινοί χρόνοι, αντιθέτως ήταν αρκετά παραγωγικός σε πολλά επίπεδα. Η αναφορά στους δύο διανοητές γίνεται για διαφορετικό λόγο. Αρκετές φορές, ξεχνάμε ότι η βασική αρχή στη μελέτη της φύσης είναι η αμφιβολία και η αμφισβήτηση. Είναι αδύ-

νατον να παραχθεί νέα γνώση χωρίς να επερωτήσουμε την υπάρχουσα. Η αμφιβολία, όμως, δεν στρέφεται μόνο προς τα αποτελέσματα αλλά και προς τη μέθοδο. Το πλεονέκτημα της επιστήμης είναι πως όλες οι δομές της έχουν συγκροτηθεί με τέτοιον τρόπο ώστε να μην είναι άκαμπτες στην αναθεώρηση ή ακόμη και στη ριζική ανασυγκρότηση. Άλλωστε, το έχουμε δει πολλές φορές να γίνεται στην ιστορία των επιστημών και συνεχίζουμε να το βλέπουμε και σήμερα.

Ο Ανσέλμος και ο Αβελάρδος μας δείχνουν, από το πλαίσιο της δικής τους εποχής, ότι η αμφισβήτηση και αμφιβολία δεν συνεπάγεται εγκατάλειψη της θρησκείας. Δεν συνεπάγεται, δηλαδή, άρνηση του Θεού. Αντιθέτως, χρησιμοποιώντας την αμφισβήτηση και την αμφιβολία για να ενδυναμώσουν την πίστη. Κατά πόσο το πέτυχαν ή όχι, αποτελεί μια διαφορετική συζήτηση, η οποία έχει να κάνει με τα όρια του θεολογικού λόγου και τη σχέση θρησκείας και μελέτης της φύσης. Αυτό, όμως, που βλέπουμε είναι ότι δύο άνθρωποι χρησιμοποίησαν την αμφισβήτηση με έναν «ορθολογικό» τρόπο. Ακριβώς αυτό είναι που επιχειρούν να κάνουν και οι επιστήμονες στη νεωτερικότητα. Η αμφισβήτηση, όμως, έχει ένα τίμημα. Είναι το τίμημα να κάνουμε λάθος. Είναι το τίμημα να πρέπει να δούμε το έργο μας να αντικαθίσταται από το έργο κάποιων άλλων. Είναι το τίμημα να πληγεί ο εγωισμός μας. Πόσο καλά πιστεύετε ότι θα έπαιρνε ο Νεύτων την αντικατάσταση της φυσικής του από τον Αϊνστάιν; Ίσως όχι και τόσο καλά. Κάθε τίμημα, όμως, έχει και ένα «δώρο». Και το δώρο, εν προκειμένω, είναι ότι η αμφιβολία, η οποία αποτελεί προϊόν ενδελεχούς στοχασμού και διευρυμένων συναινέσεων της επιστημονικής κοινότητας, παράγει πάντα νέα γνώση. Η επιστήμη δεν είναι Θεός. Η επιστήμη αλλάζει καθώς αλλάζουμε κι εμείς. Είναι μια διαρκής ροή πλήρως εξαρτημένη από τις δυνατότητες και τις μεθόδους μας. Δεν είναι αυθύπαρκτη, ούτε υπήρχε από πάντα. Ίσως, τελικά, για αυτόν ακριβώς τον λόγο να απέτυχαν ο Ανσέλμος και ο Αβελάρδος στην προσπάθειά τους να ενδυναμώσουν την πίστη στον Θεό. Χρησιμοποίησαν μία πλήρως ανθρώπινη μέθοδο, που προϋποθέτει και απαιτεί τη διαρκή αλλαγή, σε ένα Ον που δεν αλλάζει ποτέ. Ας το θυμόμαστε αυτό την επόμενη φορά που θα αναφερθούμε στην Επιστήμη σαν να είναι Θεός.

Δ.Π.

Πηγές:

Lindberg C. David (1999), *Οι απαρχές της δυτικής επιστήμης: Η φιλοσοφική, θρησκευτική και θεολογική θεώρηση της Ευρωπαϊκής επιστημονικής παράδοσης, 600 π.Χ. — 1450 μ.Χ.*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

