

ΠΡΙΣΜΑ

ΕΝΘΕΤΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ,
ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ

Η ΑΥΓΗ

ΚΥΡΙΑΚΗ 15 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2017

Το δόγμα του πειράματος

Πολλές φορές διαφορετικοί πειραματιστές παράγουν διαφορετικά αποτελέσματα. Από τη χρήση διαφορετικών υλικών ή επιστημονικών οργάνων έως τις διαφορετικές συνθήκες εντός του εργαστηρίου, καθώς και από την υποστήριξη διαφορετικών επιστημονικών θεωριών έως τις ιδεολογικές προκαταλήψεις των πειραματιστών, τα αποτελέσματα μπορούν να διαφοροποιηθούν έντονα.

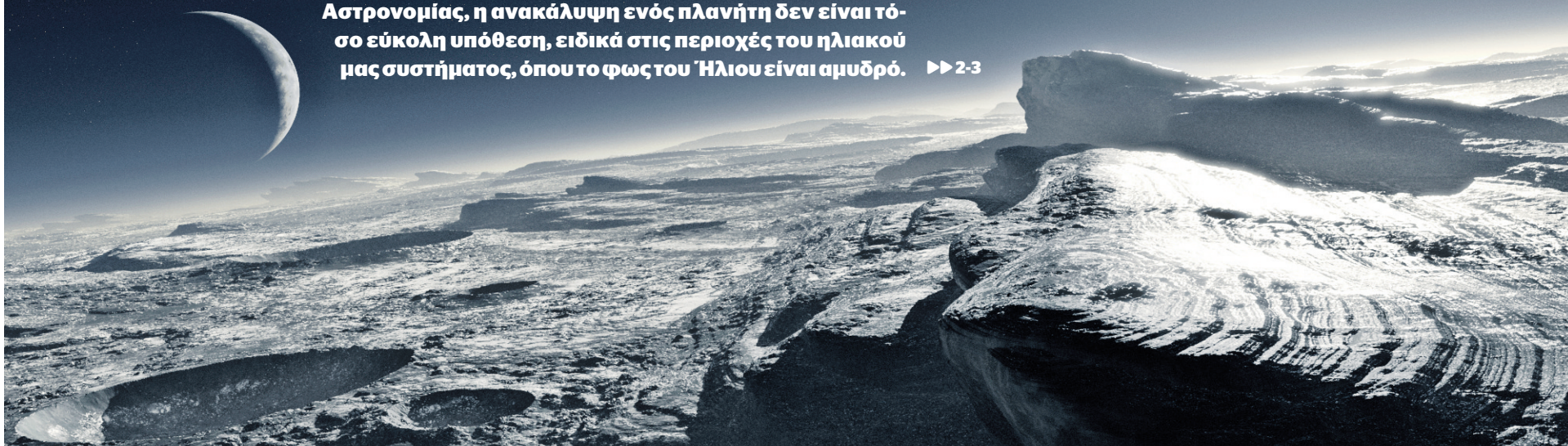


►► 8

Η ιστορία του πλανήτη

9

Οι πιο μακρινές γωνιές του ηλιακού μας συστήματος παραμένουν ακόμα γεμάτες μυστικά. Πρόσφατα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι είναι πιθανή η ύπαρξη ενός μεγάλου ένατου πλανήτη και πολλοί πιστεύουν ότι μέσα στα επόμενα χρόνια θα καταφέρουμε να τον παρατηρήσουμε με κάποιο τηλεσκόπιο. Ωστόσο, όπως έχει δείξει η ιστορία της Αστρονομίας, η ανακάλυψη ενός πλανήτη δεν είναι τόσο εύκολη υπόθεση, ειδικά στις περιοχές του ηλιακού μας συστήματος, όπου το φως του Ήλιου είναι αμυδρό. ►► 2-3



Φταίνει οι Ρώσοι χάκερς για τον Τραμπ;

ΗΤΑΝ Ρώσοι οι χάκερς που υπέκλεψαν μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και τα έδωσαν στα Wikileaks; «Ναι» λέει η CIA, «ναι» και οι Δημοκρατικοί, «όχι» μέχρι πρότινος ο Ντ. Τραμπ, «μάλλον» λέει σήμερα. Και η δημοσίευσή τους προκάλεσε την ήττα της Χίλαρι Κλίντον; «Ίσως» λέει η CIA, «ναι» οι Δημοκρατικοί, «όχι» ο Ντ. Τραμπ. Ποια είναι η αλήθεια στο κυβερνοθρίλερ που σπρώχνει την αμερικανική κοινή γνώμη να κοιτάξει μακριά από τα αληθινά προβλήματα της χώρας;



►► 4-5

ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η διαμάχη γύρω από την πρόβλεψη σεισμών

ΑΜΕΣΩΣ μετά την εμφάνιση της μεθόδου BAN ξέσπασε μια έντονη διαμάχη ανάμεσα στους επιστήμονες, η οποία εξίσου σύντομα βγήκε έξω από τα όρια της επιστημονικής κοινότητας, με αποτέλεσμα σημαντικά επεισόδιά της να εκτυλιχθούν στη δημόσια σφαίρα. Η έρευνα που παρουσιάζεται αφορά την κατανόηση αυτής της διαμάχης χρησιμοποιώντας τα εργαλεία των Σπουδών Επιστήμης και Τεχνολογίας.

►► 7

Νέος κύκλος διαλέξεων στο ΕΙΕ με θέμα «Επιστήμη και Θρησκεία: Μία περίπλοκη σχέση»

ΜΕ ΑΦΟΡΜΗ το πρόγραμμα «Επιστήμες και Ορθοδοξία ανά τον Κόσμο» (Science & Orthodoxy around the World), το Ινστιτούτο Ιστορικών Ερευνών (ΙΙΕ)-Τομέας Νεοελληνικών Ερευνών του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών εγκαινιάζει τον δεύτερο κύκλο διαλέξεων των μορφωτικών εκδηλώσεων του ΕΙΕ γύρω από το ζήτημα της σχέσης των επιστημών με τη θρησκεία με τίτλο «Επιστήμη και Θρησκεία: Μία περίπλοκη σχέση».

►► 6

Ενέργεια

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ, αντίθετα απ’ ό,τι θα πίστευε κανείς, είναι πολύ πρόσφατη ανακάλυψη. Μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα, οι περισσότερες από τις φυσικές εκδηλώσεις που σήμερα συνδέονται με την έννοια της ενέργειας συνδέονταν κατά κύριο λόγο με τη δύναμη και μάλιστα με μια πολύ χαλαρή εκδοχή του όρου: Η μηχανική ώση, η δύναμη που «έχει» ένα κινούμενο σώμα, η δύναμη της θερμότητας, η δύναμη του ηλεκτρισμού, το φως κ.λπ. Γύρω στα μέσα του αιώνα, οι φυσικοί αρχίζουν να διατυπώνουν ο ένας μετά τον άλλο την αρχή διατήρησης μιας οντότητας που μπορεί να παίρνει διάφορες μορφές και μέσω των μετασχηματισμών της να ζωογονεί τη φύση. Το δεύτερο μισό του αιώνα αφιερώθηκε στη διαμάχη γύρω από τη φύση της οντότητας που «ανακαλύφθηκε»: Τι είναι ενέργεια; Είναι ένα αβαρές ρευστό, μια διάσταση του θείου σχεδίου της Δημιουργίας ή μια μαθηματική αφάιρεση, που συμπυκνώνει τη δυναμική της αλλαγής στη φύση;

Όπως συμβαίνει τις περισσότερες φορές, η απάντηση δεν δόθηκε ποτέ. Η φυσική, αντίθετα από ό,τι αφήνει να εννοείται, ποτέ δεν ταίπηγαν καλά με ερωτήματα οντολογίας. Αυτό που έγινε, όμως, είναι ότι επανιδρύθηκε η ίδια η φυσική: Η επιστήμη που γνωρίζουμε σήμερα θεμελιώνεται στην έννοια της ενέργειας, χωρίς να διερωτάται για τη φύση και την προέλευσή της. Αποφασιστικής σημασίας γι’ αυτή την εξέλιξη υπήρξε η δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση. Η ενέργεια, η διατήρησή της, οι μετατροπές και οι απώλειές της έγιναν το κατεξοχήν αντικείμενο ενός θεωρητικού και πρακτικού στοχασμού, που είχε στόχο να τιθασεύσει τις δυνάμεις που έδωσε ο Θεός στη φύση και να τις θέσει στην υπηρεσία του βιομηχανικού καπιταλισμού. Κάτι πολύ περισσότερο, μάλιστα: Να δείξει ότι ο κόσμος, όπως φτιάχτηκε από τον Θεό, είναι συμβατός με τον καπιταλιστικό τρόπο παραγωγής και, αντιστρόφως, ότι ο καπιταλισμός είναι ένα «φυσικό» σύστημα.

Ως αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας, οι μηχανές που «παράγουν» ενέργεια και τα θεωρητικά μοντέλα που μελετούν τους «νόμους» της μετατροπής της απέκτησαν τέτοια φυσικότητα, που τους επέτρεψε να αποτελέσουν τη βάση για την κατανόηση ολόκληρης της φύσης: Ο κόσμος παύει να είναι ο σύνθετος, πλην αιποϊκός στη σύλληψή του, ωρολογιακός μηχανισμός του Καρτέσιου. Γίνεται μια *μοντέρνα* μηχανή που αυτορρυθμίζεται μέσω της ανταλλαγής ποσοτήτων ενέργειας και η γνώση του κόσμου γίνεται η γνώση των κανονικότητων και των περιορισμών που διέπουν αυτές τις ανταλλαγές. Αυτό δεν σημαίνει ότι η φυσική γνώση είναι μια μεταφορά – όπως δεν ήταν, εξάλλου, και στα χρόνια του Καρτέσιου. Αυτό που γνωρίζουμε θεμελιώνεται πάντοτε στην αντικειμενική πραγματικότητα. Ο τρόπος που τη γνωρίζουμε, όμως, δεν θεμελιώνεται σε μια μεθοδολογική ουδετερότητα. Αντιθέτως, συμπυκνώνει τις κοινωνικές σχέσεις και τις σχέσεις εξουσίας του πλαισίου στο οποίο διαμορφώθηκε. Και, ως αποτέλεσμα, συντείνει στην περαιτέρω φυσικοποίηση αυτών των σχέσεων.

Μ.Π.

Η ιστορία του πλανήτη

Το ηλιακό μας σύστημα είναι η γειτονιά του πλανήτη μας, της Γης, και τα σώματα που το αποτελούν είναι τα κοντινότερα αντικείμενα του Σύμπαντος. Πολλά από τα αντικείμενα αυτά, όπως οι πλανήτες, η Σελήνη και ο Ήλιος (του οποίου τη σημασία δεν χρειάζεται κανείς να υπογραμμίσει), έχουν παρατηρηθεί και μελετηθεί εκτενώς από την αρχαιότητα. Ωστόσο, το ηλιακό μας σύστημα κρύβει ακόμα πολλά μυστικά, καθώς οι πιο μακρινές του γωνίες παραμένουν αχαρτογράφητες. Αμέτρητα μικρά αντικείμενα βρίσκονται κρυμμένα εκεί, αλλά ακόμα και ένας γίγαντας πλανήτης θα περνούσε απαρατήρητος, καθώς σε τόσο μεγάλη απόσταση από τον Ήλιο, το φως που θα αντανακλούσε θα ήταν πολύ αμυδρό.

Τον Ιανουάριο του 2016, οι Κονσταντίν Μπατίγκιν και Μάικλ Ε. Μπράουν, του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Πασαρέντα στην Καλιφόρνια, δημοσίευσαν μια εργασία στην οποία γίνεται λόγος για την ύπαρξη ενός ένατου πλανήτη, τουλάχιστον δέκα φορές πιο μαζικού από τη Γη, διακόσιες φορές πιο μακριά από τον Ήλιο. Οι συγγραφείς του άρθρου κατέλη-

ξαν σε αυτό το συμπέρασμα μελετώντας τα αντικείμενα της ονομαζόμενης ζώνης του Κόιπερ (προφέρεται «Κόιπερ»). Η ζώνη αυτή περιβάλλει το ηλιακό μας σύστημα, βρίσκεται έξω από την τροχιά του Ποσειδώνα και τις τελευταίες δεκαετίες έχουν ανακαλυφθεί πολλά από τα σώματα που την απαρτίζουν. Η υπόθεση των συγγραφέων στηρίζεται στη μελέτη των τροχίων των μικρών αυτών αντικειμένων και είχε προκαλέσει έντονο ενδιαφέρον στη δημόσια σφαίρα. Για να αποδειχτεί ή να διαψευστεί η ύπαρξη του μεγάλου αυτού πλανήτη, είναι απαραίτητες περισσότερες μελέτες και απευθείας παρατηρήσεις από μεγάλα τηλεσκόπια, ενώ, σύμφωνα με το περιοδικό "Nature", αναμένουμε το 2017 να φέρει εξελίξεις σε αυτό το θέμα.

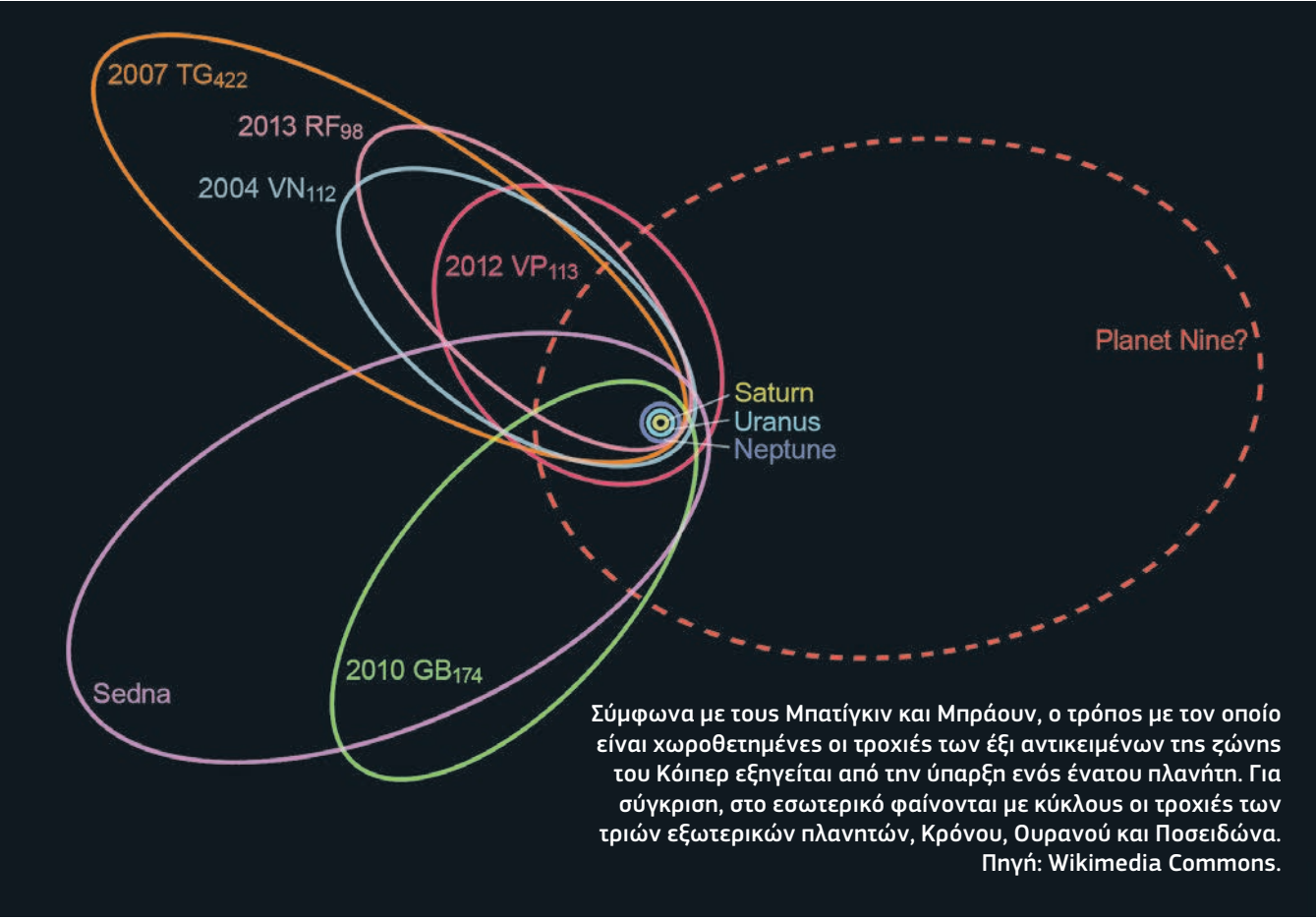
Ανεξάρτητα από την επιβεβαίωση ή απόρριψη αυτού του αποτελέσματος, ένα είναι το ασφαλές συμπέρασμα: Η αναζήτηση νέων κόσμων στο ηλιακό σύστημα είναι ένα συναρπαστικό ταξίδι, που ξεκίνησε μετά την κατασκευή των πρώτων τηλεσκοπίων και συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Κάθε φορά χρειάστηκαν πολλές παρατηρήσεις και υποθέσεις και πολλές

φορές η επιστημονική κοινότητα οδηγήθηκε σε απροσδόκτες ανακλύψεις και αναθεωρήσεις.

Το ηλιακό σύστημα «μεγαλώνει»

Η κληρονομιά των αρχαίων αστρονόμων στους μελετητές του 17ου αιώνα ήταν πέντε πλανήτες. Ο Ερμής, η Αφροδίτη, ο Άρνος, ο Δίας και ο Κρόνος ήταν οι σύντροφοι της Γης στο ετήσιο ταξίδι της γύρω από τον Ήλιο. Τον Μάρτιο του 1781, ο Βρετανός αστρονόμος Ουίλιαμ Χέρσελ 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 αντικείμενου και να διαπιστωθεί τελικά ότι πρόκειται για έναν νέο πλανήτη, ο οποίος ονομάστηκε Ουρανός. Για πρώτη φορά έπεται από αιώνες, η ηλιακή οικογένεια αποκτούσε ένα νέο μέλος.

Η ανακάλυψη αυτή άνοιξε τον δρόμο και για την επόμενη, αυτή του πλανήτη Ποσειδώνα. Η μελέτη της τροχιάς του Ουρανού οδήγησε αρχικά τον Αλέξις Μπου-



Σύμφωνα με τους Μπατίγκιν και Μπράουν, ο τρόπος με τον οποίο είναι χωροθετημένες οι τροχιές των έξι αντικειμένων της ζώνης του Κόιπερ εξηγείται από την ύπαρξη ενός ένατου πλανήτη. Για σύγκριση, στο εσωτερικό φαίνονται με κύκλους οι τροχιές των τριών εξωτερικών πλανητών, Κρόνου, Ουρανού και Ποσειδώνα. Πηγή: Wikimedia Commons.

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Λήδα Αρνέλλου, Διδάκτωρ Επικοινωνίας της Επιστήμης
Βάγια Καϊμάκη, Διδάκτωρ Επικοινωνίας, Μέσων και Πολιτισμού
Γιάννης Κοντογιάννης, Διδάκτωρ Αστροφυσικής
Μανώλης Πατηνιώτης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ιστορίας των Επιστημών, Πανεπιστημίου Αθηνών
Δημήτρης Πετάκος, Διδάκτωρ Ιστορίας των Επιστημών

9

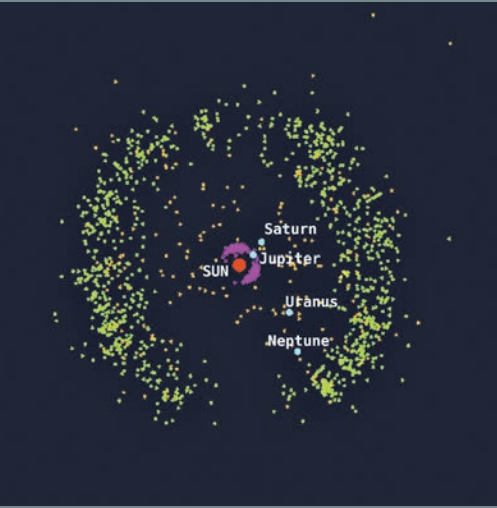


βάρντ και στη συνέχεια τους Τζον Κόουτς Άνταμς και Ουρμπέν Λε Βεριέ στην υπόθεση ότι ακόμη ένας πλανήτης επιδρά, με τη βαρύτητά του, στην κίνηση του Ουρανού. Οι δύο τελευταίοι μάλιστα υπολόγισαν και τα χαρακτηριστικά του νέου αυτού πλανήτη, ο οποίος

Η ζώνη του Κόιπερ

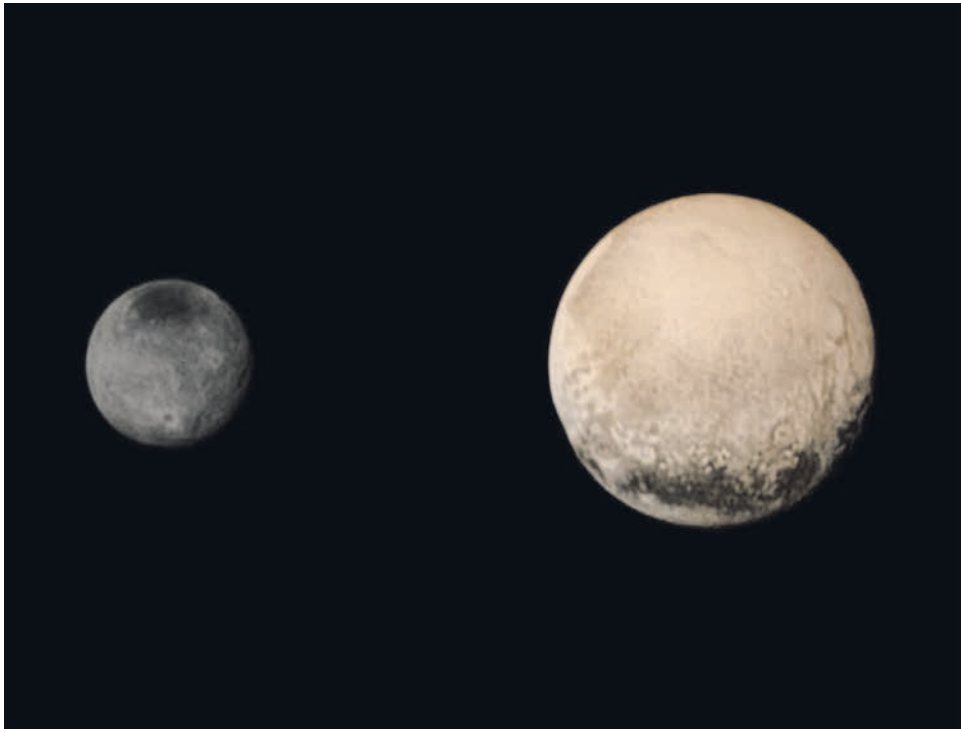
ΤΟ 1951, ο Ολλανδοαμερικανός αστρονόμος Ζεράρ Π. Κόιπερ διατύπωσε την άποψη ότι, κατά την εξέλιξη του ηλιακού συστήματος, ένας δίσκος από μικρά σώματα μπορεί να έχει σχηματιστεί και να περιβάλλει το ηλιακό μας σύστημα έξω από την τροχιά του τελευταίου γνωστού πλανήτη. Στα χρόνια που ακολούθησαν, παραλλαγές αυτής της υπόθεσης διατυπώθηκαν και από άλλους επιστήμονες. Η ύπαρξη κομητών μικρής περιόδου, οι οποίοι κινούνται κοντά στο επίπεδο της εκλειπτικής (το επίπεδο στο οποίο κινούνται οι πλανήτες) θεωρήθηκε μια ένδειξη της ύπαρξης της ζώνης του Κόιπερ. Ανεξάρτητα, πάντως, από το ζήτημα της προέλευσης των κομητών, η ανακάλυψη του Ουρανού, του Ποσειδώνα και του Πλούτωνα είχε ήδη πυροδοτήσει το ερώτημα κατά πόσο το εξωτερικό ηλιακό μας σύστημα είναι «άδειο» ή περιέχει σκοτεινά αντικείμενα που δεν μπορούμε να δούμε.

Η ύπαρξη της ζώνης του Κόιπερ εξακριβώθηκε μέσω παρατηρήσεων το 1992, όταν εντοπίστηκε το πρώτο αντικείμενο, με το όνομα 1992 QB1 από τους Τζ. Ε. Λούου και Ντ. Σ. Τζιούιτ. Αυτοί χρησιμοποίησαν διαδοχικές παρατηρήσεις μιας περιοχής του ουρανού που είχαν ληφθεί από το τηλεσκόπιο διαμέτρου 2,2 μέτρων, το οποίο βρίσκεται στο Μάουνα Κέα της Χαβάης. Από τότε έχουν ανακαλυφθεί πάνω από χίλια αντικείμενα, σε μια ζώνη από 30 ως 50 αστρονομικές μονάδες, συμπεριλαμβανομένου, πλέον, και του νάνου πλανήτη Πλούτωνα.



εν τέλει παρατηρήθηκε από τον Γιόχαν Γκότφριντ Γκαλ τον Αύγουστο του 1846. Το ενδιαφέρον στην περίπτωση της ανακάλυψης του Ποσειδώνα είναι η έριδα που ξέσπασε σχετικά με την ανακάλυψή του. Δεν είναι πάντα ξεκάθαρο ποια μελέτη είχε τη μεγαλύτερη συνεισφορά σε μια ανακάλυψη, ενώ στην περίπτωση της Αστρονομίας η ίδια η έννοια της ανακάλυψης επιδέχεται ερμηνειών. Ανακαλύπτει αυτός που προβλέπει μέσω υπολογισμών ή αυτός που «βλέπει» με το τηλεσκόπιο του; Στην περίπτωση του Ποσειδώνα, ιστορικοί προτείνουν να χρεωθεί την ανακάλυψη αυτός που κατάφερε να κινητοποιήσει την περαιτέρω αναζήτησή του από την επιστημονική κοινότητα, δηλαδή ο Λε Βεριέ.

Με έναν παρόμοιο τρόπο οδηγηθήκαμε και στην ανακάλυψη του πλανήτη Πλούτωνα το 1930. Η εντατική μελέτη των τροχίων των δύο νέων πλανητών με τη βοήθεια της Μηχανικής του Νεύτωνα οδήγησε πλήθος επιστημόνων τον 19ο αιώνα στην πεποίθηση ότι θα πρέπει να υπάρχει και άλλος πλανήτης έξω από την τροχιά του Ποσειδώνα. Οι Πέρσιβαλ Λόουελ και Ουίλιαμ Χένρι Πίκερινγκ, έχοντας τη φιλοδοξία να λύσουν το μυστήριο, υπολόγισαν, κατόπιν εκτενών παρατηρήσεων, τα πιθανά στοιχεία του άγνωστου πλανήτη. Το 1930, ο «πλανήτης X» εντοπίστηκε τελικά από τον νεαρό Κλάιντ Τόμπαου και ο Πλούτωνας έγινε το νέο μέλος της οικογένειας των πλανητών. Οι μελέτες που ακολούθησαν έδειξαν ότι ο Πλούτωνας διαφέρει από τους αέριους γίγαντες Ποσειδώ-



Ο Πλούτωνας και ο δορυφόρος του Χάρων όπως απεικονίστηκαν από την αποστολή New Horizons της NASA. Πηγή: Wikimedia Commons.

να, Ουρανό, Δία και Κρόνο, καθώς είναι στερεός και πολύ μικρότερος. Η προέλευσή του αρχικά προβληματίσε τους αστρονόμους, καθώς θα μπορούσε να είναι ένας μεγάλος αστεροειδής ή ένας δορυφόρος του Ποσειδώνα που «ξέφυγε» από τη βαρυτική του έλξη. Πάντως, από νωρίς αποδείχτηκε ότι η μικρή μάζα του Πλούτωνα δεν επαρκούσε για να λύσει το μυστήριο του πλανήτη X, με αποτέλεσμα περίπου τρεις φορές πιο μακριά από τον Πλούτωνα.

Η εξορία του Πλούτωνα και η οικογένεια των νάνων πλανητών

Μέχρι τον Αύγουστο του 2006, εννέα πλανήτες περιστρεφόνταν γύρω από τον Ήλιο. Η ανακάλυψη, όμως, του Πλούτωνα έμελε να σημάνει και την εξορία του από την οικογένεια των πλανητών, καθώς έφερε τους επιστήμονες μπροστά σε ένα σημαντικό ερώτημα: Με ποια κριτήρια ένα αντικείμενο ονομάζεται πλανήτης;

Παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ότι η έννοια του πλανήτη δεν ήταν πλήρως καθορισμένη μέχρι τότε, καθώς δεν υπήρχε η ανάγκη για κάτι τέτοιο. Με την ανακάλυψη του Πλούτωνα, όμως, η κατάσταση άλλαξε. Ο εντοπισμός του δορυφόρου του Χάροντα το 1978 και η μέτρηση της μάζας του έδειξαν ότι ο Πλούτωνας είναι πολύ μικρότερος από ό,τι αρχικά πιστευόταν. Τα ευρήματα αυτά ακολούθησε η ανακάλυψη των αντικειμένων της ζώνης του Κόιπερ, πολλά από τα οποία είχαν μεγάλες ομοιότητες με τον Πλούτωνα. Ήταν όλα αυτά πλανήτες; Η μήπως έπρεπε να ξεκαθαριστεί τι εννοούμε με τον όρο «πλανήτης»;

Τον Αύγουστο του 2006 πραγματοποιήθηκε στην Πράγα το 26ο Συνέδριο της Διεθνούς Αστρονομικής Ένωσης, στο οποίο ορίστηκαν οι τρεις προϋποθέσεις που θα πρέπει να πληροί ένα αντικείμενο ώστε να ονομάζεται πλανήτης: Θα πρέπει να περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο, να έχει αρκετά ισχυρή βαρύτητα, ώστε το σχήμα του να είναι σφαιρικό, και να έχει «καθαρίσει» την περιοχή της τροχιάς του από αντικείμενα παρόμοιου μεγέθους. Η τρίτη προϋπόθεση σημαίνει πρακτικά ότι ο

υπό εξέταση πλανήτης θα πρέπει να είναι σημαντικά μεγαλύτερος από τα υπόλοιπα αντικείμενα της «περιοχής του». Τα τρία αυτά κριτήρια ικανοποιούνται για τους οκτώ πρώτους πλανήτες, όχι όμως και για τον Πλούτωνα. Αντίθετα, αποφασίστηκε ότι αυτός αποτελεί έναν «νάνο πλανήτη», ενώ το ίδιο ισχύει και για μερικά από τα σώματα που ανακαλύφθηκαν αργότερα, όπως για παράδειγμα η Έριδα, η οποία έχει μεγαλύτερη μάζα και βρίσκεται περίπου τρεις φορές πιο μακριά από τον Πλούτωνα.

Πάντως, παρά την εξορία του, το ενδιαφέρον για τον Πλούτωνα αναζωπυρώθηκε τα τελευταία χρόνια. Η αποστολή New Horizons, η οποία προσέγγισε τον νάνο πλανήτη τον Ιούλιο του 2015, έστειλε εντυπωσιακές φωτογραφίες από τον παγωμένο και σκοτεινό αυτό κόσμο του Πλούτωνα και του Χάροντα.

Πότε ξέρουμε ότι ανακαλύφθηκε ένας πλανήτης; Όταν τον «βλέπουμε» ή όταν πιστεύουμε ότι είναι εκεί; Μπορεί να επιβεβαιωθεί η ύπαρξη του μυστηριώδη ένατου πλανήτη; Η απευθείας παρατήρησή του με τηλεσκόπιο είναι πολύ δύσκολη, καθώς, λόγω της απόστασής του και της τροχιάς του, ο πλανήτης βρίσκεται για πολλές χιλιάδες χρόνια πολύ μακριά από τον Ήλιο. Οι παρατηρήσεις από τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια του κόσμου που είναι προγραμματισμένες για τα επόμενα χρόνια καθώς και η περαιτέρω μελέτη των σκοτεινών αντικειμένων της ζώνης του Κόιπερ αναμένουμε να μας δώσουν περισσότερες απαντήσεις. Είναι πιθανό νέοι υπολογισμοί να απορρίψουν εξ ολοκλήρου την ύπαρξή του ή απλώς να διαψεύσουν τις εκτιμήσεις των Μπατίγκιν και Μπράουν σχετικά με το μέγεθος και τη θέση του. Ακόμα κι αν ο συγκεκριμένος «πλανήτης εννέα» αποδειχθεί μια επιστημονική υπόθεση με δόφο τέλος, το ερώτημα θα παραμείνει και οι πιο μακρινές περιοχές του ηλιακού μας συστήματος θα εξακολουθήσουν να είναι γεμάτες μυστήριο και εκπλήξεις.

Γ.Κ.

Σε θρίλερ εξελίσσεται τις τελευταίες εβδομάδες η υπόθεση της υποκλοπής από Ρώσους χάκερς που, όπως ακούσαμε σε όλους τους τόνους, επηρέασε (;) τις αμερικανικές εκλογές υπέρ του Ντόναλντ Τραμπ. Κάτι που ο ίδιος ο Τραμπ αρνούταν να παραδεχθεί μέχρι πριν από λίγες ημέρες, όταν μια μεγάλη έκθεση των αμερικανικών μυστικών υπηρεσιών τεκμηρίωσε ότι η Ρωσία επιδόθηκε σε κυβερνοεπιθέσεις με στόχο να διαταράξει τη διεξαγωγή των προεδρικών εκλογών στις ΗΠΑ.

Ο –από την επόμενη εβδομάδα πρόεδρος των ΗΠΑ– Ντόναλντ Τραμπ πιστάτικε έτσι σε μια παγίδα ανάμεσα στα «αισθήματα» που τρέφει για τους Ρώσους και την εμπιστοσύνη που ως πρόεδρος οφείλει να δείξει στις μυστικές υπηρεσίες της χώρας του. Αναγκάστηκε λοιπόν να παραδεχτεί, μέσω των συνεργατών του, ότι πιθανόν η Μόσχα να ενεπλάκη στην κυβερνοεπιθεση, ενώ μέχρι πρότινος διατεινόταν ότι τέτοιες κατηγορίες είναι προϊόν των πολιτικών του αντιπάλων, που προσπαθούν να υπονομεύσουν την νίκη του. Δεν συζητά, φυσικά, καθόλου το εάν η νίκη του ήταν απόρροια της επίθεσης και των δημοσιευμάτων που ακολούθησαν.

Γεγονός είναι, όμως, ότι στο τεχνολογικό αυτό θρίλερ μένουν αναπάντητα σημαντικά ερωτήματα:

■ Ήταν οι Ρώσοι πίσω από τις κυβερνοεπιθέσεις;

■ Αν ναι, ήταν ενορχηστρωμένες από τον πρόεδρο Πούτιν;

■ Επηρέασαν πράγματι το αποτέλεσμα των εκλογών;

Σε συγχορδία, η CIA, η NSA και το FBI υποστηρίζουν πως ναι, οι επιθέσεις ήρθαν από τη Ρωσία. Η CIA υποστηρίζει πως έχει ταυτοποιήσει τους Ρώσους αξιωματούχους που υπέκλεψαν μέσω τρίτων υλικό από την Εθνική Επιτροπή των Δημοκρατικών και από στελέχη του κόμματος και στη συνέχεια τα δημοσίευσαν στον ιστότοπο WikiLeaks κατά παραγγελία του Ρώσου προέδρου Βλαντίμιρ Πούτιν. Οι μεσάζοντες ήταν τα WikiLeaks, τα DCLeaks.com και ο χάκερ (ή η ομάδα χάκερς) με το όνομα Guccifer 2.0. Σύμφωνα με την εταιρεία κυβερνοασφάλειας CrowdStrike, την οποία προσέλαβε η Εθνική Επιτροπή των Δημοκρατικών, ο Guccifer 2.0 θα μπορούσε να είναι «μέρος της εκστρατείας παραπληροφόρησης της ρωσικής αντικατασκοπίας». Υποστηρίζουν μάλιστα ότι πρόκειται για μια επιχείρηση αντίστοιχη με εκείνη που έκανε το σήμα του γαλλικού τηλεοπτικού δικτύου TV5 Monde να πέσει στις 8 Απριλίου 2015. Στην αρχή μια οργάνωση με το όνομα «ΚυβερνοΧαλιφάτο» (που υποτίθεται ότι υποστήριζε το Ισλαμικό Κράτος) ανέλαβε την ευθύνη, όμως αργότερα υπήρξε έρευνα που «έδειχνε» προς τη Μόσχα. Οι αμερικανικές υπηρεσίες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η ρωσική κυβέρνηση κλιμάκωσε τις προσπάθειές της ξεκινώντας από το να προκαλέσει προβλήματα στη διαδικασία των αμερικανικών προεδρικών εκλογών και φτάνοντας ως το να παράσχει βοήθεια στην προεκλογική εκστρατεία του Ντόναλντ Τραμπ.

Σε κάποιες περιπτώσεις, υποστηρίζουν, το υλικό ακολούθησε μια «πλάγια πορεία» από την GRU, τη ρωσική στρατιωτική υπηρεσία πληροφοριών, ως τον ιστότοπο WikiLeaks, σε μια

Τι ακριβώς έκαναν οι χάκερς;

να δώσει προσωπικά στοιχεία, π.χ. δηλώνουν ότι είναι η τράπεζα και σου ζητάνε να στείλεις τους κωδικούς της κάρτας σου) περιμένοντας ότι κάποιος θα «τσιμπήσει» και θα κλικάρει. Ένας από αυτούς που την πάτησαν ήταν ο Τζον Ποντέστα, ο επικεφαλής της καμπάνιας της Χίλαρι Κλίντον. Οι «New York Times» αποκάλυψαν ότι ένας από τους βοηθούς του Ποντέστα είχε υποψίες για το συγκεκριμένο μήνυμα και το έστειλε σε έναν τεχνικό. Ωστόσο, αργότερα, από λάθος, ο ίδιος βοηθός έδωσε το OK για το μήνυμα. Αυτό επέτρεψε στους χάκερς να έχουν πρόσβαση σε περίπου 60.000 e-mails του Ποντέστα. Οι χάκερς κατάφεραν επίσης να διεισδύσουν στην Εθνική Επιτροπή των Δημοκρατικών. Στη συνέχεια, από τον περασμένο Ιούνιο και μετά, τα e-mails άρχισαν να δημοσιεύονται στα WikiLeaks και ο αντίκτυπός τους θεωρείται ότι έκανε ζημιά στην Κλίντον. Η πρόεδρος της Εθνικής Επιτροπής των Δημοκρατικών Ντένι Βάσερμαν Σουλτς αναγκάστηκε να παραιτηθεί.



ΣΥΜΦΩΝΑ με την έκθεση, οι χάκερς έκαναν συνεχείς προσπάθειες να «μπουν» σε ισχυρούς αμερικανικούς θεσμούς, ακόμα και στον Λευκό Οίκο και στο υπουργείο Εξωτερικών. Η τακτική ήταν απλή: Έστειλαν πολλά μηνύματα phishing (e-mails που προσπαθούν να ξεγελάσουν τον παραλήπτη για

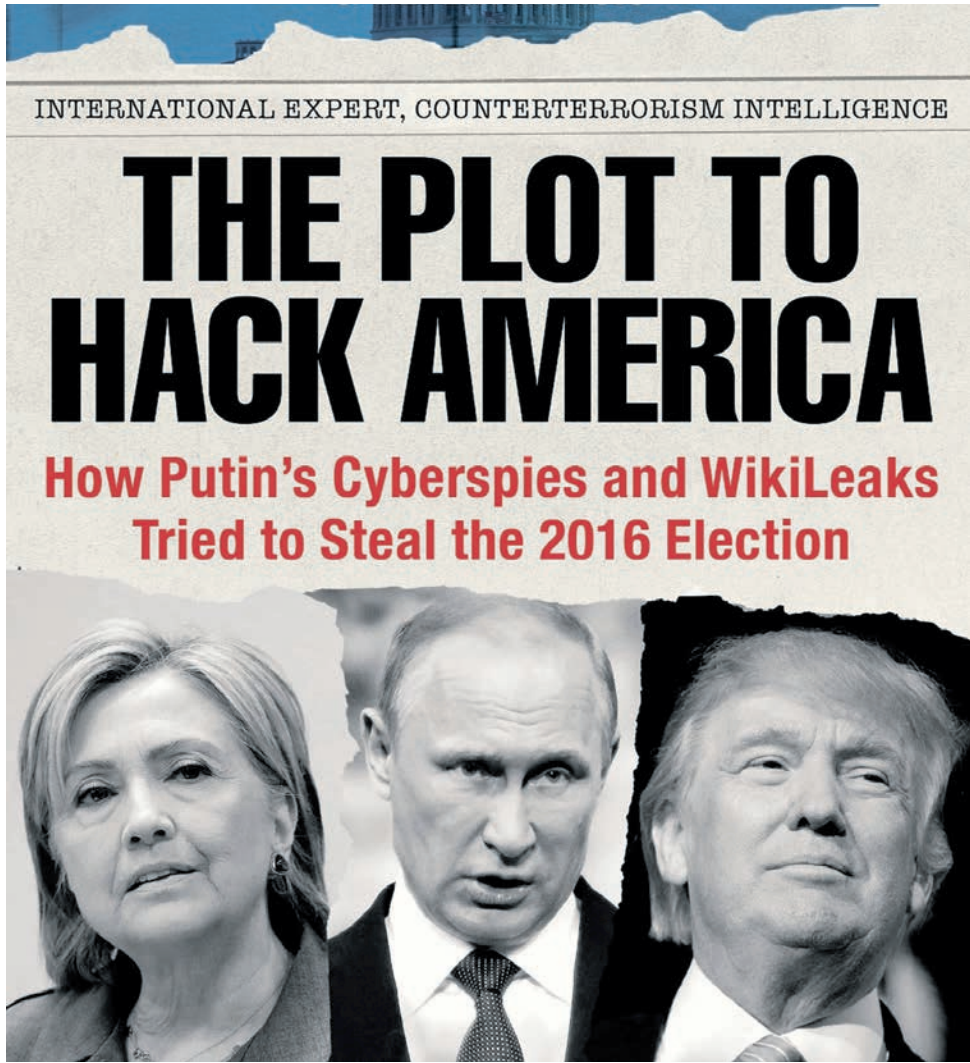
προφανή προσπάθεια να μην μπορεί να εντοπιστεί η πηγή του υλικού. Η πλάγια αυτή πορεία έδωσε την ευκαιρία στον ιδρυτή του WikiLeaks Τζούλιαν Ασάνζ να ισχυριστεί πως η ρωσική κυβέρνηση ή οι κρατικές υπηρεσίες δεν είναι η πηγή του υλικού που δημοσιεύτηκε.

Σε συνέντευξή του στο τηλεοπτικό δίκτυο Fox News την προηγούμενη εβδομάδα, ο Ασάνζ δήλωσε ότι δεν έλαβε τα e-mails που υπεκλάπησαν από τον επικεφαλής της εκστρατείας της Κλίντον Τζον Ποντέστα και από την Εθνική Επιτροπή του Δημοκρατικού Κόμματος «από κρατικό φορέα». Και μάλιστα υποστήριξε ότι «Ένας 14χρονος μάλλον χάκαρε τον Ποντέστα. Γιατί λοιπόν το Δημοκρατικό Κόμμα έδειξε αμέλεια».

Είναι όμως ο Ασάνζ αξιόπιστος μάστιγας; Ο ιδρυτής των WikiLeaks, που βρίσκεται «όμπρος» στην πρεσβεία του Ισημερινού στο Λονδίνο, προκάλεσε τη μίση των συντηρητικών της Δύσης με τις αποκαλύψεις για τον πόλεμο στο Ιράκ –και όλες όσες ακολούθησαν–, αλλά τώρα φαίνεται οι συμπάθειές του να έρχονται πιο πολύ από τα δεξιά, παρά από τα αριστερά. Παίζει, άραγε, το παιχνίδι των Ρώσων, αφού η Δύση τον «φυλάκιζε» στο Λονδίνο; Αλλά και οι αμερικανικές μυστικές υπηρεσίες δεν θα είναι η πρώτη φορά που κάνουν λάθος ή που δημιουργούν τη δική τους αλήθεια – για να το θέσουμε με λεπτότητα. Ο Τραμπ, άλλωστε, δεν το έθεσε καθόλου κομμά: «Αυτοί δεν είναι που μας έλεγαν ότι ο Χουσεΐν έχει όπλα μαζικής καταστροφής;» δήλωσε. Ποιον να πιστέψει την εποχή μιας παραγάνδας που έρχεται κατά ριπάς από παντού;

Οι Ρώσοι, από την πλευρά τους, έχουν αρνηθεί τα πάντα. Απέρριψαν κατ' επανάληψη τις κατηγορίες εναντίον τους, χαρακτηρίζοντας τους ισχυρισμούς «αβάσιμους» και «μη επαγγελματικούς», «που δεν στηρίζονται σε καμία πληροφορία ή απόδειξη». Το Κρεμλίνο δήλωσε ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες θα πρέπει είτε να αποδείξουν ότι ισχύουν οι κατηγορίες ή αλλιώς να αφήσουν το θέμα.

Και ποιο είναι το θέμα ακριβώς; Εάν υπήρξε χάκινγκ από τους Ρώσους ή εάν αυτό επηρέασε τις εκλογές; Η έκθεση της CIA ούτε επιβεβαιώ-



νει, ούτε καταρρίπτει τη συγκεκριμένη θεωρία. Μια θεωρία που ξεκίνησε από τους Δημοκρατικούς όταν τους χτύπησε η καταιγίδα των δημοσιεύσεων. Ωστόσο, τα αίτια μιας εκλογικής ήττας (ή νίκης εάν μιλάμε για τον Τραμπ) δεν μπορεί να είναι τόσο απλά. Στο αυριανό διπλό τεύχος η «Le Monde diplomatique» προσεγγίζει το θέμα με σοβαρότητα, αναλύοντας την καμπάνια και την πολιτική κατεύθυνση της Κλίντον καθώς

και τον τρόπο που τα μέσα ενημέρωσης τσαλάκωσαν εντελώς τον Μπέρνι Σάντερς και υποτίμησαν όχι μόνο τον Ντόναλντ Τραμπ, αλλά κυρίως τον μέσο Αμερικανό ψηφοφόρο. Όσοι ψάχνουν χάκερς και ξένους δάκτυλους για να τους φορτώσουν την ήττα της υποψηφιότητας των Δημοκρατικών μάλλον προσπαθούν να κρύψουν κάτω από το χαλί τα δικά τους λάθη.

B.K.

Η εικονική πραγματικότητα στον κινηματογράφο

Στη σειρά παιχνιδιών Assassin's Creed, ο κάθε χαρακτήρας βλέπει τις αναμνήσεις των προγόνων του με τα δικά τους μάτια μέσω της μηχανής Animus. Στον χώρο των βιντεοπαιχνιδιών κάτι τέτοιο είναι εύκολο να γίνει. Τώρα, η εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality) είναι εφικτή και στον κόσμο των ταινιών. Ο θεατής ζει τη δράση μέσα από τα μάτια των πρωταγωνιστών, σε γωνία 360°.

Στο κανάλι Film Theory αναλύονται οι μέθοδοι για τη δημιουργία τέτοιων εφέ, από κάμερες 360° μέχρι και ολόκληρα δωμάτια ειδικά εξοπλισμένα. Κι αν μην ξεχνάμε, η ταινία “Assassin's Creed”, που βασίζεται στα δημοφιλή

παιχνίδια, προβάλλεται στις αίθουσες από τις 5 Ιανουαρίου. Άλλο αν οι κριτικές είναι μάλλον... θλιβερές.



Is Assassin's Creed VR the Future of Movies?
<https://youtu.be/figDeUuiONU>

Europeana Music

Το ψηφιακό ηχητικό αποθετήριο Europeana Sounds λάνσαρε μια νέα διαδικτυακή πηγή γεμάτη μουσική: Τη Europeana Music. Εδώ θα βρείτε, μεταξύ άλλων, τις πρώιμες ηχογραφήσεις του Mozart, μια συναυλία των Smashing Pumpkins και περίπου 250.000 μοναδικά πολιτιστικά αντικείμενα για επαγγελματίες μουσικούς, ακαδημαϊκούς, αλλά και για όποιον αγαπά τη μουσική. Πρόκειται για το νέο πολιτιστικό προϊόν της Europeana, της ψηφιακής πλατφόρμας που συγκεντρώνει την πλούσια ευρωπαϊκή ψηφιακή πολιτιστική κληρονομιά και την καθιστά προσβάσιμη στο κοινό για έρευνα, μάθηση, εργασία ή και διασκέδαση. Μουσικοί, ιστορικοί, ακαδημαϊκοί ή κάποιος που αναζητά κάτι καινούργιο μπορούν να ψάξουν, να περιηγηθούν και να κατεβάσουν περιεχόμενο υψηλής ποιότητας από 50 ευρωπαϊκά ιδρύματα. www.europeanasounds.eu/sounds/music



Ανοιχτά σχολεία

Στο πλαίσιο του προγράμματος Ανοιχτά Σχολεία, μια πρωτοβουλία του Δήμου Αθηναίων με αποκλειστικό δωρητή το Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος, ο Οργανισμός Ανοιχτών Τεχνολογιών (ΕΕΛΛΑΚ) σας καλεί να εγγραφείτε στα ανοιχτά μαθήματα που θα γίνουν στο 1ο Πειραματικό Γυμνάσιο Αθηνών και στο 76ο Δημοτικό Σχολείο Αθηνών. Στα μαθήματα αυτά μπορεί να συμμετέχει οποιοσδήποτε επιθυμεί για να μάθει να συγγράφει λήμματα στη Βικιπαίδεια, να μάθει να χρησιμοποιεί Ανοιχτούς Εκπαιδευτικούς Πόρους (ΑΕΠ) καθώς και να εξοικειωθεί με την έννοια των πνευματικών δικαιωμάτων, να αποκτήσει τις απαραίτητες δεξιότητες για να εμπλουτίσει με πληροφορίες χάρτες της γειτονίας του με το OpenStreetMap, να μάθει να εγκαθιστά και να χρησιμοποιεί το Ubuntu Linux στον υπολογιστή του και να εκπαιδευτεί στη χρήση τεχνολογιών Ανοιχτού Υλικού (Εφαρμογές 3D printing).

Πληροφορίες: <https://edu.ellak.gr/2016/12/30/i-engrafes-xekinis-anichta-mathimata-tou-organismou-anichton-technologion-eellak-se-2-scholia-tis-athinas/>

Και backup, και φόρτιση

Το CANVIO for Smartphone, μια φορητή συσκευή αποθήκευσης και φόρτισης για Android τηλέφωνα είναι μια καινοτομία της Toshiba Electronics. Το CANVIO for Smartphone δημιουργεί αντίγραφα και φορτίζει το συνδεδεμένο τηλέφωνο με μία χρήση. Τα backups δημιουργούνται αυτόματα κάθε φορά που το smartphone συνδέεται εάν ο χρήστης έχει ενεργοποιήσει τη λειτουργία σε Android app. Επίσης, η συσκευή μπορεί να απλοποιήσει το setup νέων smartphones προσφέροντας μια εύκολη λύση στη μεταφορά δεδομένων από ένα παλιό τηλέφωνο. Για τους χρήστες PC, ο CANVIO for Smartphone μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εξωτερικός σκληρός δίσκος, αποθηκεύοντας αρχεία μέσω USB.



Τα Cafe Scientifique, ο θεσμός που φέρνει τους επιστήμονες σε άμεση επικοινωνία με το κοινό

ΤΟ ΚΑΦΕΝΕΙΟ της Επιστήμης (Cafe Scientifique) είναι ένα μέρος όπου, παρέα με ένα φλιτζάνι καφέ ή ένα ποτήρι κρασί, επιστήμονες και κοινό μπορούν να συζητήσουν σχετικά με τις τελευταίες ιδέες στους τομείς των επιστημών και της τεχνολογίας. Συναντήσεις αυτού του τύπου έχουν πραγματοποιηθεί σε καφετέριες, μπαρ, εστιατόρια ακόμα και θέατρα, αλλά, σε κάθε περίπτωση, εκτός του παραδοσιακού ακαδημαϊκού πλαισίου. Στόχος της πρωτοβουλίας είναι να υποκινήσει τους πολίτες να ασχοληθούν ενεργά με τις επιστήμες, να συζητήσουν με τους επιστήμονες ζητήματα που τους αφορούν άμεσα ή έμμεσα και να ασκήσουν κριτική σ' αυτά.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο το πρώτο Καφενείο της Επιστήμης πραγματοποιήθηκε στο Λιντς το 1998. Από εκεί ο θεσμός εξαπλώθηκε σταδιακά σε ολόκληρη τη χώρα και στη συνέχεια σε πολλές πόλεις σε όλο τον κόσμο. Στις μέρες μας διοργανώνονται πολλά τέτοια Καφενεία της Επιστήμης σε όλον τον κόσμο. Σε αυτά οι επιστήμονες μπορούν να μιλήσουν για τη δουλειά τους και να συζητήσουν με πολλά διαφορετικά ακροατήρια. Στην Αθήνα το Cafe Scientifique έχει ξεκινήσει από το 2013 και έχει τύχει θερμής υποδοχής από το κοινό.

ΟΜΙΛΙΑ CAFE SCIENTIFIQUE, ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΑ 16 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ

«Πώς να μοιράσετε την πίτα: Αλγόριθμοι για προβλήματα ανάθεσης αγαθών»

Το Cafe Scientifique υποδέχεται τη νέα χρονιά κόβοντας τη βασιλόπιτα με τον πιο επιστημονικό τρόπο! Στην εκδήλωση, η οποία είναι ανοικτή για το κοινό και θα πραγματοποιηθεί τη Δευτέρα 16 Ιανουαρίου, ο ομιλητής Βαγγέλης Μαρκάκης, επίκουρος καθηγητής στο Τμήμα Πληροφορικής του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών, θα εξηγήσει πώς μπορούν να βοηθήσουν τα Μαθηματικά και η Επιστήμη Υπολογιστών στη δίκαιη μοιρασιά αγαθών.

Η ομιλία θα εστιάσει σε μια κατηγορία αλγοριθμικών προβλημάτων που αναφέρονται στην βιβλιογραφία ως «cake-cutting problems». Ο βασικός στόχος της λύσης σε όλα αυτά τα προβλήματα είναι να μοιραστούν με δίκαιο τρόπο ένα σύνολο από αντικείμενα ή ένα σύνολο από δουλειές σε κάποιες εμπλεκόμενες οντότητες (π.χ. άνθρωποι, υπολογιστές, ρομπότ). Τέτοια προβλήματα έχουν εφαρμογές σε πεδία όπως η Πληροφορική, οι Πολιτικές Επιστήμες, και η Μικροοικονομική Θεωρία. Για την ομιλία δεν απαιτούνται προηγούμενες γνώσεις στην Επιστήμη Υπολογιστών.

Οι ομιλίες γίνονται μία φορά τον μήνα, ημέρα Δευτέρα, στις 7 μ.μ., στο κελάρι του Athenaeum (Αδριανού 3, Θησείο, 210 3210239). Η είσοδος στις εκδηλώσεις είναι ελεύθερη, αλλά υπάρχει ελάχιστη κατανάλωση 3 ευρώ.

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το Cafe Scientifique στην Ελλάδα, μπορείτε να επικοινωνήσετε με τη δρ. Λίλα Κουμάντου στο e-mail: cafesci.gr@gmail.com, να κάνετε «like» στη σελίδα στο facebook <https://www.facebook.com/CafeSci.gr> ή να επισκεφτείτε το site: <http://tinyurl.com/cafesci-gr>, όπου μπορείτε

να δείτε και μαγνητοσκοπημένες προηγούμενες ομιλίες.

Όσοι ενδιαφέρονται θα βρουν βίντεο προηγούμενων ομιλιών και στην ιστοσελίδα του Bodossaki Lectures on Demand (blod):

<http://www.blod.gr/lectures/Pages/viewevent.aspx?EventID=644>

Η επόμενη προγραμματισμένη ομιλία θα γίνει τη **Δευτέρα 13 Φεβρουαρίου 2017** και έχει τίτλο «**DNA, διατροφή και μακροζωία**» (ομιλήτρια: Αντιγόνη Δήμα, ερευνήτρια Γ', Τομέας Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής, Ερευνητικό Κέντρο Βιοϊατρικών Επιστημών Αλέξανδρος Φλέμινγκ).



Νέος κύκλος διαλέξεων στο ΕΙΕ με θέμα «Επιστήμη και Θρησκεία: Μια περίπλοκη σχέση»

ΜΕ ΑΦΟΡΜΗ το πρόγραμμα «Επιστήμες και Ορθοδοξία ανά τον Κόσμο» (Science & Orthodoxy around the World), το Ινστιτούτο Ιστορικών Ερευνών (ΙΙΕ)-Τομέας Νεοελληνικών Ερευνών του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών, εγκαινιάζει τον δεύτερο κύκλο διαλέξεων των Μορφωτικών Εκδηλώσεων του ΕΙΕ γύρω από το ζήτημα της σχέσης των επιστημών με τη θρησκεία, με τίτλο «Επιστήμη και Θρησκεία: Μια περίπλοκη σχέση». Οι ομιλητές θα αναδείξουν τις βάσεις πάνω στις οποίες δομήθηκε η σχέση αυτή και θα αναπτύξουν τα σημεία συγκλίσεων και αποκλίσεων, καθώς και τη δυναμική της σήμερα και στο μέλλον.

Το πρόγραμμα των ομιλιών:

Τρίτη 17 Ιανουαρίου 2017, 7 μ.μ.: Επιστήμη και θρησκεία στη λογοτεχνία και την τέχνη

«Η διαμεσολάβηση της τέχνης στον διάλογο επιστήμης και θρησκείας»: Βασίλειος Κωνσταντούδης, διευθυντής Ερευνών, Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών - ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος.

«Με σωλίνες και στοιχεία, την αλήθεια δεν θα βρεις. Θρησκεία και επιστήμη στην ελληνική ποίηση»: Γιώργος Βλαχάκης, επίκουρος Καθηγητής ΕΑΠ.

Τρίτη 24 Ιανουαρίου 2017, 7 μ.μ.: Ορθοδοξία και επιστήμες στη σύγχρονη ελληνική εκπαίδευση

«Επιστήμη και θρησκεία στη νεοελληνική εκπαίδευση. Αναθεωρώντας έναν άγονο ανταγωνισμό υπό το φως της ορθόδοξης θεολογίας»: Σταύρος Γιαγκά-ζογλου, σύμβουλος Α', υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων/ΙΕΠ. «Επιστήμες, εκπαίδευση και εκκλησία στη σύγχρονη Ελλάδα»: Γιάννα Κατσιαμπούρα, επιστημονική συνεργάτις, Ινστιτούτο Ιστορικών Ερευνών - Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών.

Τρίτη 31 Ιανουαρίου 2017, 7 μ.μ.: Η θρησκεία στην επιστήμη και η επιστήμη στη θεολογία

«Η αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης από τη σύγχρονη ελληνική θεολογία»: Μάριος Μπέζζος, προκοσμήτορας Θεολογικής Σχολής Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

«Η μικρο- και νανοτεχνολογία στη ζωή μας: Προβληματισμοί και προοπτικές»: Ευάγγελος Γογγολίδης, διευθυντής Ερευνών, Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας - ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος.

Οι διαλέξεις θα πραγματοποιηθούν στο Εθνικό ίδρυμα Ερευνών, στο αμφιθέατρο Λεωνίδας Ζέρβας, με ελεύθερη είσοδο. Οι ομιλίες θα μεταδίδονται απευθείας στη διεύθυνση <http://media.ekt.gr/live>

Για περισσότερες πληροφορίες, μπορείτε να απευθυνθείτε στο 210 7273516 και 700, στο e-mail: mkont@eie.gr και στις ιστοσελίδες <http://www.eie.gr/> και <http://www.ekt.gr>.

Το πρόγραμμα των Ειδικών Μορφωτικών Εκδηλώσεων «Επιστήμης Κοινωνία» του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών διοργανώνεται, επί σειρά ετών, με στόχο τη διάχυση της επιστημονικής γνώσης και πληροφορίας στην επιστημονική κοινότητα και στο ευρύ κοινό. Σημειώνεται ότι το ΕΙΕ καλύπτει ένα ευρύ φάσμα γνωστικών πεδίων τόσο των ανθρωπιστικών όσο και των θετικών και τεχνολογικών επιστημών. Το ΕΙΕ είναι ένα διεπιστημονικό κέντρο ερευνών, το οποίο απαρτίζεται σήμερα από τρία ερευνητικά ινστιτούτα, ένα στην περιοχή των Ανθρωπιστικών Επιστημών και δύο στην περιοχή των Θετικών Επιστημών, και το Εθνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης.

Λ.Α.

ΕΡΕΥΝΑ
ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ

ΤΟΥ ΗΡΑΚΛΗ ΚΑΤΣΑΛΟΥΛΗ

Αντικείμενο της έρευνας

Το 1981 προτάθηκε από τρεις Έλληνες επιστήμονες, τους Παναγιώτη Βαρώτσο (1947-), Καίσαρα Αλεξοπούλο (1909-2010) και Κωνσταντίνο Νορμικό (1943-), η μέθοδος ΒΑΝ ως μια μέθοδος που θα μπορούσε να οδηγήσει στη βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη σεισμών. Το όνομα ΒΑΝ προήλθε από τα αρχικά των επωνύμων των τριών εμνηυστών της. Αμέσως μετά την εμφάνιση της μεθόδου, ξέσπασε μια έντονη διαμάχη ανάμεσα στους επιστήμονες, η οποία εξίσου σύντομα βγήκε έξω από τα όρια της επιστημονικής κοινότητας, με αποτέλεσμα σημαντικά επεισόδια της να εκτυλιχθούν στη δημόσια σφαίρα. Στην έρευνά μας επικεντρωνόμαστε στην κατανόηση αυτής της διαμάχης χρησιμοποιώντας τα εργαλεία των Σπουδών Επιστήμης και Τεχνολογίας, ενός διεπιστημονικού κλάδου στον οποίο συναντιούνται η Ιστορία των Επιστημών, η Κοινωνιολογία των Επιστημών και η Φιλοσοφία των Επιστημών μεταξύ άλλων κλάδων.

Ένα σημαντικό επεισόδιο στην ιστορία της πρόβλεψης σεισμών

Η διαμάχη γύρω από τη μέθοδο ΒΑΝ αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα επεισόδια μιας ευρύτερης διαμάχης που υπάρχει στο εσωτερικό της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας γύρω από τη δυνατότητα πρόβλεψης σεισμών. Για την αξιολόγηση της μεθόδου διοργανώθηκαν διεθνή συνέδρια και workshops με τη συμμετοχή σημαντικού αριθμού Ελλήνων και ξένων επιστημόνων, ενώ για τον ίδιο σκοπό δημοσιεύτηκε μεγάλος αριθμός άρθρων σε σημαντικά περιοδικά Γεωφυσικής και Σεισμολογίας, αλλά και σε άλλα έγκριτα επιστημονικά περιοδικά, όπως το «Nature» και το «Science». Στην έρευνά μας προσπαθούμε να κατανοήσουμε τους λόγους για τους οποίους επιστήμονες έγκυροι και σημαντικοί στον τομέα τους αδυνατούν να συναιέσουν σε βασικά σημεία της επιστημονικής διαδικασίας, όπως, για παράδειγμα, αν μια συγκεκριμένη πρόβλεψη πληροί τα κριτήρια εγκυρότητας που έχουν τεθεί έτσι ώστε να να χαρακτηριστεί επιτυχημένη. Πριν φτάσουμε σε αυτό το σημείο, βέβαια, υπάρχει μια ακόμη πιο σημαντική διαφωνία μεταξύ των επιστημόνων, η οποία σχετίζεται με τον ίδιο τον καθορισμό των κριτηρίων βάσει των οποίων μπορεί να αποτιμηθεί η ορθότητα μιας συγκεκριμένης πρόβλεψης.

Η κεντρική ιδέα

Με την έρευνά μας προσπαθούμε να αναδείξουμε κάτι που είναι κοινώς αποδεκτό στις Σπουδές Επιστήμης και Τεχνολογίας, αλλά όχι και σε ευρεία ακροατήρια που δεν είναι

Η διαμάχη γύρω από την πρόβλεψη σεισμών ως αντικείμενο ιστορικής μελέτης



εξοικειωμένα με τον συγκεκριμένο ερευνητικό κλάδο: Η επιστήμη αποτελεί μια εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία που διεξάγεται από ανθρώπινα όντα, οι απόψεις των οποίων δεν διαμορφώνονται μόνο από τα διαθέσιμα επιστημονικά δεδομένα. Το συγκεκριμένο σχόλιο δεν σημαίνει ότι οι επιστήμονες που ενεπλάκησαν στη συγκεκριμένη διαμάχη δρούσαν ανορθολογικά, κάθε άλλο. Για να γίνει κατανοητό αυτό που υποστηρίζουμε, αναφέρουμε ότι στη συγκεκριμένη διαμάχη ένα από τα σημαντικότερα επίδικα, στα τέλη της δεκαετίας του 1990, ήταν η ηλικία του κλάδου της Ιστορίας Πρόβλεψης Σεισμών. Για ορισμένους επιστήμονες η Πρόβλεψη Σεισμών ήταν ένας σχετικά καινούργιος κλάδος, στον οποίο θα έπρεπε να δοθεί πίστωση

χρόνου και πόρων προκειμένου να προσφέρει στην επιστήμη και την κοινωνία χειροπιαστά αποτελέσματα. Για άλλους επιστήμονες είχε περάσει προ πολλού ο καιρός που η Πρόβλεψη Σεισμών δικαιούταν την υποστήριξη των επιστημόνων και της κοινωνίας, καθώς δεν είχε κάποια θετικά αποτελέσματα να επιδείξει.

Έτσι, πέρα από τα πειραματικά δεδομένα και την ανάλυσή τους, σημαντικό ρόλο για την έκβαση της διαμάχης είχε και η απάντηση που θα δινόταν στο ερώτημα πότε πρέπει να μπει ένα τέλος στην επιδίωξη από τους επιστήμονες της βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης σεισμών. Γενικότερα, το πότε ολοκληρώνεται μια επιστημονική έρευνα είναι μια απόφαση που δεν μπορεί να ληφθεί με αγο-



Η συγκεκριμένη γελοιογραφία δημοσιεύτηκε στις αρχές της δεκαετίας του 2000. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι περιγράφει με ανάγλυφο τρόπο την εικόνα που υπάρχει στην κοινή γνώμη για την επιστημονική γνώση όταν αποτελεί αντικείμενο διαμάχης: Το «ωστό» και το «λάθος» είναι απολύτως διακριτά. Με την έρευνά μας επιχειρούμε να αναδείξουμε την πολυπλοκότητα της επιστημονικής διαδικασίας, ειδικά όταν τα αποτελέσματά της αποτελούν αντικείμενο διαμάχης. Πηγή: Παπαζάχος, Βασίλης (2009), Ταξίδι στο παρελθόν μου, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ζήτη

ριθμικό τρόπο. Στη λήψη αυτής της απόφασης συντελούν και άλλοι παράγοντες, όπως η πίστη και η αφοσίωση των επιστημόνων στον σκοπό που επιδιώκουν, η δυνατότητα να πείσουν ανθρώπους που κρατούν στα χέρια τους τη χρηματοδότηση της έρευνας για τη χρησιμότητα της δουλειάς τους κ.ά.

Στόχευση και χρησιμότητα της παρούσας έρευνας

Η διαμάχη γύρω από την εγκυρότητα της μεθόδου ΒΑΝ διεξήχθη κατά ένα μεγάλο μέρος στη δημόσια σφαίρα και το ευρύ κοινό ενημερωνόταν για αυτή μέσω των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης. Η εικόνα που έφτανε στην κοινωνία αποτελούσε μάλλον μια καρικοτούρα της διαμάχης, καθώς η παρουσίασή της είχε ως κύριο στοιχείο την ύπαρξη «καλών» και «κακών» επιστημόνων που ενεργούσαν πολλές φορές αντιεπιστημονικά ή ανορθολογικά. Σε πολλές περιπτώσεις, οι ίδιοι επιστήμονες εναλλάσσονταν στους ρόλους του «καλού» και του «κακού». Για να είμαστε δίκαιοι με τα ελληνικά ΜΜΕ, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η ροπή προς τον εντυπωσιασμό και την υπερβολή στην παρουσίαση μιας επιστημονικής διαμάχης από τα ΜΜΕ δεν είναι κάτι πρωτόγνωρο αλλά ούτε και ελληνική ιδιαιτερότητα, όπως έχουν δείξει πολλές μελέτες των Σπουδών Επιστήμης και Τεχνολογίας.

Η έρευνά μας λοιπόν εντάσσεται σε μια παράδοση ιστορικών και κοινωνιολογικών μελετών που, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες περιπτώσεις μελέτης, επικρατούν να αναδείξουν την πολυπλοκότητα της επιστημονικής διαδικασίας ώστε να συμβάλουν στην καλύτερη κατανόησή της. Έτσι, το ακροατήριο στο οποίο στοχεύουν δεν περιορίζεται μόνο στα μέλη της ακαδημαϊκής κοινότητας, αλλά σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερα τμήματα της κοινωνίας. Τέτοιες μελέτες αποκτούν μια επιπλέον σημασία όταν συνδέονται με θέματα που άπτονται της δημόσιας πολιτικής, όπως η περίπτωση της μεθόδου ΒΑΝ. Η επιστήμη και οι επιστήμονες έχουν τον πολύ σημαντικό ρόλο να συμβολίζουν τους πολιτικούς και όσους λαμβάνουν πολιτικές αποφάσεις και ο ρόλος αυτός γίνεται όλο και πιο σημαντικός στις σύγχρονες κοινωνίες. Τα τελευταία χρόνια έχουν αυξηθεί διεθνώς οι μελέτες των σπουδών Επιστήμης και Τεχνολογίας που επικεντρώνουν να αναλύσουν τη συγκεκριμένη διάσταση της επιστημονικής δραστηριότητας. Όπως έχει υποστηρίξει η ιστορικός της επιστήμης Ναομί Ορέσκες, ένας από τους λόγους για τους οποίους πρέπει να μελετάμε ιστορικά, φιλοσοφικά και κοινωνιολογικά τις επιστημονικές διαμάχες είναι για να κατανοήσουμε τι μπορεί να προσφέρει η επιστήμη στη δημόσια πολιτική. Η μελέτη μας επιχειρεί να προσφέρει κάτι σε αυτή την κατανόηση στο πλαίσιο των ιδιαιτεροτήτων που υπάρχουν στην Ελλάδα.

Ο Ηρακλής Κατσαλούλης είναι διδάκτορας της Ιστορίας των Επιστημών του Τμήματος Μεθόδολογίας, Ιστορίας, και Θεωρίας της Επιστήμης του ΕΚΠΑ. Πρόσφατα υποστήριξε τη διδακτορική του διατριβή με τίτλο «Η πρόβλεψη σεισμών ως αντικείμενο επιστημονικής διαμάχης: Πειραματική πρακτική, κρατική πολιτική και επιστήμη στη δημόσια σφαίρα» υπό την επίβλεψη του καθηγητή του Τμήματος Θεόδωρου Αραμαπατζή.

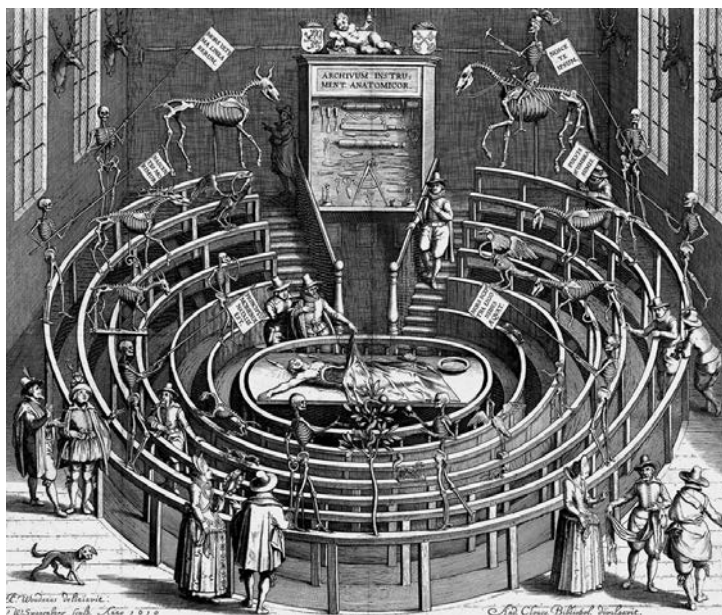
Το δόγμα του πειράματος

Αυτό που σας λέω είναι «αληθές»
πέρα από κάθε «αμφισβήτηση»,
επειδή «έχει αποδειχτεί πειραματικά»!

Εχει τύχει σε όλους μας, εικάζω, να ακούσουμε από τα χείλη κάποιου επιστήμονα, και όχι μόνο, τέτοιου είδους εκφράσεις. Αν και τέτοιου είδους αποφάνσεις είναι άκρως δογματικές και δεν χαρακτηρίζουν την πλειονότητα των επιστημόνων, έχουν διαμορφώσει σε μεγάλο βαθμό τη δημόσια εικόνα των επιστημών. Ως αποτέλεσμα, έχουν διαμορφώσει αντιλήψεις που δεν έχουν καμία σχέση με τις πρακτικές των επιστημών. Ας θέσουμε δύο ερωτήματα στον φανταστικό φίλο μας. Γιατί είναι αληθής, πέρα από κάθε αμφισβήτηση, ο ισχυρισμός σου; Τι ακριβώς αποδεικνύει ένα πείραμα;

Το πείραμα, ως πρακτική που αποκαλύπτει τα μυστικά της φύσης, δεν υπήρχε πριν από τον 17ο αιώνα. Έως τότε, η μελέτη της φύσης γινόταν μέσω συστηματικής παρατήρησης και στοχασμού πάνω στα φυσικά φαινόμενα που παρατηρούμε, όπως οι παλιόροι, οι κομήτες, ο καιρός κ.ο.κ. Η εδραιωμένη άποψη έλεγε ότι το πείραμα δεν αποτελούσε φυσικό φαινόμενο, αλλά μια τεχνητή ανθρώπινη παρέμβαση. Επίσης, η πειραματική διαδικασία είχε συνδεθεί και με άλλες πρακτικές, όπως η αλχημεία και η μαγεία, και αρκετοί θεωρούσαν πως ήταν ενασχόληση των τσαρλατάνων και απατεώνων ή των ασεβών. Έπρεπε, επομένως, οι πειραματιστές να πείσουν τους ανθρώπους της εποχής τους ότι η πειραματική διαδικασία είχε αξία στην ερμηνεία φυσικών φαινομένων. Για να πείσεις κάποιον, όμως, πρέπει να έχεις τη συναίνεση ενός μεγάλου αριθμού ανθρώπων. Αυτός είναι και ο λόγος που στις αρχικές πειραματικές επιδείξεις παρευρίσκονταν μάρτυρες, οι οποίοι επιβεβαίωναν όσα γίνονταν από τον πειραματιστή και τους βοηθούς του. Η παρουσία μαρτύρων διασφάλιζε ότι κάποιος μπορούσε να επαναλάβει με τον ίδιο τρόπο ένα πείραμα, ώστε να αποδείξει με τη σειρά του την αλήθεια των ισχυρισμών του αρχικού πειραματιστή. Να λες την αλήθεια, ωστόσο, σήμαινε να είσαι ειλικρινής. Για αυτό τον λόγο, αρκετά εργαστήρια, όπου γίνονταν οι πειραματικές επιδείξεις, στήνονταν σε σπίτια Άγγλων τζέντλεμαν. Η παρουσία των «ευγενών κυριών» διασφάλιζε τη διαφάνεια στην πειραματική πρακτική και, κατά συνέπεια, την αμοιβαία εμπιστοσύνη μεταξύ των παρευρισκομένων, οι οποίοι ανήκαν στην ίδια κοινωνική τάξη. Επομένως, η επανάληψη και η αλήθεια ενός πειράματος έχουν τις ρίζες τους στην εδραίωση αυτής της εμπιστοσύνης. Η εδραίωση της εμπιστοσύνης μεταξύ των πειραματιστών, ωστόσο, ήταν μια κοινωνική πρακτική και όχι κάτι εγγενές στις επιστήμες. Το ερώτημα είναι: Η κοινωνική ειλικρίνεια-αλήθεια και η συμφωνία σχετικά με τα αποτελέσματα του πειράματος είναι ικανές να αναχθούν σε αλήθειες της φύσης; Προφανώς και όχι!

Όταν, για παράδειγμα, ο Νεύτων έλεγε ότι το περίφημο Κρίσιμο Πείραμά του αποδείκνυε ότι το λευκό φως είναι άθροισμα των υπόλοι-



Θέατρο
ανατομίας
του 17ου
αιώνα στο
Πανεπι-
στήμιο
του Λέιντεν



Ο Τζόζεφ Γουέμπερ με έναν ανιχνευτή βαρυτικών κυμάτων

πων χρωμάτων, οι αντίπαλοί του είχαν σοβαρές ενστάσεις. Η απάντησή του ήταν αποστομωτική. Τους έλεγε ότι χρησιμοποιούσαν λάθος πρίσματα και ότι μόνο τα αγγλικά πρίσματα ήταν καλά! Όταν ο Ρόμπερτ Μπόιλ κατασκεύαζε τεχνητό κενό στην αντλία του, οι αντίπαλοί του έλεγαν ότι κάτι τέτοιο δεν ήταν εφικτό γιατί η φύση «αντιπαθούσε» το κενό. Όταν το 1989 δύο χημικοί, οι Στάνλεϊ Πονς και Μάρτιν Φλάισμαν, ισχυρίστηκαν ότι παρατήρησαν πυρηνική σύντηξη σε μια επιτραπέζια συσκευή, προξένησαν πάταγο. Αμέσως, ερευνητικές ομάδες από όλο τον κόσμο προσπάθησαν να επαναλάβουν τα αποτελέσματα των δύο χημικών. Δεν τα κατάφερε κανείς. Οι διαμάχες που ξεκίνησαν γύρω από την περίφημη

ψυχρή σύντηξη ήταν πολλές. Αρκετοί φυσικοί, που παραδοσιακά ασχολούνταν με το φαινόμενο της πυρηνικής σύντηξης, χαρακτήρισαν τους δύο χημικούς ανεπαρκείς πειραματιστές.

Τι αποδεικνύει τελικά ένα πείραμα; Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, δεν έχουμε παρά να δούμε ποια είναι η τελική έκβαση των πειραμάτων. Στην περίπτωση των Πονς και Φλάισμαν η διαμάχη λύθηκε χωρίς αδιάσειστες αποδείξεις ή διαφεύσεις για την ψυχρή σύντηξη. Δεν κατέληξε η επιστημονική κοινότητα σε καμία απόφαση μέσα από αδιαμφισβήτητες αλήθειες. Στην περίπτωση του Νεύτωνα, η θεωρία του επικράτησε σταδιακά. Αρκετοί πειραματιστές δεν κατάφεραν ποτέ να αναπαράγουν τα αποτελέσματά του παρά μόνο όταν βελτιώθηκαν τα πειραματικά τους όργανα. Επίσης, η θεωρία του Νεύτωνα επικράτησε επειδή και ο ίδιος είχε φροντίσει να έχει ένα εξαιρετικά εκτεταμένο δίκτυο υποστηρικτών του, οι οποίοι προπαγάνδιζαν τις θέσεις του. Το κενό που κατασκεύαζε ο Μπόιλ στην αντλία του δεν ήταν ποτέ τέλει κενό και κάποιοι δεν πίστευαν ποτέ ότι θα μπορούσε να υπάρχει τέλει κενό στη φύση. Επομένως, ένα πείραμα ή ένα σύνολο πειραμάτων δεν μπορούν να αποδείξουν κάτι τελεσίδικα παρά μόνο εφόσον επιτευχθεί κοινωνική συναίνεση γύρω από τα αποτελέ-

σματά τους και τη σημασία τους.

Όπως είχε πει ο Γερμανός φιλόσοφος Ιμά-νουελ Καντ, οι άνθρωποι επιβάλλουν δομές στον κόσμο. Από τη στιγμή που ο άνθρωπος επινοεί μεθόδους και πρακτικές για να αναπαριστά τη φύση, προκειμένου να την ερμηνεύσει, τότε είναι αναπόφευκτο ότι κατασκευάζει μια νέα φύση. Για παράδειγμα, όταν μια ομάδα μηχανικών προσπαθεί να βρει λύση σε ένα πρόβλημα, φροντίζει να κάνει τη λύση αποτελεσματική με κάθε τρόπο. Στις αρχές της δεκαετίας του 1970, ο ερευνητής Τζόζεφ Γουέμπερ, από το Πανεπιστήμιο του Μέριλαντ, κατασκεύασε μια μεγάλη κεραία για να μετρήσει τα βαρυτικά κύματα που προέβλεπε η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας του Άλμπερτ Αϊνστάιν. Οι φυσικοί της εποχής θεωρούσαν ότι τα βαρυτικά κύματα ήταν υπερβολικά μικρά για να μετρηθούν με τα όργανα που υπήρχαν. Ο Γουέμπερ βρήκε βαρυτικά κύματα που ήταν μεγαλύτερα από το αναμενόμενο. Αρκετοί επιστήμονες προσπάθησαν να κατασκευάσουν νέες συσκευές για να μετρήσουν τα βαρυτικά κύματα του Γουέμπερ. Δεν κατέληξαν στα ίδια αποτελέσματα με τον Γουέμπερ, ο οποίος έλεγε ότι προσπάθησαν να αναπαράγουν πολύ βιαστικά, ενώ εκείνος είχε ξοδέψει χρόνια για να τελειοποιήσει τη συσκευή του. Το ερώτημα είναι: Η συσκευή του Γουέμπερ, τελικά, μετρούσε αυτό που ισχυριζόταν ότι μετράει ή οι συσκευές των υπολοίπων δεν είχαν κατασκευαστεί σωστά; Οι διαδικασίες στις επιστήμες είναι εξαιρετικά πολύπλοκες, καθώς επισύρονται τόσο τεχνικά όσο και κοινωνικά ζητήματα εντός του εργαστηρίου - και αυτή είναι η γοητεία τους.

Κάθε εργαστήριο είναι ένας εξαιρετικά τακτοποιημένος χώρος με συγκεκριμένες προδιαγραφές. Είναι πλήρως ελεγχόμενος και έχει τάξη. Ακριβώς το αντίθετο από όσα συμβαίνουν στη φύση, όπου όλα είναι ακατάστατα και απρόβλεπτα. Τι κάνουν οι πειραματιστές στο εργαστήριο; Κατασκευάζουν αξιόπιστα πειραματικά συστήματα για να μελετήσουν ελεγχόμενα φαινόμενα. Όταν κάτι είναι ελεγχόμενο, είναι πιο εύκολο να φτιάξεις ένα μοντέλο εξήγησης. Το «πρόβλημα» σε αυτές τις διαδικασίες είναι ότι οι πειραματιστές γνωρίζουν πολύ καλά τα τεχνητά φαινόμενα που παράγουν στο εργαστήριό τους. Τα γνωρίζουν καλύτερα από όσο γνωρίζουν την ίδια τη φύση. Στο εργαστήριο η φύση ξανακατασκευάζεται. Οι πειραματικές διατάξεις, όμως, δεν είναι απόλυτα αξιόπιστες σε κάθε κατάσταση. Ωστόσο, τα αποτελέσματα των πειραμάτων τους δεν διστάζουν να τα αναγάγουν σε παγκόσμιες αρχές ή αλήθειες. Αυτό που κάνουν πρακτικά οι πειραματιστές είναι να παράγουν επιστημονικές εξηγήσεις που αποδίδουν την τάξη του εργαστηρίου στη φύση.

Το να παρουσιάζονται οι επιστήμες ως Η Επιστήμη, που οδηγεί αυταπόδεικτα στην αλήθεια, και να αδιαφορούμε για το πώς συμφωνούν ή διαφωνούν οι επιστήμονες εντός των κοινοτήτων τους, δεν διαφέρει και πολύ από την υποστήριξη ψευδοεπιστημονικών ή δογματικών θέσεων. Η γοητεία της βεβαιότητας που συνδέεται με τις επιστημονικές εξηγήσεις οφείλει να είναι αποτέλεσμα αμφισβήτησης, διαρκών επερωτήσεων και κριτικού στοχασμού. Δεν έχουμε ανάγκη από ιερατεία και αυθεντίες, αλλά από διαλεκτικές και δημοκρατικές διαδικασίες.

Δ.Π.

Πολλές φορές διαφορετικοί πειραματιστές παράγουν διαφορετικά αποτελέσματα. Από τη χρήση διαφορετικών υλικών ή επιστημονικών οργάνων έως τις διαφορετικές συνθήκες εντός του εργαστηρίου, καθώς και από την υποστήριξη διαφορετικών επιστημονικών θεωριών έως τις ιδεολογικές προκαταλήψεις των πειραματιστών, τα αποτελέσματα μπορούν να διαφοροποιηθούν έντονα.