

#121

ΠΡΙΣΜΑ

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

Η ΑΥΓΗ

Σάββατο 20 Νοεμβρίου 2021

Μια κριτική εισαγωγή στην Επιστημολογία της Ψυχολογίας

Με αφορμή την έκδοση του βιβλίου «Επιστημολογία της Ψυχολογίας» από τις εκδόσεις Κριτική, η Νικόλ Σαρλά συζήτησε με τον συγγραφέα Μανώλη Δαφέρμο, καθηγητή του τμήματος Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης, σχετικά με τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η σύγχρονη Ψυχολογία και ευρύτερα η επιστήμη.

ΣΕΛΙΔΑ 8



ΒepiColombo και διαστημικές αποστολές: κριτική και οφέλη

Η νέα αποστολή στον Ερμή αναμένεται να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε τα μυστήρια του κοντινότερου πλανήτη στον Ήλιο. Με κάθε διαστημική αποστολή, ωστόσο, ένα ερώτημα τίθεται: αντλεί η ανθρωπότητα οφέλη από τις διαστημικές αποστολές ικανά να αντισταθμίσουν το πολυδιάστατο κόστος τους;

ΣΕΛΙΔΕΣ 4-5

Απλές μορφές ζωής αποκαλύπτουν τα μυστικά της εξέλιξης του νευρικού συστήματος

Οι σπόγγοι ανήκουν στο ζωικό βασίλειο παρόλο που διαφέρουν πολύ από τα άλλα ζώα. Αυτά τα παράξενα πλάσματα έχουν κερδίσει την προσοχή των ερευνητών διότι ορισμένα κύτταρά τους θεωρούνται πρόγονοι των νευρικών κυττάρων των πιο πολύπλοκων και μεταγενέστερων εξελικτικά ζώων.

ΣΕΛΙΔΑ 6

LANGaware: Πρωτοποριακή εφαρμογή για την πρώιμη διάγνωση του Αλτσχάιμερ και της άνοιας

Η Βασιλική Ρεντούμη, ερευνήτρια στον τομέα της Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας και της Υπολογιστικής Γλωσσολογίας, στο ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, Founder και CEO της LANGaware, μιλά στο Πρίσμα για την πρωτοποριακή εφαρμογή η οποία προέκυψε μέσα από την έρευνα.

ΣΕΛΙΔΑ 7

Επιστροφή στον Ερμή

Η διαστημική αποστολή Βepi Colombo βρίσκεται καθ' οδόν για τον Ερμή. Αν και είναι ο κοντινότερος πλανήτης στον Ήλιο, παραμένει ένας κόσμος ανεξερεύνητος, γεμάτος μυστήρια.

ΣΕΛΙΔΕΣ 2-3





Ποιοτική έρευνα

Το περιβάλλον μου αποτελείται από ανθρώπους που ως επί το πλείστον έχουν λάβει πανεπιστημιακή μόρφωση. Από αυτούς είναι εμβολιασμένοι περίπου το 60% – ο εθνικός μέσος όρος. Αποφάσισα λοιπόν να κάνω μια μικρή έρευνα.

Πόσοι από αυτούς είναι συνωμοσιολόγοι; Πόσοι πιστεύουν δηλαδή ότι η διάδοση του ιού ή η διάθεση των εμβολίων εκπορεύεται από μυστικά κέντρα που κινούν τα νήματα της παγκόσμιας οικονομίας και πολιτικής; Σχεδόν κανείς. Και όσοι αναφέρθηκαν στη συνωμοσία των φαρμακευτικών εννοούσαν κατά βάση τις μονοπωλιακές πρακτικές που όλοι και όλες γνωρίζουμε ότι χαρακτηρίζουν την κίνηση του μεγάλου κεφαλαίου. Ένα ενδιαφέρον εύρημα, μάλιστα, είναι ότι τις συγκεκριμένες απόψεις για τις πρακτικές των φαρμακευτικών εταιρειών τις συμμερίζεται και η πλειονότητα των εμβολιασμένων. Εξάλλου, η άποψη ότι ο ιός φτιάχτηκε σε εργαστήριο και εξαπολύθηκε στην ανθρωπότητα για να δημιουργήσει κέρδη στις πολυεθνικές δεν αποτελεί επιχείρημα κατά του εμβολιασμού. Αν πιστεύω κάτι τέτοιο δεν σημαίνει ότι πρέπει να πεθάνω κιόλας για να το υπερασπιστώ. Εφόσον το εμβόλιο είναι διαθέσιμο, θα το κάνω και μετά θα δω τι θα κάνω με τις πολυεθνικές.

Πόσοι από εκείνους κι εκείνες που δεν έχουν εμβολιαστεί γνωρίζουν τι είναι και πώς λειτουργούν τα εμβόλια; Σχεδόν κανείς. Όλοι και όλες, όμως, νομίζουν ότι το γνωρίζουν. Οι απαντήσεις που λαμβάνει κανείς αν επιχειρήσει να μπει σε λεπτομέρειες είναι αποθαρρυντικά αφελείς και δηλώνουν βαθιά σύγχυση. Ο καθένας έχει φτιάξει μια δική του σύνθεση από τα θραύσματα επιστημονικής πληροφόρησης που παρέχουν οι εξίσου απαίδευτοι δημοσιογράφοι. Και η σύνθεση αυτή, βεβαίως, δεν έχει καμιά σχέση με την πραγματικότητα. Άλλο ένα ενδιαφέρον εύρημα είναι ότι την ίδια σύγχυση εκδηλώνει και η πλειονότητα των εμβολιασμένων. Αυτοί, όμως, εμβολιάστηκαν – πράγμα που δείχνει ότι η απόφασή τους καθορίστηκε από άλλους παράγοντες (από τον φόβο, ας πούμε) και όχι από την ενημέρωση. Αν ισχύει αυτό, όμως, τότε η απόφασή τους δεν είναι σταθερή – μπορεί πολύ εύκολα να αναιρεθεί και αυτό είναι πιθανό να το δούμε στην εφαρμογή των αναμνηστικών δόσεων.

Τρίτη ερώτηση, στους εμβολιασμένους, αυτή τη φορά: Θα εμβολιάζατε το ελάχιστο παιδί σας; Καταφατικά απάντησαν ελάχιστες και ελάχιστοι. Οι περισσότερες απαντήσεις κινήθηκαν μεταξύ της κάθετης άρνησης (ε, όχι και να εμβολιάσω το εξάχρονο!) και της ισχυρής επιφυλακτικότητας (μμ... θα ρωτούσα την παιδίατρο). Τι σημαίνει αυτό για την άποψη που έχουν για το εμβόλιο που έκαναν στον εαυτό τους; Σοβαρή επιφύλαξη, ασφαλώς, και ότι δεν έλαβαν την απόφασή τους ορθολογικά, όπως θα έκαναν αν η απόφαση αυτή αφορούσε το παιδί τους.

Το έλλειμμα της υπεύθυνης ενημέρωσης είναι τεράστιο και αφορά το σύνολο της κοινωνίας, όχι μόνο ένα δακτυλοδεικτούμενο περιθώριο που εμφορείται από ανορθολογικές αντιλήψεις. Και την ευθύνη γι' αυτό το έλλειμμα σίγουρα δεν τη φέρουν εκείνοι που είναι τα θύματά του.

Μ.Π.

Επιστροφή στον Ερμή

Η διαστημική αποστολή Bepi Colombo βρίσκεται καθ' οδόν για τον κοντινότερο στον Ήλιο και πλέον ανεξερεύνητο πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος, Ερμή. Οι ελιγμοί βαρυτικής ώθησης σε συνδυασμό με την καινοτόμο τεχνολογία των ηλιο-ηλεκτρικών προωθήσεων οδηγούν το σκάφος της αποστολής σε ένα πολυετές πολύπλοκο ταξίδι προς τον μικρό, βραχώδη πλανήτη, με στόχο τη συλλογή ζωτικών πληροφοριών για τα φυσικά χαρακτηριστικά του, την προέλευση του ηλιακού συστήματος και την επίδραση του πεδίου βαρύτητας του Ήλιου στην τροχιά του.

Ο πλανήτης Ερμής

Παγιδευμένος στο ισχυρό πεδίο βαρύτητας του Ήλιου, ο Ερμής διαγράφει ελλειπτική τροχιά μεγάλης εκκεντρότητας, με περιήλιο (το σημείο της τροχιάς με τη μικρότερη απόσταση από τον Ήλιο) σε απόσταση μόλις 46 εκατομμυρίων χιλιομέτρων και αφήλιο (το σημείο της τροχιάς με τη μεγαλύτερη απόσταση από τον Ήλιο) σε απόσταση 70 εκατομμυρίων χιλιομέτρων.

Το γεγονός πως πρόκειται για εσωτερικό πλανήτη σε συνδυασμό με την μεγάλη εκκεντρότητα και την υψηλή ταχύτητα περιφοράς γύρω από τον Ήλιο, προκαλούν ανάδρομες κινήσεις του πλανήτη στον γήινο νυκτερινό ουρανό κατά τη διάρκεια του έτους. Αυτές οι φαινόμενες παλινδρομήσεις στον ουράνιο θόλο ευθύνονται για την ταύτιση του κατά την αρχαιότητα με τον θεό Ερμή, τον αγγελιαφόρο των θεών.

Οι θερμοκρασίες στον Ερμή αγγίζουν κατά τη διάρκεια της ημέρας τους 425 βαθμούς Κελσίου και κατά τη διάρκεια της νύκτας βυθίζονται στους -180 βαθμούς Κελσίου. Ωστόσο, λόγω της έλλειψης ατμόσφαιρας και αερίων του θερμοκηπίου, ο θερμότερος πλανήτης του ηλιακού συστήματος είναι η Αφροδίτη. Ο Ερμής είναι ένας αδικαιολόγητα πυκνός πλανήτης, δεδομένης της μικρής μάζας του. Η μέση πυ-



Εικόνα του Ερμή από την αποστολή MESSENGER. Πηγή: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Arizona State University/Carnegie Institution of Washington

κνότητά του είναι 5.4 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του νερού, που ξεπερνάει τόσο εκείνη της Γης, όσο την αντίστοιχη της Αφροδίτης. Απρόσμενη θεωρήθηκε η ανακάλυψη ότι ο πλανήτης περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του με περίοδο της τάξης των 58.6 Γήινων ημερών. Η αποκάλυψη αυτή ήρθε να ανατρέψει την πεποίθηση ότι είναι παλιρροϊκά κλειδωμένος στον Ήλιο έχοντας στραμμένο πάντα το ίδιο ημισφαίριο σε αυτόν (κατ' αναλογία με το σύστημα Γης-Σελήνης), αποδεικνύοντας πως πραγματοποιεί τρεις περιστροφές για κάθε δύο περιφορές γύρω από τον Ήλιο. Επιπλέον, έκπληξη προκάλεσε στους ερευνητές το γεγονός πως παρά τον ογκώδη υπέρπυκνο πυρήνα του και τη χαμηλή ταχύτητα (ιδιο)περιστροφής, ο Ερμής φαίνεται πως συντηρεί ένα ισχυρό μεν (περίπου εκατό φορές ασθενέστερο από εκείνο της

Γης), ανιχνεύσιμο δε μαγνητικό πεδίο, όντας μάλιστα ο μοναδικός βραχώδης πλανήτης πέρα από τη Γη με αυτήν την ιδιότητα. Ως επακόλουθο, της ύπαρξης μαγνητικού πεδίου ο πλανήτης διατηρεί περιορισμένη μαγνητόσφαιρα που διαταράσσεται συχνά από επαναλαμβανόμενες ριπές του ηλιακού ανέμου που την περιβάλλει. Πάντως, η μικρή ταχύτητα περιστροφής σε συνδυασμό με την ύπαρξη πυκνού πυρήνα δεν είναι συμβατές με τη θεωρία του εσωτερικού ηλεκτρικού δυναμικού, που θεωρείται η γενεσιουργός αιτία των πλανητικών μαγνητικών πεδίων.

Συναρπαστικές ανακαλύψεις και αναπάντητα ερωτήματα

Ο μικρός βραχώδης πλανήτης παρότι εγγύτερος στον Ήλιο από οποιονδήποτε άλλον στο ηλιακό σύστημα, παρέμενε μέ-

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



Εικόνα της Αφροδίτης από το BepiColombo καθώς η συσκευή ταξιδεύει προς τον Ερμή. Πηγή: Wikimedia.org

χρι πρότινος στην αφάνεια, ενώ είναι χαρακτηριστικό πως μόλις δύο διαστημικές αποστολές αφιερώθηκαν τις περασμένες δεκαετίες στην εξερεύνησή του. Η πρώτη εκτοξεύθηκε το 1973 από την NASA με την ονομασία Mariner 10 και εφοδίασε τους επιστήμονες με τις πρώτες κοντινές εικόνες της ιδιόμορφης επιφάνειας του πλανήτη στην ιστορία. Για περισσότερα από 30 χρόνια το Mariner 10 ήταν το μοναδικό διαστημικό σκάφος που εστάλη για να προσεγγίσει τον μικρό ιδιόμορφο πλανήτη μέχρι το 2004, όταν η αποστολή MESSENGER κατάφερε να τον επισκεφτεί ξανά.

Τα επιστημονικά ευρήματα των δύο αποστολών ήταν πλούσια και συνθέτουν το μεγαλύτερο μέρος της γνώσης μας για τον πλανήτη μέχρι σήμερα. Έφεραν στην επιφάνεια πληροφορίες για τη μορφολογία του και αποκάλυψαν μία ανάγλυφη, αρχέγονη (χρονολογείται στις απαρχές του ηλιακού συστήματος) επιφάνεια με τραχιά, εκτεταμένα υψίπεδα που συνδυάζουν λείες, ομαλές κοιλάδες με κρατήρες, ενώ παρατηρήθηκαν και φαινομενικά ανέπαφες από βομβαρδισμούς ουρανίων αντικειμένων περιοχές. Οι περιοχές αυτές φαίνεται πως σχηματίστηκαν από τα βραχώδη απομεινάρια του πρώιμου ηλιακού συστήματος που προσέκρουαν στους νεοσύστατους πλανήτες και εν τέλει ομαλοποιούσαν τμήματα των υψιπέδων, γεμίζοντας σταδιακά τους παλαιότερους κρατήρες. Στα χαμηλότερα επίπεδα εντοπίζονται λείες πεδιάδες με μικρό αριθμό διάσπαρτων κρατήρων που εικάζεται πως μορφοποιήθηκαν λόγω της έντονης νφαιστειακής δραστηριότητας του πλανήτη ή της αναπήδησης και διάχυσης καυτής λάβας έπειτα από βίαιες συγκρούσεις με εισερχόμενα ουράνια αντικείμενα. Ο κρατήρας Caloris θεωρείται το εντυπωσιακό αποτέλεσμα μίας τέτοιας κολοσσιαίας πρόσκρουσης ουράνιου αντικειμένου αφού η πλήρης δομή του εκτείνεται σε περιοχή με διάμετρο 1.500 χιλιομέτρων και περιβάλλεται από ορεινούς όγκους ύψους δύο χιλιομέτρων. Εικάζεται πως η σύγκρουση που ευθύνεται για τη δημιουργία του επηρέασε τη μορφολογία ολόκληρου του πλανήτη και πυροδότησε έντονη σεισμική δραστηριότητα που διαδόθηκε μέχρι την επιφάνεια του αντίπερα ημισφαιρίου.

Μεταξύ των εντυπωσιακών ευρημάτων των δύο αποστολών περιλαμβάνεται ακόμα η διαπίστωση ότι ο πυρήνας του πλανήτη ξεκινάει σε βάθος μόλις 400 χιλιομέτρων από την επιφάνεια του και η ανακάλυψη περίπου 1 τρισεκατομμυρίου τόνων πάγων νερού στις περιοχές των πόλων. Το MESSENGER απέστειλε τις πρώτες ευκρινείς εικόνες περιοχών που φιλοξενούν τις αινιγματικές «κοιλότητες», όπως ονομάστηκαν, του Ερμή. Πρόκειται για ρηχές, ιδιόμορφες, συχνά λαμπρές στο εσωτερικό τους, θλίψεις (υποχωρήσεις) εδάφους, οι οποίες συνθέτουν ένα φαινόμενο δίχως ανάλογο στο ηλιακό σύστημα. Η μορφή τους παραπέμπει σε φαινόμενα εξάχνωσης τα οποία όμως δεν αιτιολογούνται με βάση τη βραχώδη σύσταση του περιβάλλοντος των «κοιλοτήτων» και την προϊστορία της επιφάνειας του πλανήτη. Θεωρείται δε, πως πρόκειται για δυναμικά εξελισσόμενο και όχι στατικό φαινόμενο. Στο αινιγματικό φαινόμενο προστέθηκε μία ακόμη έκπληξη για τους επιστήμονες καθώς διαπιστώθηκε η ύπαρξη μίας λεπτής ατμόσφαιρας (ή εξώσφαιρα όπως την αποκαλούν οι ερευνητές), η οποία συντίθεται κυρίως από οξυγόνο, υδρογόνο και ήλιο, ενώ μεταγενέστερες φασματοσκοπικές μετρήσεις αποκάλυψαν επιπλέον συγκεντρώσεις σε νάτριο, κάλιο,

ασβέστιο και μαγνήσιο.

Τέλος, η εγγύτητα του πλανήτη στο ισχυρό βαρυτικό πεδίο του Ήλιου έχει ως αποτέλεσμα το περίγλιο της ελλειπτικής τροχιάς που ακολουθεί να μετατοπίζεται περιοδικά. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως μετάπτωση του περιηλίου του Ερμή, είναι απόρροια της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας και αποτέλεσε την πρώτη επιβεβαίωση της σπουδαίας θεωρίας του Αϊνστάιν.

BepiColombo και η «βουτιά» προς τον Ερμή

Αν και πλούσια, τα ευρήματα των δύο προγενέστερων αποστολών γέννησαν περισσότερα ερωτήματα και διατήρησαν το πέπλο μυστηρίου που καλύπτει συγκεκριμένες πτυχές του πλανήτη, μέχρι και σήμερα. Στα καίρια αυτά ερωτήματα καθώς και σε πληθώρα άλλων, αναμένεται να δώσει απαντήσεις η διαστημική αποστολή BepiColombo.

Πρόκειται για το αποτέλεσμα ενός πολυετούς, φιλόδοξου σχεδιασμού της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Υπηρεσίας (ESA), η οποία σε συνεργασία με την Ιαπωνική Υπηρεσία Εξερεύνησης του Αεροδιαστήματος (JAXA) κατόρθωσε να δημιουργήσει ένα επταετές διαστημικό πρόγραμμα πολλαπλών τεχνολογικών προκλήσεων. Το BepiColombo θα κληθεί να πραγματοποιήσει μία κυκλοειδή κίνηση πανομοιότυπη με εκείνες των προκατόχων του, Mariner 10 και MESSENGER, εωσότου φτάσει τελικά στον τραχύ, βραχώδη πλανήτη. Η τεχνική διαστημικών ταξιδιών που καθιστά εφικτή την μετακίνηση του σκάφους στον πλανήτη είναι εκείνη των ελιγμών βαρυτικής ώθησης ή βαρυτικής σφενδόνης όπως συχνά αποδίδεται σε κύκλους της ελληνικής αστρονομικής κοινότητας και όχι μόνο. Η κοντινή διέλευση ενός αντικείμενου (δορυφόρος) από ένα δεύτερο σημαντικά μεγαλύτερης μάζας (πλανήτης) με στόχο την αλλαγή της ταχύτητας του πρώτου λόγω της βαρυτικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο, έχει ως βασικό στόχο την επιτάχυνση ή την επιβράδυνσή του. Η εφαρμογή της ευφυούς, σχετικά απλής, αυτής τεχνικής έφερε επανάσταση στα διαπλανητικά ταξίδια και βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στους ενδελεχείς υπολογισμούς του ευρηματικού μαθηματικού και μηχανικού Guiseppe “Bepi” Colombo, στον οποίο και οφείλεται η ονομασία της αποστολής.

Η διαδρομή περιέχει προγραμματισμένες διελεύσεις (και αντίστοιχες βαρυτικές ωθήσεις) από τους πλανήτες Γη, Αφροδίτη και από τον ίδιο τον Ερμή. Το σκάφος έχει

εκκινήσει το διαπλανητικό του ταξίδι εδώ και τρία χρόνια έχοντας ήδη διανύσει πάνω από 3 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα, ενώ στην 1 Οκτωβρίου του 2021 απέστειλε τις πρώτες εικόνες του πλανήτη κατά τη διάρκεια της πρώτης διέλευσής του από αυτόν. Η πρώτη φάση του μακροσκελούς ταξιδιού του σηματοδοτήθηκε με την εκτόξευση του πυραύλου Ariane 5 στις 20 Οκτωβρίου του 2018 όταν με την πυροδότηση των ισχυρών προωθητικών πυραύλων του, το διαστημικό σκάφος απέκτησε την κατάλληλη ταχύτητα διαφυγής από το βαρυτικό πεδίο της Γης. Η ταχύτητα αυτή ανέρχεται περί τα 12.000 χιλιόμετρα ανά ώρα και παρότι αναγκαία για τη διαφυγή του σκάφους, θεωρείται υπέρμετρη για διαστημικά οχήματα που κατευθύνονται προς το ισχυρό πεδίο βαρύτητας του Ήλιου. Σύμφωνα λοιπόν με τους υπολογισμούς, δίχως την προσθήκη διορθωτικών κινήσεων στην τροχιά, η ταχύτητα αυτή είναι ικανή να οδηγήσει το σκάφος στο εγγύς περιβάλλον του Ήλιου, όπου η ισχυρή βαρύτητά του θα το παγιδεύσει και εν τέλει θα το οδηγήσει σε ελεύθερη πτώση προς το καυτό πλάσμα της ηλιακής ατμόσφαιρας, ήτοι στην καταστροφή.

Το πρόβλημα αυτό υπερπηδήθηκε με τον σχεδιασμό μία νέας τεχνολογίας ηλιο-ηλεκτρικών προωθήσεων. Η αρχή λειτουργίας του συστήματος βασίζεται στην καύση ξένου στις προωθητικές μηχανές (ιοντικοί προωθητές) και την εκτόξευση κυανών πιδάκων πλάσματος μερικές στιγμές μετά την πυροδότηση τους. Το καινοτόμο αυτό προωθητικό σύστημα αποδείχθηκε οκτώ φορές πιο αποδοτικό από το αντίστοιχο των χημικών καυσίμων. Η προγραμματισμένη πυροδότηση των ηλιο-ηλεκτρικών προωθήσεων εκτελεί τις κατάλληλες διορθώσεις (επιβραδύνσεις ή επιταχύνσεις του διαστημικού σκάφους) σε κρίσιμα σημεία της τροχιάς και σε συνδυασμό με τις διαδοχικές βαρυτικές ωθήσεις που θα υποστεί το διαστημικό σκάφος θα το οδηγήσουν τελικά σε ελλειπτική τροχιά γύρω από τον Ήλιο με περίγλιο σε απόσταση περίπου ίση με εκείνη του Ερμή από το άστρο μας. Θα ακολουθήσουν έξι διελεύσεις από τον Ερμή κατά τις οποίες θα εφαρμοστεί παρόμοιο πρωτόκολλο συνδυαστικών προωθήσεων με τελικό στόχο την τοποθέτηση του διαστημικού σκάφους σε ευσταθή τροχιά τον Δεκέμβριο του 2025. Το κυρίως διαστημικό πρόγραμμα αναμένεται να διαρκέσει έως τον Μάιο του 2027, ωστόσο φαίνεται πως θα επεκταθεί για ένα ακόμα έτος.

Γιάννης Δακανάλης

φυσικός, υποψήφιος διδάκτορας Αστροφυσικής στο τμήμα Φυσικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΠΗΓΕΣ:

<https://astronomy.com/magazine/news/2018/10/the-bepicolombo-mission-will-image-mercury-like-never-before>

<https://ikanlife16.blogspot.com/2019/05/bepicolombo-mission-ESA.html>

<https://solarsystem.nasa.gov/missions/bepicolombo/in-depth/>

BepiColombo και διαστημικές αποστολές:

Παρά τις πολυάριθμες διαστημικές αποστολές που έχει πραγματοποιήσει η ανθρωπότητα από την αυγή της διαστημικής εποχής, μπορεί κανείς να εντοπίσει σοβαρές ελλείψεις σε ότι αφορά τις γνώσεις μας για το ηλιακό σύστημα και τα αστρονομικά αντικείμενα που το απαρτίζουν. Ενδεικτικά αναφέρεται πως μόλις 2 χρόνια νωρίτερα το κινεζικό διαστημικό σκάφος Chang'e-4 πραγματοποίησε την πρώτη προσεγγίση διαστημικού σκάφους στην αθέατη πλευρά της Σελήνης στην ιστορία της ανθρωπότητας· ενώ απέχουμε αρκετά έτη διαστημικής τεχνολογικής προόδου από μία απόπειρα προσέγγισης της ηλιακής ατμόσφαιρας πέραν του ενός εκατομμυρίου χιλιομέτρων.

Μία κοινή εσφαλμένη πεποίθηση είναι ότι έχουμε πραγματοποιήσει αρκούντως μεγάλο αριθμό διαστημικών αποστολών ώστε πλέον να κατέχουμε ολοκληρωμένη γνώση για τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος. Κάτι τέτοιο απέχει πολύ από την πραγματικότητα. Είμαστε σε θέση μόνο υποθέσεις να πραγματοποιήσουμε για τη σύσταση και τα πολυποικίλα φαινόμενα των ανεξερεύνητων δορυφόρων του Δία και του Κρόνου, ενώ μόλις πρόσφατα ερευνητές προέβλεψαν μέσω μαθηματικών υπολογισμών την ύπαρξη μεταποσειδωνίου πλανήτη (ο λεγόμενος πλανήτης X), ο οποίος τοποθετείται μάλιστα αρκετά μακρύτερα από την τροχιά του Πλούτωνα.

Σε μία απόπειρα να επεκτείνουν τη σφαίρα της γνώσης και της κατανόησής μας για το ηλιακό σύστημα οι ερευνητές της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος (ESA) σε συνεργασία με την Ιαπωνική Υπηρεσία Εξερεύνησης Αεροδιαστήματος (JAXA), σχεδίασαν, και εν τέλει έθεσαν σε εφαρμογή, την υπό εξέλιξη αποστολή στον πλανήτη Ερμή με την ονομασία BepiColombo, με στόχο την ενδελεχή μελέτη του εγγύτερου στον Ήλιο πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος. Πρόκειται για την τρίτη, μόλις, αποστολή προσέγγισης του πλανήτη σε διεθνές, και την πρώτη σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Προς τη διαστημική ακτινογραφία του πλανήτη Ερμή

Η αποστολή BepiColombo αναμένεται να διαφωτίσει τους επιστήμονες σχετικά με οκτώδη ζητήματα που αφορούν τη δομή, τη σύσταση και τη μορφολογία του πλανήτη Ερμή, καθώς και τα πολυποικίλα φυσικά φαινόμενα που παρουσιάζει, αλλά και να απαντήσει στα καίρια ερωτήματα που έθεσαν οι δύο προκατόχοί του.

Το ηλιακό σύστημα θεωρείται ότι δημιουργήθηκε μέσα από ένα γιγάντιο περιστρεφόμενο νέφος αστρικού υλικού. Μέσω της μελέτης της σύστασης του εδάφους και της



Εικόνα από την πρώτη διέλευση του διαστημικού σκάφους της αποστολής BepiColombo από τον Ερμή, την 1η Οκτωβρίου 2021. Πηγή: ESA/BepiColombo/MTM, CC BY-SA 3.0 IGO

εξελικτικής κατάστασης του Ερμή οι ερευνητές ευελπιστούν να εξαγάγουν συμπεράσματα για τη φύση αυτού του πρωταρχικού νέφους και κατ' επέκταση για την προέλευση του ηλιακού συστήματος. Επιπλέον, οι μελέτες αυτές θα οδηγήσουν στην κατανόηση της εξελικτικής πορείας του πλανήτη κατά τα τελευταία 4,5 δισεκατομμύρια που ακολούθησαν τον σχηματισμό του ηλιακού συστήματος. Τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν θα έχουν ευρύτερη ισχύ, καθώς θα αφορούν στη γενικότερη κατηγορία συστημάτων με πλανήτες που εντοπίζονται σε κοντινή απόσταση από το άστρο τους.

Η εσωτερική δομή του Ερμή αποδείχτηκε ιδιόμορφη για έναν πλανήτη με τα φυσικά χαρακτηριστικά του. Τα ευρήματα της αποστολής πιθανόν να διαλευκάνουν το μυστήριο της δομής, της δημιουργίας και της συντήρησης του υπέρπυκνου πυρήνα του πλανήτη και να οδηγήσουν σε συμπεράσματα σχετικά με την ύπαρξη ή μη, ρευστού τμήματος και την επίδρασή αυτού στη μαγνητική δραστηριότητα του πλανήτη. Επιπλέον, θα εξεταστεί αν η ηφαιστειακή και γεωλογική δραστηριότητα που φαίνεται πως είχε αναπτύξει

ο πλανήτης κατά τα αρχικά στάδια της δημιουργίας του, διατηρείται μέχρι και σήμερα. Θα επιχειρηθεί ακόμα η λεπτομερής χαρτογράφηση των κρατήρων που εκτείνονται σε όλη την επιφάνεια του μέσω της εξαγωγής της επιφανειακής κατανομής, του αριθμού και της χημικής και γεωλογικής τους σύστασης.

Στις προσδοκίες των ερευνητών σε ότι αφορά τη συγκεκριμένη αποστολή, προστίθεται και η πληρέστερη κατανόηση του φαινομένου της μετάπτωσης του περιηλίου της τροχιάς του Ερμή. Κατά την περιφορά τους γύρω από τον πλανήτη τα δύο διαστημικά οχήματα της αποστολής θα είναι σε θέση να ελέγξουν κατά πόσο η καμπύλωση του χωροχρόνου (αποτέλεσμα της μάζας και του ισχυρού πεδίου βαρύτητας του Ήλιου στην περιοχή) ευθύνεται πράγματι για την μετακίνηση του περιηλίου της του πλανήτη, ως απόρροια της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας.

Στο στόχαστρο των οργάνων της αποστολής αναμένεται να μπει και η υποτυπώδης ατμόσφαιρα που διατηρεί ο πλανήτης. Θα μελετηθεί λοιπόν εξονυχιστικά, με στόχο τον

προσδιορισμό της ακριβούς δομής και προέλευσής της, αλλά και την εξαγωγή συμπερασμάτων για την δυναμική της εξέλιξη. Στους κρατήρες των μόνιμα σκοτεινών τμημάτων του πλανήτη συντηρούνται, όπως προαναφέρθηκε, περιοχές με υψηλές συγκεντρώσεις πάγου. Τα ζήτημα λοιπόν της προέλευσης, αλλά και της σύστασής τους (ποσοστό σε νερό ή ύπαρξη άλλων χημικών στοιχείων) θα απασχολήσουν τα διαστημικά όργανα της αποστολής. Τέλος, η θέση των διαστημικών σκαφών θα τους επιτρέψει να παρατηρήσουν τη διαπλανητική σκόνη που προέρχεται από κομήτες, αστεροειδείς και άλλα περιπλανώμενα βραχώδη αντικείμενα του ηλιακού συστήματος, αλλά και να μελετήσει την επίδραση της ηλιακής δραστηριότητας στο εγγύς (στον Ήλιο) μεσοπλανητικό διάστημα.

Οι διαστημικές αποστολές στο στόχαστρο

Αναμφίβολα η αποστολή στον Ερμή θα εφοδιάσει τους επιστήμονες με ευρήματα ανεκτίμητης αξίας, που αφορούν τον ίδιο τον πλανήτη και όχι μόνο. Η αποστολή όμως εντάσσεται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο πολυδάπανων διαστημικών προγραμμάτων, τα οποία παραδοσιακά πυροδοτούν κριτική στάση από μερίδα τόσο της κοινωνίας, όσο και της ερευνητικής κοινότητας ως προς την αναγκαιότητά τους ή ως προς το ισοζύγιο οφέλους-κόστους, ιδιαίτερα συνυπολογίζοντας τον σημαντικό αριθμό αποτυχιών, το κόστος των οποίων μετρήθηκε συχνά σε ανθρώπινες ζωές.

Η ιστορία της διαστημικής εξερεύνησης brίθιε τέτοιων παραδειγμάτων. Από το διαστημικό σκάφος της αποστολής Challenger, το οποίο εξερράγη έπειτα από μία αλυσιδωτή αντίδραση δυσλειτουργιών της τουρμπίνας οδηγώντας στον θάνατο και τα 7 μέλη του πληρώματος στιγμές μετά την απογείωσή του από το ακρωτήριο του Canaveral στις 28 Ιανουαρίου του 1986, μέχρι το πιο πρόσφατο του διαστημικού σκάφους Columbia, το οποίο αποσυναρμολογήθηκε βίαια κατά την είσοδο του στη γήινη ατμόσφαιρα το 2003, σκοτώνοντας το σύνολο του πληρώματος. Στις παραπάνω τραγωδίες προστίθεται ένας μεγάλος αριθμός δυνητικά θανατηφόρων ατυχημάτων που περιλαμβάνουν αστοχίες στον σχεδιασμό, όπως διαρροές δηλητηριώδους αερίου σε θαλάμους, και διαρροές υγρών στο εσωτερικό διαστημικών στολών, αλλά και τραυματισμούς κοσμοναυτών που οφείλονταν σε απρόσμενα φυσικά φαινόμενα, όπως η πλήξη της κεφαλής του διαστημικού σκάφους της σεληνιακής αποστολής Apollo 12 από κεραυνούς στιγμές πριν από την εκτόξευσή του. Οι ζημιές που προκλήθηκαν, αν και αμελητέες κατά την αρχική εκτίμηση, είχαν ως αποτέλεσμα την ανώμαλη

κριτική και οφέλη

προσθαλάσσωση του σκάφους κατά την επιστροφή του και την ταυτόχρονη πλήξη του από ισχυρό θαλάσσιο κύμα.

Μέρος της συνολικής κριτικής εστιάζει επίσης στα υπέρογκα ποσά που δαπανώνται στα εθνικά διαστημικά προγράμματα των ισχυρότερων χωρών εις βάρος του δημοσίου χρήματος, παρά τη συμμετοχή ιδιωτικής πρωτοβουλίας, σε συνδυασμό με την ύπαρξη ενός διόλου ευκαταφρόνητου ποσοστού αποτυχιών. Ανατρέχοντας σε πρόσφατα παραδείγματα συναντάμε, κατά τη διάρκεια του έτους 2019, την πρόσκρουση στην επιφάνεια της Σελήνης του ρομποτικού εξερευνητικού οχήματος Beresheet της Ισραελινής Διαστημικής Υπηρεσίας (ISA), την έκρηξη διαστημικής κάψουλας του προγράμματος SpaceX, Crew Dragon κατά τη διενέργεια στατικών ελέγχων και τη προστριβή στην επιφάνεια της Σελήνης του ινδικού ρομποτικού οχήματος Vikram που είχε σχεδιαστεί με σκοπό να ερευνήσει τα αποθέματα πάγου νερού στον νότιο σεληνιακό πόλο.

Παραδείγματα, όμως, που σκιαγραφούν τις πολλαπλές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα διαστημικά προγράμματα, και που εν τέλει τροφοδοτούν την κριτική, μπορεί να αντλήσει κανείς και από επιτυχημένες αποστολές όπως εκείνη του BepiColombo. Παρότι ξεκίνησε και εξελίσσεται με επιτυχία συνάντησε, όπως όλες οι μακρόπνοες αποστολές, αρκετές δυσκολίες μέχρι την εκτόξευσή του σκάφους της αποστολής στις 20 Οκτωβρίου του 2018. Ενδεικτικά, η έναρξη της αποστολής έλαβε χώρα με καθυστέρηση 4 περίπου ετών σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό, το κόστος της αποστολής ξεπέρασε τις αρχικές εκτιμήσεις κατά το διπλάσιο, ενώ με βάση μεταγενέστερους υπολογισμούς ο ρωσικός πύραυλος Soyuz που θεωρήθηκε αρχικά ικανός να μεταφέρει το σκάφος, κρίθηκε ανεπαρκής. Ο βαθμός αστοχίας του προγραμματισμού ήταν μάλιστα τέτοιος που οδήγησε την ESA σε πλήρη αναδιαμόρφωση της στρατηγικής που αφορούσε τον σχεδιασμό μελλοντικών αποστολών. Τα παραπάνω πυροδότησαν αλληπάλληλες καθυστερήσεις και υπερκοστολογήσεις, δημιουργώντας δυσφορία και στις δύο πλευρές της Ευρασίας.

Οι διαστημικές αποστολές στο βάθος

Τα ερώτημα λοιπόν είναι εύλογο και παραμένει. Αντλεί η ανθρωπότητα οφέλη από τις διαστημικές αποστολές ικανά να αντισταθμίσουν το πολυδιάστατο κόστος που αξιώνουν/πιστώνουν; Σε μια απόπειρα να σταθμίσουμε ισοβαρώς, στα πλαίσια ενός κειμένου περιορισμένης έκτασης, την κριτική που αναπτύχθηκε στα προηγούμενα θα αναπτύξουμε την «υπεράσπιση» πάνω στα ίδια παραδείγματα.

“Μία ζωή χωρίς περιπέτεια θα είναι πιθανόν βαρετή, αλλά μία ζωή στην οποία η περιπέτεια θα έχει το ελεύθερο να λάβει οποιαδήποτε μορφή, θα είναι πιθανόν σύντομη”. Η φράση αυτή του Βρετανού φιλοσόφου, μαθηματικού και συγγραφέα, Bertrand Russell βρίσκει εφαρμογή σε κοσμική αλλά και σε ανθρώπινη κλίμακα σε ό,τι αφορά τη διαστημική εξερεύνηση. Η τελευταία μας έχει δώσει τη δυνατότητα να ιχνηλατήσουμε τους πιθανούς κινδύνους που εγκυμονεί το εγγύς, και όχι μόνο, διαστημικό περι-

Η έκρηξη
του διαστημικού
λεωφορείου Challenger.
Πηγή: Wikipedia.org



βάλλον, με αποτέλεσμα να είμαστε σε θέση να εντοπίσουμε, για παράδειγμα, την τυχαία ανακατεύθυνση ουρανίων αντικειμένων της Ζώνης των Αστεροειδών ή κομητών προς τη Γη. Τα ατυχήματα του Challenger και του Columbia αν και θανατηφόρα, εξαιτίας της δριμείας κριτικής που πυροδότησαν εξανάγκασαν τις διαστημικές υπηρεσίες στη θέσπιση διεθνών πρωτόκολλων ασφαλείας για τους κοσμοναύτες, με αποτέλεσμα τα σύγχρονα επανδρωμένα διαστημικά ταξίδια να είναι πιο ασφαλή από ποτέ.

Το υψηλό κόστος και οι χρονοβόρες υλοποιήσεις των διαστημικών προγραμμάτων φέρνουν στην επιφάνεια και την άλλη όψη του νομίσματος. Ενδεικτικά αναφέρεται πως κάθε χρονική στιγμή απασχολούνται περίπου 18.000 εργαζόμενοι μόνο από τη NASA, ενώ αναμένεται συνεχής αύξηση του αριθμού αυτού τα επόμενα χρόνια σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο αριθμός αυτός προσαυξάνει συνυπολογίζοντας τους μηχανικούς, το τεχνικό προσωπικό, τους εργάτες, τα οικονομικά επιτελεία και πληθώρα άλλων ειδικοτήτων που εμπλέκονται στην υλοποίηση διαστημικών προγραμμάτων. Επιπλέον, το έτος 2019 πέραν της εκτόξευσης οικονομικών πόρων στο διάστημα μέσα από αποτυχημένα προγράμματα, έχει να επιδείξει μία σειρά σημαντικών επιτευγμάτων. Ήταν το έτος που σηματοδοτήθηκε η έναρξη της χρήσης των επαναχρησιμοποιούμενων διαστημοπλοίων από τη NASA, καθώς ο πύραυλος της εταιρείας SpaceX, Crew Dragon κατάφερε να πραγματοποιήσει επίσκεψη στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό και να επιστρέψει στη Γη με ασφάλεια. Την ίδια χρονιά το ρομποτικό σκάφος Chang'e 4 προσεληνώθηκε για πρώτη φορά στην ιστορία της ανθρωπότητας στην αθέατη πλευρά της Σελήνης, παρέχοντας μοναδικές εικόνες και δεδομένα στους ερευνητές. Για πρώτη φορά επίσης εκείνο το έτος πραγματοποιήθηκε διαστημικός περίπατος από διμελή ομάδα αστροναυτών που απαρτιζόταν μόνο από γυναίκες. Στις μεγάλες επιτυχίες προσμετράται και η εκτόξευση του κινούμενου με “ηλιακό πανί” διαστημοπλοίου LightSail 2,

εμπλουτίζοντας την τεχνογνωσία μας για διαστημικά ταξίδια που θα εκμεταλλεύονται την πίεση της ηλιακής ακτινοβολίας για να μεταφέρουν φορτία με υψηλές ταχύτητες και χαμηλή ποσότητα καυσίμων.

Τα επιστημονικά οφέλη της αποστολής BepiColombo καλύφθηκαν εκτενώς νωρίτερα. Αυτά που αποκομίζουμε όμως από αποστολές σαν και αυτή δεν περιορίζονται στον επιστημονικό κλάδο. Το γεγονός ότι το διαστημοσκάφος της αποστολής, που σε αντίθεση με προγενέστερες διαπλανητικές αποστολές που στόχευαν σε ψυχρά, εξώτερα μέρη του ηλιακού συστήματος, επιχειρεί «βουτιά» προς το εσωτερικό θερμό περιβάλλον του ηλιακού συστήματος -το οποίο κυριαρχείται επιπλέον από το πανίσχυρο βαρυτικό πεδίο του αστέρα μας- έθεσε μία τεχνολογική πρόκληση. Οι τουρμπίνες ηλιο-ηλεκτρικής προώθησης σχεδιάστηκαν, αποκλειστικά, για να υπερπηδήσουν τα εμπόδια αυτά, δοκιμάστηκαν για πρώτη φορά και τα ευρήματα θα αποτελέσουν ακρογωνιαίο λίθο στον σχεδιασμό μελλοντικών αποστολών προς τους βραχώδεις πλανήτες. Δεν πρέπει να παραβλεφθεί, τέλος, το γεγονός πως πρόκειται για μία διμερή συνεργασία σε επιστημονικό επίπεδο, δύο παραδοσιακά ασύνδετων σε πολιτικό επίπεδο δυνάμεων της διεθνούς πολιτικής σκηνής.

Γιάννης Δακανάλης

φυσικός, υποψήφιος διδάκτορας Αστροφυσικής στο τμήμα Φυσικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΠΗΓΕΣ:

<https://solarsystem.nasa.gov/missions/bepicolombo/in-depth/>

<https://www.technologyreview.com/2019/12/26/131385/the-five-biggest-space-failures-of-2019/>

<https://spacenews.com/tag/esa/page/15/>

ΣΠΟΓΓΟΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Απλές μορφές ζωής αποκαλύπτουν τα μυστικά της εξέλιξης του νευρικού συστήματος

Οι σπόγγοι, ή αλλιώς τα σφουγγάρια, είναι υδρόβιοι οργανισμοί που ζουν προσκολλημένοι στο βυθό και συναντώνται κυρίως σε θάλασσες. Ανήκουν στο ζωικό βασίλειο παρόλο που το σχήμα τους διαφέρει πολύ από τα άλλα ζώα. Αυτά τα παράξενα θαλάσσια πλάσματα έχουν κερδίσει την προσοχή των ερευνητών διότι ορισμένα κύτταρά τους θεωρούνται πρόγονοι των νευρικών κυττάρων των πιο πολύπλοκων και μεταγενέστερων εξελικτικά ζώων.

Οι σπόγγοι είναι από τα πιο παλιά ζώα που δημιουργήθηκαν στη Γη. Εμφανίστηκαν πριν από περίπου 550 εκατομμύρια χρόνια, κατά την Κάμβριο περίοδο. Η συγκεκριμένη γεωλογική περίοδος χαρακτηρίζεται, άλλωστε, από ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες που επέτρεψαν την εμφάνιση πολλών νέων, κυρίως θαλάσσιων, ζωικών ειδών. Οι επιστήμονες κατατάσσουν τους σπόγγους στο φύλο *Ποροφόρα*, όνομα που υποδηλώνει τους χιλιάδες πόρους που φέρουν στο σώμα τους. Δεν μπορούν να μετακινηθούν και θυμίζουν περισσότερο φυτά παρά ζώα. Δεν διαθέτουν κεφάλι ή άκρα και στο εσωτερικό του σώματός τους δεν υπάρχουν όργανα ούτε ιστοί, παρά μόνο κύτταρα. Παρόλη την απλότητα που τους χαρακτηρίζει, όσον αφορά τη μορφολογία τους και την οργάνωση του εσωτερικού του σώματός τους, οι σπόγγοι είναι εξαιρετικά ικανοί στη διήθηση του νερού. Δεκάδες χιλιάδες λίτρα νερού διηθούν καθημερινά προκειμένου να συγκρατήσουν τα οργανικά υλικά και το φυτοπλαγκτόν που αποτελούν την τροφή τους. Ο τρόπος με τον οποίον κατορθώνουν οι σπόγγοι να επιτελέσουν πολύπλοκες λειτουργίες χωρίς να έχουν εξειδικευμένα όργανα και ιστούς, παρέμενε για δεκαετίες ένα άλυτο μυστήριο.

Από τα κύτταρα των σπόγγων στα πολύπλοκα νευρικά συστήματα

Το νευρικό σύστημα των ζώων αποτελείται από νευρικά κύτταρα που επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω της απελευθέρωσης ηλεκτρικά φορτισμένων χημικών ουσιών. Με τη βοήθεια των μακριών ινών που διαθέτουν δημιουργούν δίκτυα που επιτρέπουν τη μεταφορά των ηλεκτρικών σημάτων σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Η εξελικτική πορεία των νευρικών κυττάρων ώστε να επιτελούν μια τόσο εξειδικευμένη και σημαντική λειτουργία για την επιβίωση των οργανισμών παραμένει σε μεγάλο βαθμό άγνωστη. Το μυστικό για την εξιχνίαση των μοναδικών εξελικτικών βημάτων που οδήγησαν στην εμφάνιση του νευρικού συστήματος των ζώων, με τα δαιδαλώδη δίκτυα των νευρικών κυττάρων και τα πλέον σύνθετα όργανα όπως ο εγκέφαλος, κρύβεται στις πιο απλές και πρωτόγονες μορφές ζωής, όπως είναι οι σπόγγοι.

Σύμφωνα με νεότερα ερευνητικά δεδομένα, που δημοσιεύτηκαν στο περιοδικό *Science* στις αρχές



του Νοέμβρη, τα κύτταρα αυτών των παράξενων πλασμάτων χρησιμοποιούν ένα πολύπλοκο σύστημα επικοινωνίας προκειμένου να ρυθμίζουν την ποσότητα και την ποιότητα της τροφής τους και να απομακρύνουν εχθρικά βακτήρια. Ήδη προηγούμενες ερευνητικές μελέτες έχουν επιβεβαιώσει την ύπαρξη γονιδίων στους σπόγγους που σχετίζονται με τη δημιουργία συνάψεων, δηλαδή μικροσκοπικών περιοχών ανάμεσα στα νευρικά κύτταρα που βοηθούν στην ανταλλαγή ηλεκτρικών σημάτων. Παρόλο που οι σπόγγοι δεν διαθέτουν νευρικά κύτταρα, διαθέτουν γονίδια που συναντώνται στις συνάψεις των νευρικών κυττάρων των εξελικτικά μεταγενέστερων οργανισμών.

Προκειμένου να διερευνηθεί ποια κύτταρα των σπόγγων εκφράζουν τα συγκεκριμένα γονίδια ερευνητική ομάδα, με επικεφαλής τον εξελικτικό βιολόγο Detlev Arendt από το Πανεπιστήμιο της Χαϊδελβέργης στη Γερμανία, χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνικές μοριακής βιολογίας, κατόρθωσε να αναλύσει το γενετικό υλικό του σπόγγου *Spongilla lacustris*. Έτσι διαπιστώθηκε ότι διαθέτουν κύτταρα που διακρίνονται σε 18 διακριτές ομάδες. Στη συνέχεια μελέτησαν ξεχωριστά κύτταρα από την κάθε ομάδα. Ένα είδος κυττάρων τους κέντρισε την προσοχή εξαιτίας των μακριών προεκβολών του που μοιάζουν με αυτές των νευρικών κυττάρων των πιο σύνθετων ζώων. Σε αυτά τα λίγα κύτταρα, που βρίσκονται κοντά στους χώρους που συσσωρεύεται το θαλασσινό νερό, διαπίστωσαν ότι εκφράζονται τα γονίδια των συνάψεων. Αυτά τα κύτταρα με τις προ-

εκβολές τους προσεγγίζουν τα γειτονικά κύτταρα που ρυθμίζουν την πέψη της τροφής. Επίσης επικοινωνούν με αυτά, μέσω της έκκρισης χημικών ουσιών, οι οποίες είναι παρόμοιες με αυτές που εκκρίνονται στις συνάψεις των νευρικών κυττάρων των πιο πολύπλοκων ζώων που διαθέτουν προηγμένα νευρικά όργανα και συστήματα.

Τα ευρήματά τους οδήγησαν εύλογα στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σε αυτές τις απλές μορφές ζωής ένα είδος επικοινωνίας μεταξύ των κυττάρων που πιθανότατα ρυθμίζει τη διήθηση του νερού και την πρόσληψη της τροφής. Αυτή η επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων φαίνεται να σχετίζεται με την απαρχή του νευρικού συστήματος στα ζώα. Με τη μελέτη των κυττάρων των σπόγγων αλλά και των διάφορων άλλων θαυμαστών οργανισμών του πλανήτη μας ξετυλίγεται σιγά σιγά το νήμα της εξέλιξης που συνδέει όλους τους οργανισμούς από τους πιο απλούς και πρωτόγονους μέχρι τον άνθρωπο.

M.T.

Πηγές:

1. Musser J. M. et al. Profiling cellular diversity in sponges informs animal cell type and nervous system evolution. *SCIENCE* 4 Nov 2021, Vol 374, Issue 6568, pp. 717-723.
2. <https://www.newscientist.com/article/2296329-brainless-sponges-have-cells-that-might-be-the-precursors-of-neurons/#ixzz7C8NkTGhU>

ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗ

Η πρωτοποριακή εφαρμογή LANGaware βοηθά στην πρώιμη διάγνωση της νόσου του Αλτσχάιμερ και διαφόρων μορφών άνοιας, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες αιχμής όπως η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση. Η τεχνολογία πίσω από την πλατφόρμα είναι προϊόν πολυετούς έρευνας η οποία πραγματοποιήθηκε στο ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος. Η Βασιλική Ρεντούμη, ερευνήτρια στον τομέα της Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας και της Υπολογιστικής Γλωσσολογίας, στο ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, Founder και CEO της LANGaware, μιλά στο Πρίσμα για την πρωτοποριακή εφαρμογή η οποία προέκυψε μέσα από την έρευνα.

Ποια είναι η ιδέα πίσω από την εφαρμογή LANGaware;

Πολλές νευροεκφυλιστικές και ψυχιατρικές ασθένειες σχετίζονται με μεταβολές στον προφορικό λόγο, οι οποίες σπάνια διερευνώνται. Τα σύνδρομα και οι νόσοι που εκδηλώνονται με διαταραχή από τις ανώτερες φλοιικές λειτουργίες, πολλές φορές υποδιαγιγνώσκονται και η τελική διάγνωση μπορεί να καθυστερήσει, ακόμα και πολλά έτη μετά την εκδήλωση των πρώτων συμπτωμάτων. Στα νοσήματα αυτά περιλαμβάνεται η άνοια, τόσο στη νόσο Αλτσχάιμερ, όσο και οι άλλοι τύποι άνοιας. Στις περιπτώσεις αυτές η πρώιμη διάγνωση είναι καθοριστική τόσο για την καθυστέρηση της πορείας της νόσου, όσο και για την πρώιμη εκπαίδευση των ασθενών και των φροντιστών τους, με την καθοδήγηση του ειδικού νευρολόγου ή ψυχιάτρου. Επομένως, όσο νωρίτερα αναγνωριστεί η γνωστική έκπτωση του ασθενή, τόσο νωρίτερα θα τους χορηγηθεί αγωγή και θα τεθούν σε παρακολούθηση. Οι παραδοσιακές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τις περιπτώσεις αυτές εδώ και δεκαετίες περιλαμβάνουν διάφορα γνωστικά τεστ, τα οποία είναι χρονοβόρα και σε ήπιες μορφές άνοιας μπορεί να είναι ανακριβή. Η ιδέα πίσω από την πλατφόρμα της LANGaware είναι να χρησιμοποιήσουμε τη μηχανική μάθηση και την τεχνητή νοημοσύνη για να χτίσουμε ακριβή μοντέλα τα οποία έχουν τη δυνατότητα να εντοπίσουν και να παρακολουθήσουν, με μη παρεμβατικό τρόπο, μια σειρά από ψηφιακούς βιοδείκτες που βασίζονται στη γλώσσα και τον λόγο (το γλωσσικό αποτύπωμα κάθε εξεταζόμενου). Η πλατφόρμα, μέσω των τεχνολογιών αιχμής, επιτυγχάνει την αντικειμενική αποτίμηση του κινδύνου γνωστικής έκπτωσης, καθώς αναγνωρίζει με υψηλή ακρίβεια τους ασθενείς που πάσχουν από άνοια και άλλες νευροεκφυλιστικές αλλά και ψυχιατρικές ασθένειες (όπως η κατάθλιψη).



LANGaware

Πρωτοποριακή εφαρμογή για την πρώιμη διάγνωση του Αλτσχάιμερ και της άνοιας

Ποια μεθοδολογία χρησιμοποιεί η πλατφόρμα LANGaware;

Προκειμένου να γίνει έγκαιρη διάγνωση της γνωστικής έκπτωσης στις περιπτώσεις που προαναφέρθηκαν, θέλαμε να εντοπίσουμε ανεπαίσθητες μεταβολές στον προφορικό λόγο, που καταδεικνύουν τα πρώιμα σημάδια γνωστικής έκπτωσης. Για να αξιολογήσουμε την προτεινόμενη μεθοδολογία, χρησιμοποιήσαμε ηχογραφημένα δείγματα λόγου από ομάδες ασθενών σε πρώιμα στάδια γνωστικής έκπτωσης, καθώς και από αντίστοιχες ομάδες υγιών ανθρώπων, από διάφορες γλώσσες. Οι εξεταζόμενοι πέρασαν μια απλή και ευχάριστη δοκιμασία προφορικού λόγου. Για παράδειγμα, τους ζητήθηκε να περιγράψουν μια εικόνα ή μια καθημερινή τους δρα-

στηριότητα. Στη συνέχεια, αναλύσαμε τις ηχογραφήσεις αυτές, που ήταν σε διάφορες γλώσσες, χρησιμοποιώντας μια σειρά από αυτόματες μεθόδους επιλογής χαρακτηριστικών που χρησιμοποιούν αλγόριθμους ώστε να επιλεγούν τα πιο σημαντικά σύνολα ψηφιακών βιοδεικτών (σύνολα δεικτών γνωστικών ικανοτήτων) για τη διαφοροποίηση των ασθενών από τους υγιείς, διαγλωσσικά, μέσα από το γλωσσικό αποτύπωμα κάθε εξεταζόμενου. Η διαγνωστική απόδοση της προτεινόμενης μεθοδολογίας αξιολογήθηκε ως προς την ικανότητά της να αποτιμά με ακρίβεια τη γνωστική έκπτωση σε νέο πληθυσμό, χρησιμοποιώντας τους επιλεγμένους ψηφιακούς βιοδείκτες. Η πειραματική αξιολόγηση κατέδειξε ότι οι υψηλότερες αποδόσεις μπορούσαν να επιτευχθούν με τη χρήση ενός συνόλου διαγλωσσικών ψηφιακών βιοδεικτών.

Ποια θεωρείτε ότι είναι η σημασία της τεχνολογίας αυτής για τον τομέα της υγείας;

Η επιστημονική κοινότητα βρίσκεται σε αναμονή για την έγκριση των πρώτων νοσοτροποποιητικών θεραπειών για τη νόσο του Αλτσχάιμερ, θεραπείες οι οποίες θα μπορούν να εφαρμοστούν μόνο στα αρχικά στάδια της νόσου. Στο πλαίσιο αυτό, η πρώιμη διάγνωση είναι καθοριστική. Τα ευρήματα που προαναφέρθηκαν καταδεικνύουν ότι οι γλωσσικοί ψηφιακοί βιοδείκτες αποτελούν ένα ακριβές, αντικειμενικό, μη παρεμβατικό, γρήγορο και φθινό εργαλείο, ανεξάρτητο γλώσσας, για τον γνωστικό έλεγχο και την παρακολούθηση της υγείας του εγκεφάλου. Με τη χρήση της πλατφόρμας ένας γιατρός μπορεί μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, περίπου τριών λεπτών, να έχει στα χέρια του την αποτίμηση του κινδύνου για την γνωστική εξασθένηση ενός ασθενή. Το μόνο που χρειάζεται είναι μια σύνδεση στο διαδίκτυο και ένα μικρόφωνο. Η εφαρμογή μπορεί, λοιπόν, να επιταχύνει και να υποβοηθήσει σημαντικά το έργο των κλινικών ιατρών όσον αφορά στη διάγνωση, ενώ είναι ένα εργαλείο που μπορεί να προσφέρει στους ασθενείς μία εξ αποστάσεως εκτίμηση και παρακολούθηση της νόσου από την άνεση του σπιτιού τους.

Τα οφέλη αφορούν τόσο για τους ιατρούς, τους ασθενείς και τους φροντιστές τους, όσο και το σύστημα υγείας. Η τεχνολογία μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο αποκαλύπτοντας ανεξερεύνητες πτυχές της νόσου, συμβάλλοντας στην αποκωδικοποίησή της. Απώτερος στόχος της τεχνολογίας αυτής είναι να συμβάλει στον ψηφιακό μετασχηματισμό του συστήματος υγείας και να υποβοηθήσει στην ταχεία ανταπόκριση και στην αποτελεσματικότερη θεραπεία τέτοιων ασθενειών.

Πόσο σημαντική είναι η συνεργασία σε ένα τέτοιο πεδίο;

Στις τεχνολογίες υγείας είναι απαραίτητη η συνεργασία ειδικών από πολλά πεδία. Για παράδειγμα η ομάδα της LANGaware αποτελείται από μηχανικούς λογισμικού και μηχανικής μάθησης, επιστήμονες στην υπολογιστική γλωσσολογία, επιστήμονες δεδομένων, νευρολόγους και νευρογλωσσολόγους. Παράλληλα, είναι απαραίτητη η συνεργασία με τους γιατρούς αλλά και τους ασθενείς. Η συνεργασία με ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια και κλινικές, τόσο στην Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό είναι απαραίτητη για την διεύρυνση της χρήσης της πλατφόρμας.

Λ.Α.

Περισσότερες πληροφορίες:

<https://langaware.com/>

Μια κριτική εισαγωγή στην Επιστημολογία της Ψυχολογίας

Με αφορμή την έκδοση του βιβλίου «Επιστημολογία της Ψυχολογίας» από τις εκδόσεις Κριτική, η Νικόλ Σαρλά συζήτησε με τον συγγραφέα Μανώλη Δαφέρμο, καθηγητή του τμήματος Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης, σχετικά με τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η σύγχρονη Ψυχολογία και ευρύτερα η επιστήμη.

Πώς προέκυψε η ιδέα για τη συγγραφή του βιβλίου;

Το βιβλίο είναι προϊόν μακράς διαδικασίας. Καταρχάς, είναι αποτέλεσμα της παιδαγωγικής επικοινωνίας με τους φοιτητές του Πανεπιστημίου Κρήτης, καθώς διδάσκω αυτό το γνωστικό αντικείμενο από το 2001: οι ερωτήσεις, οι προβληματισμοί, οι τοποθετήσεις τους, ο διάλογος που αναπτύσσεται στο πλαίσιο των μαθημάτων αποτελεί για εμένα πηγή έμπνευσης. Επιπλέον, είναι προϊόν επιστημονικού διαλόγου και συνεργασιών που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της “International Society for Theoretical Psychology” που κατά τη γνώμη μου είναι η σημαντικότερη διεθνής ένωση που ασχολείται σοβαρά με κομβικά επιστημολογικά, θεωρητικά, μεθοδολογικά ζητήματα της Ψυχολογίας υπό ένα κριτικό πρίσμα. Η διεθνής επικοινωνία με συναδέλφους από διαφορετικές χώρες και ηπείρους ακόμα και εκείνους που δεν προέρχονται από τα βασικά κέντρα παραγωγής επιστημονικής γνώσης είναι για εμένα πηγή έμπνευσης. Οι προσεγγίσεις και οι προοπτικές αυτών των συναδέλφων είναι πολύ γόνιμες και με βοήθησαν να εντοπίσω νέες προοπτικές στην κατανόηση του κλάδου της Ψυχολογίας.

Ποια είναι τα βασικά ερωτήματα που προσεγγίζονται στο βιβλίο;

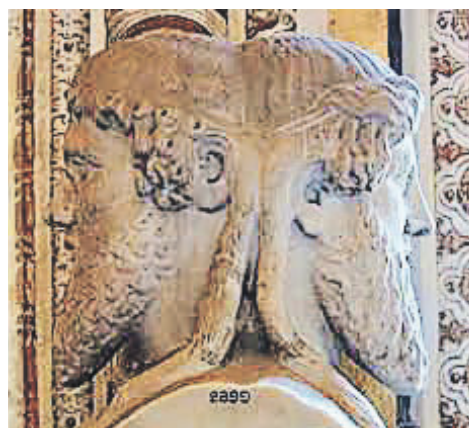
Τα βασικά ερωτήματα που επιχείρησα να θέσω είναι: Πρώτον, τι σημαίνει επιστήμη; Δεύτερον, τι είδους επιστήμη είναι η Ψυχολογία; Τρίτον, ποια είναι η σχέση της Ψυχολογίας με το σύνολο των επιστημών και τι συνεπαγωγές έχει η ιδιότυπη τοποθέτηση της Ψυχολογίας στον αστερισμό των επιστημών στο γνωστικό αντικείμενο που μελετά, στη μεθοδολογία που υιοθετεί, στον τύπο γνώσης που παράγει; Τι συνεπαγωγές έχει αυτό το είδος γνώσης στη συνείδηση των κοινωνικών υποκειμένων; Στο πεδίο της Ψυχολογίας υπάρχει η τάση ο καθένας να ασχολείται με ένα επιμέρους γνωστικό αντικείμενο—συνήθως περιορισμένο—όπου κάνει εμπειρική έρευνα, χωρίς να υπάρχει επαρκής εποπτεία σχετικά με την ευρύτερη γνωσιακή συγκυρία στο πεδίο. Δηλαδή ο συνολικός αναστοχασμός της κατάστασης και των τάσεων ανάπτυξης στο πεδίο της Ψυχολογίας είναι ανεπαρκώς ανεπτυγμένος. Εδώ υπάρχει και μια θεσμική διάσταση: η οργάνωση των προγραμμάτων σπουδών των



πανεπιστημίων δεν συμβάλλει στην ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού σε θεμελιώδη θεωρητικά και μεθοδολογικά ζητήματα της Ψυχολογίας ως κλάδου.

Ποιες δυσκολίες αντιμετωπίσατε στην έρευνα;

Η δυσκολία συνδέεται με την πολυπλοκότητα του ίδιου του γνωστικού αντικείμενου της έρευνας. Λόγος γίνεται για έναν κλάδο ο οποίος είναι δομικά κατακερματισμένος. Η Ψυχολογία αναπτύσσεται κυρίως εκτατικά με τόσο γρήγορους ρυθμούς που ακόμα και οι εκπρόσωποι των επιμέρους υποκλάδων της δυσκολεύονται να παρακολουθήσουν τις τάσεις που αναπτύσσονται σε αυτούς. Αν προσπαθείς συνολικά να εξετάσεις αναστοχαστικά την Ψυχολογία ως κλάδο, η κατάσταση γίνεται ακόμη πιο δύσκολη. Θα πρέπει να έχεις βαθιά γνώση των τάσεων στους επιμέρους υποκλάδους και ταυτόχρονα να εξετάζεις την Ψυχολογία ως μέρος μιας ευρύτερης ροής της επιστημονικής γνώσης που αναπτύσσεται με γεωμετρική πρόοδο. Η εργασία στο μεταίχμιο φιλοσοφίας και επιμέρους επιστημών είναι ο πιο γόνιμος τρόπος για την προώθηση του συνολικού αναστοχασμού της Ψυχολο-



γίας. Αυτό που απουσιάζει είναι οι διαμεσολαβητικοί κρίκοι μεταξύ των επιμέρους υποκλάδων της Ψυχολογίας, όπως επίσης μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών κλάδων.

Τι αποκομίσσατε από την έρευνα;

Όσο περισσότερο εμβάθυνα στον κριτικό αναστοχασμό της Ψυχολογίας αισθανόμουν δέος απέναντι στα εξαιρετικά πολύπλοκα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η σύγχρονη επιστήμη και κοινωνία. Ταυτόχρονα, απέκτησα επίγνωση της ανεπάρκειας των κυρίαρχων τρόπων πραγμάτευσης των ζητημάτων που εγείρονται με εντονότερο τρόπο στην Ψυχολογία για έναν παραπάνω λόγο: η Ψυχολογία αναπτύσσεται στο μεταίχμιο διαφορετικών ομάδων επιστημών. Μοιάζει σαν τον Ιανό, τον θεό των σταυροδρομιών και των μεταβάσεων που συνήθως οι Ρωμαίοι τον αναπαριστούσαν με δύο πρόσωπα. Το ένα πρόσωπο της Ψυχολογίας είναι στραμμένο στις φυσικές επιστήμες και το άλλο στις κοινωνικές και ανθρωπιστικές επιστήμες. Άρα οι προκλήσεις στο πεδίο της Ψυχολογίας μοιάζουν με τις σεισμικές δονήσεις στο σημείο επαφής διαφορετικών τεκτονικών πλακών. Αυτές οι «τεκτονικές δονήσεις» στο μεταίχμιο διαφορετικών ομάδων επιστημών φανερώνουν ότι βρισκόμαστε στο κατώφλι ανολοκλήρων μεταβάσεων, τις οποίες έχουμε σε πολύ μικρό βαθμό αναστοχαστεί. Ο περιοριστικός καταμερισμός της εργασίας στο πεδίο της επιστήμης είναι ένας από τους λόγους αυτής της δομικής ανεπάρκειας. Εξαιτίας του κατακερματισμού της επιστημονικής γνώσης είμαστε αναντίστοιχοι σε σχέση με τις κοινωνικές και επιστημονικές προκλήσεις.

Πως συνδέεται η μελέτη της επιστημολογίας της Ψυχολογίας με τις προκλήσεις της σύγχρονης πραγματικότητας;

Θα ήθελα να εστιάσω σε ένα κομβικό σημείο που δείχνει την κοινωνική και επιστημονική επικαιρότητά της. Η πανδημία που βιώνουμε είναι μια από τις εκδηλώσεις αυτού που ο Μαρξ χαρακτήριζε ως μεταβολικό ρήγμα φύσης-κοινωνίας, το οποίο σχετίζεται με την αρπακτική σχέση απέναντι στο ίδιο το φυ-

σικό περιβάλλον, την κατασπατάληση των φυσικών πόρων και την καταστροφή του ίδιου του υποκειμένου της εργασίας. Μπορούσαμε, άραγε, να μιλήσουμε για σύνθεση της επιστημονικής γνώσης, υπέρβαση του χάσματος ανάμεσα στις φυσικές και τις κοινωνικές επιστήμες, αν δεν αναστοχαστούμε τις συνεπαγωγές αυτού του μεταβολικού ρήγματος φύσης-κοινωνίας; Το βαθύτερο υπόβαθρο του ρήγματος ανάμεσα στις φυσικές και κοινωνικές επιστήμες είναι το μεταβολικό ρήγμα φύσης και κοινωνίας. Αν δεν μελετήσεις την επιστήμη ως ιδιότυπη μορφή εργασιακής δραστηριότητας, που αναπτύσσεται σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό καταμερισμό εργασίας, είναι πολύ δύσκολο να καταλάβεις τις βαθύτερες αιτίες του κατακερματισμού της επιστημονικής γνώσης και, κατά συνέπεια, να θέσεις το ζήτημα της ενοποίησης της επιστήμης με όρους ρεαλιστικούς.

Ξεκινάτε το τελευταίο κεφάλαιο αναφερόμενος στο ρητό «Μόνο τα νεκρά ψάρια ακολουθούν το ρεύμα». Πώς σχετίζεται με το αντικείμενο του βιβλίου;

Το βιβλίο κλείνει με μια αισιόδοξη προοπτική. Είναι η αίσθηση ότι η ζωή είναι πιο ισχυρή από τον θάνατο. Δεν είναι τυχαίο ότι το τελευταίο διάστημα αναπτύσσεται προβληματισμός για την «ζόμπι-επιστήμη». Εξωτερικά, η «ζόμπι-επιστήμη» μοιάζει με την πραγματική επιστήμη. Όμως, δεν προσφέρει νέα, πρωτότυπη γνώση, αλλά υπάρχει και αναπαράγεται μόνο για την άντληση χρηματοδοτικών πόρων. Παρά το ότι η δόμηση των κοινωνικών σχέσεων στηρίζεται σε μια αρπακτική σχέση απέναντι στη φύση, σε μια εκμεταλλευτική σχέση μεταξύ των ανθρώπων, αναπτύσσεται—και μάλιστα σε παγκόσμια κλίμακα—μια μορφή κλιμακούμενης αντίστασης απέναντι σε αυτές τις τάσεις κατακερματισμού, απέναντι στις νεκροπολιτικές, όχι μόνο αναφορικά με τους ίδιους τους ανθρώπους, αλλά και αναφορικά με την ίδια την επιστήμη. Άρα, εντός αυτού του σκηνικού διάδοσης των νεκροπολιτικών στο επίπεδο της κοινωνίας αλλά και στο επίπεδο της επιστήμης, υπάρχει μια αισιόδοξη προοπτική διαμόρφωσης ενός άλλου τύπου υποκειμένου της επιστημονικής εργασίας, το οποίο μπορεί να αναπτυχθεί ταυτόχρονα και ως υποκείμενο κοινωνικού μετασχηματισμού. Υπάρχει μια ενδότερη συνάφεια μεταξύ των δύο διαδικασιών. Αυτή είναι η ελπίδα για εμένα.

Νικόλ Σαρλά

ψυχολόγος-εκπαιδευόμενη συστημική
ψυχοθεραπεύτρια, απόφοιτη του
Προγράμματος Ιστορίας και Φιλοσοφίας της
Επιστήμης και της Τεχνολογίας

