

#146

ΠΡΙΣΜΑ

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

Η ΑΥΓΗ

Σάββατο 17 Δεκεμβρίου 2022

ΙΣΤΟΡΙΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

Μια αντι-ανθρώπινη ευαισθησία

Ο φόρος τιμής που αποδίδει ο Ουελμπέκ στον άνθρωπο είναι μια παγίδα για το ανθρώπινο είδος: Είναι μια θρυαλλίδα στα ευαίσθητα θεμέλιά του.

ΣΕΛΙΔΑ 8



Εποπτεύοντας την έρευνα

Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση χαρακτηρίζεται από μία σημαντική επιτάχυνση της εμφάνισης και τεχνολογικής εφαρμογής αναδυόμενων τεχνολογιών. Πώς εξασφαλίζεται η τήρηση των ηθικών κανόνων διεξαγωγής της επιστημονικής έρευνας σε ένα τόσο ευμετάβλητο περιβάλλον;

ΣΕΛΙΔΕΣ 4-5



Κυανοβακτήρια: οι πολύτιμοι σύμμαχοι στην εξερεύνηση του διαστήματος

Είτε ως πρώτη ύλη για τροφή και ενέργεια είτε ως «μηχανές» εξόρυξης και παρασκευής χρήσιμων υλικών, τα κυανοβακτήρια αναδεικνύονται σε πολύτιμο σύμμαχο για την εξερεύνηση του διαστήματος.

ΣΕΛΙΔΑ 6

Πόσο γρήγορα δημοσιεύονται τα αποτελέσματα της έρευνας;

Οι ερευνητές προτιμούν να παρουσιάζουν τη δουλειά τους σε περιοδικά που δημοσιεύουν με σχετικά γρήγορες διαδικασίες. Πώς έχει εξελισσεται ο ρυθμός δημοσίευσης και πώς διαφέρουν τα διαφορετικά επιστημονικά πεδία;

ΣΕΛΙΔΑ 7

Μια νέα αποστολή για τη μελέτη της σκοτεινής ύλης

Το μεγαλύτερο μέρος της ύλης που απαρτίζει το Σύμπαν είναι κρυμμένο από τα όργανα παρατήρησής μας. Η Ευρωπαϊκή Διαστημική Υπηρεσία ενέκρινε την αποστολή ARRAKHS για να μελετήσει τη σκοτεινή ύλη στο Γαλαξία μας και κοντινούς γαλαξίες.

ΣΕΛΙΔΕΣ 2-3



Συμπτώσεις

Στο προηγούμενο σημείωμα έγραφα ότι ο Ευγένιος Βούλγαρης βρέθηκε στο έδαφος όπου επρόκειτο να εκδηλωθεί μια από τις emblematicότερες συγκρούσεις του τέλους της νεοτερικότητας. Βρέθηκε όμως και στο έδαφος όπου επρόκειτο να πάρει μορφή μια από τις emblematicότερες πολιτικές τεχνολογίες της νεοτερικότητας. Η αρχιεπισκοπή Σλαβηνίου και Χερσώνος ιδρύθηκε το 1775 και την πνευματική της καθοδήγηση ανέλαβε ο Κερκυραίος λόγιος, που απολάμβανε την εμπιστοσύνη της Μεγάλης Αικατερίνης. Την πολιτική και στρατιωτική διοίκηση της τεράστιας περιοχής ανέλαβε ένας άλλος ευνοούμενος της αυτοκράτειρας, ο πρίγκιπας Γκριγκόρι Ποτέμκιν. Στόχος του Ποτέμκιν ήταν ο εποικισμός της αχανούς επικράτειας που εκτεινονταν κατά μήκος των νότιων συνόρων της Ρωσίας, αλλά και η οικονομική αξιοποίηση των πλούσιων πόρων που αυτή διέθετε. Ο Ποτέμκιν έπρεπε να προσελκύσει εργατικό δυναμικό για να καλλιεργήσει τη γη, αλλά και τεχνίτες για να επανδρώσει τα εργαστήρια και τα ναυπηγεία. Ο ρόλος του Βούλγαρη ήταν κρίσιμος στη διατήρηση της ειρήνης και της υπακοής των χριστιανικών πληθυσμών. Δεν αρκούσε, όμως. Χρειάζονταν και η συνδρομή ανθρώπων που ήταν σε θέση να οργανώσουν και να επιβλέψουν την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών.

Το 1780 φτάνει στη Ρωσία ένας φιλόδοξος και πολυπράγμων Άγγλος μηχανικός, ο Samuel Bentham. Ο Samuel μπαίνει αμέσως στην υπηρεσία του Ποτέμκιν αναλαμβάνοντας ένα πλήθος διαφορετικών ρόλων. Στρατιωτικός διοικητής, ναυπηγός, μηχανικός και μάνατζερ. Ένα από τα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει είναι το πρόβλημα της επίβλεψης του εργατικού δυναμικού που απασχολούνταν στα κτήματα και στις φάμπρικες του Ποτέμκιν. Η αφοσίωση στη Ορθόδοξια και η κοινωνική ειρήνη που προωθούσε ο Βούλγαρης ήταν αποτελεσματικές, αλλά μέχρι ενός σημείου. Για να υπάρξουν οικονομικά αποτελέσματα χρειαζόταν και εργασιακή πειθαρχία. Ο Samuel δεν είναι σε θέση να επιβάλει την απαιτούμενη πειθαρχία σε μια τόσο μεγάλη εργατική δύναμη. Έτσι σκέφτεται μια ευφυή λύση. Κατασκευάζει σημεία επιτήρησης απ' όπου οι επιστάτες μπορούν εποπτεύουν ολόκληρο τον χώρο εργασίας. Οι ίδιοι, όμως, δεν φαίνονται από τον χώρο εργασίας. Έτσι, η ύπαρξή και μόνο των σημείων επιτήρησης αρκεί για να επιβάλει τη συμμόρφωση των εργαζομένων: Οι εργαζόμενοι δεν είναι σε θέση να γνωρίζουν πότε επιτηρούνται και πότε όχι, άρα θεωρούν ότι πάντοτε επιτηρούνται. Ναι, το Πανοπτικόν είναι δημιουργία του Samuel και όχι του Jeremy Bentham. Και δεν είναι αποτέλεσμα του φιλοσοφικού ωφελιμισμού που ηρέσεν ο δεύτερος, αλλά των υπηρεσιών που πρόσφερε ο πρώτος στον πρίγκηπα Γκριγκόρι Ποτέμκιν για τον έλεγχο του εργατικού δυναμικού στη μεθόριο της ρωσικής αυτοκρατορίας.

Η νεοτερικότητα γεννήθηκε στην περιφέρεια. Η μητρόπολη γεννήθηκε στις αποικίες. Αυτό το ξέραμε. Εκείνο που κάθε φορά μας εκπλήσσει είναι οι απροσδόκπτες διασταυρώσεις διανοητικών εγχειρημάτων και τροχιών ζωής. Το τέλος της ιστορίας παίζεται στην Αγγλία: Το Πανοπτικόν γίνεται ένα αποτυχημένο μεταρρυθμιστικό πρόγραμμα των αδελφών Bentham. Και ο Βούλγαρης γίνεται μέλος της Royal Society, την ίδια μέρα που γίνεται μέλος και ο Antoine Lavoisier!

M.Π.

Μια νέα αποστολή για τη μελέτη της σκοτεινής ύλης

Σήμερα γνωρίζουμε ότι το μεγαλύτερο μέρος της ύλης που απαρτίζει το Σύμπαν είναι κρυμμένο από τα όργανα παρατήρησής μας. Η σκοτεινή αυτή ύλη είναι περίπου πέντε με έξι φορές περισσότερη από την συννησιόμενη και η παρουσία της γίνεται αντιληπτή μόνο έμμεσα, μέσω της επίδρασης της βαρύτητάς της στη συννησιόμενη ύλη. Για την μελέτη της σκοτεινής ύλης η Ευρωπαϊκή Διαστημική Υπηρεσία μόλις ενέκρινε μια αποστολή, υπό την καθοδήγηση ερευνητών από το Ινστιτούτο Αστροφυσικής της Ανδαλουσίας. Το όνομα της αποστολής είναι ARRAKIHs και είναι δανεισμένο από το μυθιστόρημα επιστημονικής φαντασίας *Dune* του Φρανκ Χέρμπερτ.

Από τις κοσμικές ακτίνες στην σκοτεινή ύλη

Η ανακάλυψη της σκοτεινής ύλης έχει τις ρίζες της σε ένα άλλο σημαντικό αστρονομικό φαινόμενο, την κοσμική ακτινοβολία, η οποία ανακαλύφθηκε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Το 1925 ο Ελβετός αστρονόμος Φριτς Τσβίκι (Fritz Zwicky) ξεκίνησε να εργάζεται με τον Νορμπελίστα Ρόμπερτ Μίλικαν στο Καλτέκ της Καλιφόρνια, πάνω στην πρόβλεψη της κοσμικής ακτινοβολίας. Σήμερα γνωρίζουμε ότι αυτή αποτελείται από ένα σύνολο από ενεργητικά σωματίδια, τα οποία κυριολεκτικά λούζουν τον πλανήτη μας και προέρχονται από τον Ήλιο, τα αστέρια, και από εκρηκτικά γεγονότα στο Σύμπαν, όπως εκρήξεις καινοφανών και υπερκαινοφανών. Οι

τελευταίες αποτελούν τα τελευταία στάδια ζωής των πολύ μεγάλων σε μάζα αστεριών, όταν μια τεράστια έκρηξη σκορπάζει τα υλικά τους στο μεσοαστρικό χώρο. Η αναζήτηση της προέλευσης των κοσμικών ακτίνων σε συνδυασμό με τις ανακαλύψεις τις εποχής στη σωματιδιακή φυσική οδήγησαν τελικά τον Τσβίκι στη μελέτη των εκρήξεων υπερκαινοφανών.

Με δεδομένο ότι οι εκρήξεις υπερκαινοφανών συμβαίνουν με συχνότητα περίπου μια φορά τον αιώνα σε κάθε γαλαξία, ο Τσβίκι σκέφτηκε να παρατηρήσει το σμήνος γαλαξιών Κόμης, το οποίο βρίσκεται στον αστερισμό της Κόμης της Βερενίκης. Το σμήνις περιέχει περισσότερους από χίλιους γαλαξίες, επομένως στρέφοντας το τηλεσκόπιό του σε αυτό θα είχε περισσότερες πιθανότητες να πα-

ρατηρήσει κάποια τέτοια έκρηξη μέσα σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα. Τελικά, οι παρατηρήσεις του είχαν ως αποτέλεσμα το 1933 ο Τσβίκι να διαπιστώσει ένα άλλο, απροσδόκητο χαρακτηριστικό των γαλαξιών, ότι δηλαδή αυτοί κινούνται με ταχύτητα πολύ μεγαλύτερη από ό,τι επιτρέπει η παρατηρήσιμη μάζα τους. Εκτίμησε ότι οι γαλαξίες θα πρέπει να περιέχουν μάζα αρκετές φορές μεγαλύτερη από την παρατηρούμενη και ονόμασε την άρατη αυτή ποσότητα ύλης *dunkle Materie*, δηλαδή σκοτεινή ύλη.

Παρόλο που η ιδέα αυτή δεν βρήκε απήχηση στην επιστημονική κοινότητα, τέσσερις δεκαετίες αργότερα, η ιδέα της ύπαρξης άρατης ύλης στο Σύμπαν ήρθε και πάλι στο προσκήνιο. Στις αρχές της δεκαετίας του 1970 οι Τζέρι Όστρικερ και Τζιμ Πίμπλς παρουσίασαν πειράματα προσομοιώσεων τα οποία έδειχναν ότι οι σπειροειδείς γαλαξίες διαλύονται σχετικά γρήγορα και η παρατηρούμενη ευστάθειά τους απαιτεί μάζα μεγαλύτερη από την ως τότε εκτιμώμενη. Μερικά χρόνια αργότερα, η αστροφυσικός Βέρα Ρούμπιν προσπάθησε να μετρήσει τη μάζα των γαλαξιών μετρώντας τις ταχύτητες περιφοράς των αστεριών στις παρυφές τους. Οι παρατηρήσεις της Ρούμπιν έδειξαν ότι τα άστρα που βρίσκονται στις οπείρες μακριά από το κέντρο του γαλαξία κινούνται τόσο γρήγορα που οι τροχιές τους δεν θα έπρεπε να είναι ευσταθείς, εκτός αν υπάρχει μέσα στους γαλαξίες ένα σημαντικό ποσό σκοτεινής ύλης. Τα αποτελέσματα αυτά παρατηρήθηκαν σε όλους τους γαλαξίες ανειρατέρως. Μέχρι στιγμής τα όργανα παρατήρησής μας δεν έχουν καταφέρει να γεφυρώσουν το κενό μεταξύ της παρατηρούμενης και θεωρητικά αναμενόμενης μάζας των γαλαξιών και διάφορα σενάρια έχουν προταθεί για την προέλευση της σκοτεινής αυτής ύλης.

Ένα από αυτά είναι ότι η σκοτεινή ύλη αποτελείται από σκοτεινά αντικείμενα σχετικά μεγάλης μάζας. Τέτοια θα μπορούσαν να είναι το αποτέλεσμα του αστρικού θανάτου, όπως μελανοί νάνοι ή μαύρες τρύπες και θα μπορούσαν να είναι άφθονα στους γαλαξίες, δεδομένου ότι η ηλικία του Σύμπαντος ξεπερνά κατά πολύ τη διάρκεια ζωής των πρώτων αστερών. Αν αυτά τα αντικείμενα είναι πράγματι σε τόσο μεγάλες ποσότητες, όσες απαιτούνται για να αναπληρώσουν τη «χαμένη» μάζα, και διάσπαρτα στο Γαλαξία μας, τότε η ύπαρξή τους θα μπορούσε να διαπιστωθεί από την καμπύλωση που θα προκαλούσαν καθώς πλησίαζαν τα αστέρια, λειτουργώντας ως βαρυτικό φακόι. Ωστόσο, οι μέχρι στιγμής παρατηρήσεις με τις υπάρχουσες δυνατότητες δεν έχουν δείξει την ύπαρξη τέτοιων αντικειμένων. Ένα πιθανότερο σενάριο είναι ότι η σκοτεινή ύλη αποτελείται από κάποια



Γαλαξίες Κεραίες (NGC 4038/4039)
Πρόκειται για γαλαξίες σε σύγκρουση, όπως παρατηρήθηκαν από το Very Large Telescope.
Πηγή: ESO

άγνωστα μέχρι στιγμής σωματίδια, τα οποία αλληλεπιδρούν με τη συνήθη ύλη μόνο μέσω της βαρυτικής αλληλεπίδρασης. Θεωρείται πολύ πιθανό τα σωματίδια της σκοτεινής ύλη να σχηματίζουν συγκεντρώσεις όπως νέφη ή μικρότερα σε έκταση αντικείμενα πλανητικής κλίμακας. Οι απαντήσεις αναζητούνται τόσο μέσω των πειραμάτων σε επιταχυντές όπου αναζητούνται νέα σωματίδια, όσο και με συνεχείς παρατηρήσεις.

Πάντως, παρά το άγνωστο της προέλευσής της, σήμερα γνωρίζουμε ότι η σκοτεινή ύλη είναι απαραίτητη για τα φυσικά μοντέλα που περιγράφουν τη δημιουργία και την εξέλιξη των γαλαξιών αλλά και για το κοσμολογικό μοντέλο, προκειμένου να εξηγηθεί η κατανομή της ακτινοβολίας μικροκυμάτων υποβάθρου, δηλαδή της απομένουσας ακτινοβολίας από τη Μεγάλη Έκρηξη. Η σκοτεινή ύλη δεν αλληλεπιδρά με τη συνήθη ύλη παρά μόνο μέσω βαρυτικής έλξης και η απουσία ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης την καθιστά άρατη σε όλα τα όργανα παρατήρησης που διαθέτουμε. Επομένως η μελέτη της είναι έμμεση και βασίζεται στην παρατήρηση της συνήθους ύλης που υφίσταται την επίδρασή της.

Η αποστολή ARRAKIHs

Πριν από λίγες ημέρες η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος (European Space Agency, ESA) ενέκρινε μια νέα αποστολή, η οποία έχει ως σκοπό τη μελέτη της σκοτεινής ύλης. Η αποστολή ονομάζεται ARRAKIHs (Analysis of Resolved Remnants of Accreted galaxies as a Key Instrument for Halo Surveys). Πρόκειται για μια αποστολή τύπου F (Fast), δηλαδή με οριζόντια ανάπτυξης μικρότερο από δέκα έτη, η οποία εντάσσεται στο νέο επιστημονικό πρόγραμμα του οργανισμού.

Σύμφωνα με τον Νταβίντ Μαρτίνεζ-Ντελγάδο, του Ινστιτούτου Αστροφυσικής της Ανδαλουσίας, το οποίο ηγείται της αποστολής, η ιδέα εμπνεύστηκε από τις επίγειες παρατηρήσεις ερασιτεχνών αστρονόμων. Οι τελευταίες κατέστησαν δυνατό τον εντοπισμό των λαμπρών αστρικών χειμάρρων στην άλω του Γαλαξία μας, δηλαδή κοσμικής κλίμακας, επιμήκη σύνολα αστεριών, τα οποία έχουν σχηματιστεί από την αλληλεπίδραση μεταξύ του Γαλαξία μας και των νάνων συνοδών γαλαξιών. Κατά τη διάρκεια αυτών των κοσμικών συγκρούσεων οι τεράστιες παλιρροϊκές δυνάμεις που αναπτύσσονται έχουν σαν αποτέ-

λεσμα οι νάνοι γαλαξίες τελικά διαλύονται και να συχνεύονται από το Γαλαξία μας, ενώ τα υπολείμματά τους σκορπίζουν σχηματίζοντας τους αστρικούς χειμάρρους γύρω από το Γαλαξία μας.

Εξάλλου, η σκοτεινή ύλη δεν είναι κατανεμμένη ομογενώς στο Σύμπαν αλλά σχηματίζει ένα κοσμικό δίκτυο, και ειδικά σε γαλαξιακές κλίμακες σχηματίζει πυκνώματα. Τόσο οι νάνοι γαλαξίες όσο και οι αστροχειμάρροι υφίστανται την βαρυτική επίδραση των συστάδων αυτών της σκοτεινής ύλης.

Επομένως, σύμφωνα με την ερευνητική ομάδα που ηγείται της αποστολής, η μελέτη των κινήσεων και η καταγραφή των πληθυσμών και των σχημάτων των νάνων γαλαξιών και των αστροχειμάρρων θα οδηγήσει σε σημαντικά συμπεράσματα για το είδος της σκοτεινής ύλης.

Όμως, λόγω των συνθηκών στη Γη η μελέτη των αστρικών χειμάρρων και των νάνων συνοδών γαλαξιών με μικρά τηλεσκόπια ευρέος οπτικού πεδίου περιορίζεται από την ατμόσφαιρα ακόμα και όταν τα τηλεσκόπια τοποθετηθούν στις πιο σκοτεινές περιοχές. Σκοπός, επομένως, της αποστολής είναι να θέσει ένα μικρό τηλεσκόπιο έξω από τη γήινη ατμόσφαιρα, σε τροχιά γύρω από τη Γη. Το τηλεσκόπιο θα έχει ένα πολύ ευρύ οπτικό πεδίο και θα συλλέγει φως από πηγές των οποίων οι κινήσεις ενδεχομένως να επηρεάζονται από την παρουσία της σκοτεινής ύλης. Το φως αυτό θα καταγράφεται από μια καινοτόμα φωτογραφική μηχανή, τόσο στο ορατό όσο και στο υπέρυθρο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Η μέχρι τώρα γνώση που έχουμε για τους νάνους γαλαξίες χαρακτηρίζεται ως η κορυφή του παγόβουνου. Ακόμα και στον ίδιο τον Γαλαξία μας πιστεύεται ότι υπάρχουν νάνοι συνοδοί κρυμμένοι μέσα στις συστάδες της σκοτεινής ύλης, οι οποίοι δεν έχουν ανιχνευθεί ακόμη. Επιπλέον, με την αποστολή ARRAKIHs αναμένεται να παρατηρήσουμε τις κοσμικές αλληλεπιδράσεις και εκτός του Γαλαξία μας, μεταξύ γαλαξιών και νάνων συνοδών που βρίσκονται σε αποστάσεις μέχρι και εκατό εκατομμυρίων ετών φωτός. Για τέτοια συστήματα δεν έχουν ακόμη παρατηρηθεί αστροχειμάρροι επομένως η ενδεχόμενη ανακάλυψή των αμυδρών αυτών σχηματισμών και η μελέτη της κατανομής τους θα βοηθήσει τους επιστήμονες να καταστρώσουν πιο ακριβή κοσμολογικά μοντέλα.

G.K.

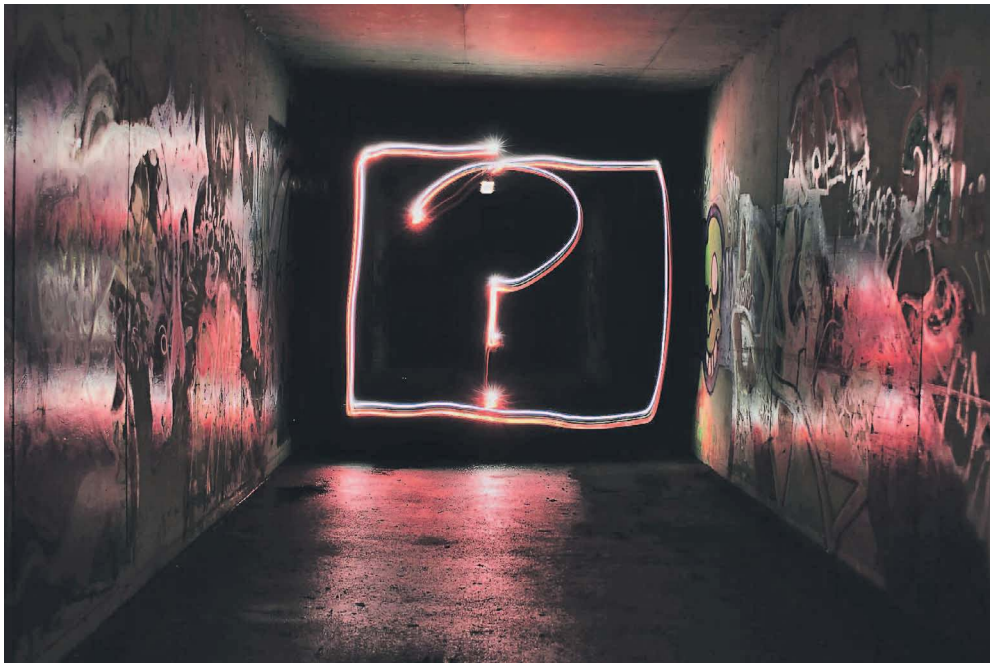
Πηγές

- Andrea Font, "Arrakhis: the tiny satellite aiming to reveal what dark matter is made of" December 9, 2022, The Conversation
- Αναζήτώντας το Αόρατο Σύμπαν. Νταβίντ Ελμπαζ, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 2021

Εποπτεύοντας την έρευνα

Ο «απλός κόσμος», που για τις ανάγκες του παρόντος άρθρου αποτελεί το σύνολο των πολιτών που δεν ασχολούνται με την επιστημονική έρευνα, πολλές φορές δείχνει ενδιαφέρον για τα επιστημονικά δημιουργήματα που είτε εξάπτουν την φαντασία είτε σχετίζονται άμεσα με την καθημερινότητα. Η θεωρία της σχετικότητας ή της εξέλιξης των ειδών, η εφεύρεση του εμβολίου κατά του κορωνοϊού ή του ξυπνου κινητού τηλεφώνου μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο συζήτησης, πολλές φορές έντονης, από ανθρώπους που κάτι διάβασαν, κάτι άκουσαν ή κάτι υποπτεύθηκαν. Με άλλα λόγια, ο απλός κόσμος φαίνεται να ενδιαφέρεται κυρίως είτε για τα ισχύοντα μεγάλα ερμηνευτικά πλαίσια είτε για τις τεχνολογικές εφαρμογές που χρησιμοποιεί· με το απολύτως αφηρημένο ή με το κυριολεκτικώς απτό.

Ζητήματα όπως η διακυβέρνηση της έρευνας, δεν προσελκύουν τόσο μεγάλο ενδιαφέρον, εκτός και αν σχετίζονται με πραγματικές ή υπαρκτές «ύποπτες» υποθέσεις, όπως η κλιματική αλλαγή ή τα αίτια της πανδημίας. Αυτό όμως που δεν είναι τόσο ελκυστικό για συζήτηση για τον απλό κόσμο είναι ο τρόπος με τον οποίο η επιστημονική κοινότητα προσπαθεί να αυτορρυθμιστεί. Ένας από τους θεσμούς που λειτουργεί μέσα στο πλαίσιο της αυτορρύθμισης είναι εκείνος που αποφασίζει πότε πρέπει και πότε δεν πρέπει να υλοποιηθεί ένα προτεινόμενο ερευνητικό πρόγραμμα. Ο θεσμός αυτός έχει διαφορετικά ονόματα σε διαφορετικές χώρες ή επιστημονικά πεδία. Στις περισσότερες περιπτώσεις ονομάζεται *Επιτροπή Ηθικής της Έρευνας* (ΕΗΕ) ή *Research Ethics Committee*. Κάθε πανεπιστήμιο και κάθε ερευνητικό κέντρο έχει την υποχρέωση να έχει μία ΕΗΕ, που ονομάζεται ιδρυματική ΕΗΕ, ενώ πολλές χώρες έχουν και μία εθνική ΕΗΕ. Οι ιδρυματικές ΕΗΕ έχουν την ευθύνη για την έρευνα που διενεργείται από το πανεπιστήμιο ή το ερευνητικό κέντρο εντός του οποίου δραστηριοποιούνται, ενώ οι εθνικές ΕΗΕ έχουν συνήθως συμβουλευτικό χαρακτήρα – αν και εδώ υπάρχουν μεγάλες διαφορές, αναλόγως με τη χώρα. Επίσης, οι οργανισμοί που χρηματοδοτούν έρευνα, όπως η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, πρέπει να έχουν τις διαδικασίες με τις οποίες κρίνεται εάν ένα ερευνητικό έργο μπορεί να ξεκινήσει τις εργασίες του. Η διαδικασία «αδειοδότησης» μιας έρευνας, συνήθως, διενεργείται παράλληλα με την διαδικασία βαθμολόγησης της ερευνητικής πρότασης που την περιγράφει. Με άλλα λόγια, ενώ η επιστημονική αξία μιας έρευνας είναι η ανα-



γκαία συνθήκη για να χρηματοδοτηθεί, η ευθυγράμμισή της με τους κανόνες ηθικής είναι η ικανή συνθήκη. Πρέπει να συντρέξουν και οι δύο για να μετασχηματιστεί μία ερευνητική πρόταση σε ερευνητικό έργο.

Τί ακριβώς κάνουν οι Επιτροπές Ηθικής της Έρευνας;

Οι ΕΗΕ έχουν έναν πολύ κρίσιμο ρόλο. Είναι επιφορτισμένες να ελέγχουν το αντικείμενο ενός προτεινόμενου ερευνητικού έργου και να αποφασίζουν εάν αυτό επιτρέπεται να υλοποιηθεί. Συνεπώς, δρουν σε ένα διαφορετικό επίπεδο από της επιτροπές ακεραιότητας ή δεοντολογίας της έρευνας. Ενώ οι τελευταίες ελέγχουν εάν ένα ερευνητικό πρόγραμμα υλοποιείται με βάση τα ισχύοντα επαγγελματικά πρότυπα, έτσι ώστε τα ερευνητικά αποτελέσματα να είναι αξιόπιστα, οι ΕΗΕ ελέγχουν εάν το ίδιο το αντικείμενο της

έρευνας βρίσκεται εντός των ηθικών πλαισίων μίας κοινωνίας, ασχέτως εάν πρόκειται να εκτελεστεί με τα αυστηρότερα πρότυπα ερευνητικής ακεραιότητας ή δεοντολογίας. Ας δούμε μερικά παραδείγματα.

Ένα προτεινόμενο ερευνητικό έργο επάνω στη μελέτη των μηχανισμών διάβρωσης σε υψηλές θερμοκρασίες ενός συγκεκριμένου διαμεταλλικού κράματος ή επάνω στην ανάπτυξη νέων μεθόδων προσομοίωσης κυκλωμάτων μικροηλεκτρονικής λογικά δεν θα απασχολήσει μία ΕΗΕ. Ο λόγος είναι ότι τα συγκεκριμένα αντικείμενα της έρευνας δεν εγείρουν ηθικούς προβληματισμούς.¹ Ένα προτεινόμενο ερευνητικό έργο επάνω στην μελέτη της καταλληλότητας ενός προγράμματος επαγγελματικής κατάρτισης ή επάνω στην μεταμόσχευση ανθρώπινων κυττάρων σε μη ανθρώπινα έμβρυα που κυοφορούνται σε μη ανθρώπινη μήτρα θα απασχολήσει μία

ΕΗΕ. Σε τέτοιες περιπτώσεις η ΕΗΕ είτε θα εγκρίνει την έναρξη της προτεινόμενης έρευνας είτε θα ζητήσει διευκρινίσεις επάνω σε ζητήματα που άπτονται, για παράδειγμα στη διασφάλιση μη διαρροής προσωπικών δεδομένων που ενδέχεται να συλλεχθούν κατά τη διενέργεια της έρευνας. Υπάρχουν και περιπτώσεις, όπου μία ΕΗΕ μπορεί να μην επιτρέψει τη διενέργεια μίας έρευνας. Για παράδειγμα, προτεινόμενη έρευνα μεταβολής του ανθρώπινου γονιδιώματος που μπορεί να κληρονομηθεί δεν θα επιτραπεί ως μη ασφαλής, ενώ προτεινόμενη έρευνα επάνω στη μεταφορά εμβρύων με μεικτό γονιδίωμα ανθρώπου-ζώου (οι λεγόμενες χίμαιρες) στη μήτρα πιθήκου ή ανθρώπου δεν θα επιτραπεί, διότι εγείρει ηθικές ανησυχίες.

Βεβαίως, τα παραπάνω παραδείγματα αποτελούν «εύκολες» περιπτώσεις, με την έννοια ότι οι ΕΗΕ μπορούν να στηριχτούν σε υπάρχουσες οδηγίες που καθορίζουν με σχετική λεπτομέρεια ποιο είδος έρευνας επιτρέπεται και ποιο όχι. Όπως ίσως επίσης φάνηκε από τα παραπάνω παραδείγματα, το ερευνητικό πεδίο στο οποίο υπάρχουν οι πιο λεπτομερείς οδηγίες για τις ΕΗΕ είναι εκείνο της Βιοιατρικής. Δύο είναι οι βασικοί λόγοι για αυτό το γεγονός, οι οποίοι θα μπορούσαν να συνοψιστούν στην ιδιαίτερη ευαισθησία του πεδίου, καθώς και στην πρόσφατη ευρωπαϊκή ιστορία.

Πιο συγκεκριμένα, η επίδραση των αποτελεσμάτων της βιοιατρικής έρευνας – είτε σε επίπεδο κατασκευής φαρμάκων είτε σε επίπεδο οργάνωσης των εθνικών συστημάτων υγείας – στην ποιότητα της ζωής των πολιτών δημιούργησε την ανάγκη επόπτευσής της. Όσον αφορά στην πρόσφατη ευρωπαϊκή ιστορία, οι πρώτες συντονισμένες προσπάθειες κωδικοποίησης των ηθικών αρχών που οφείλουν να διέπουν την επιστημονική έρευνα ξεκίνησαν λίγο μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο και εστίασαν στην ιατρική επιστήμη. Το 1947 δημοσιεύτηκε ο Κώδικας της Νυρεμβέργης, ως απάντηση στη φρίκη που προκάλεσαν τα ιατρικά πειράματα επάνω σε ανθρώπους, που γίνονταν συστηματικά στα στρατόπεδα συγκέντρωσης του τρίτου ράιχ. Επίσης, ο παραπάνω κώδικας επεκτάθηκε από τη Διακήρυξη του Ελσίνκι, που αποτέλεσε και ακόμα αποτελεί μία συλλογή αρχών ηθικής της ιατρικής έρευνας, που δημιουργήθηκε από την παγκόσμια ιατρική εταιρία το 1964, με το 2013 να γίνεται η πιο πρόσφατη αναθεώρηση.

Ο εικοστός αιώνας όμως έχει έλθει και παρέλθει με άλλα εκτεταμένα ερευνητικά πεδία να παράγουν τεχνολογικές εφαρμογές που επιπράζουν άμεσα την ποιότητα της ζωής και

να εγείρουν νέες προκλήσεις στα νόμιμα δικαιώματα του ανθρώπου, όπως η δικαιοσύνη, η ισότητα ή το απαραβίαστο της ιδιωτικής ζωής. Αυτές οι εξελίξεις έχουν δημιουργήσει μία αναγνωρισμένη δυσκολία στις ΕΗΕ να εκτελούν εμπειριστατωμένο έλεγχο στα προτεινόμενα ερευνητικά προγράμματα. Οι λόγοι είναι, αφενός, ότι οι ΕΗΕ είναι επανδρωμένες με επιστήμονες που, ως επί το πλείστον, έχουν ειδικευση σε πιο παραδοσιακά ερευνητικά πεδία. Συνεπώς, όταν εμφανίζεται, για παράδειγμα, μία πρόταση για έρευνα επάνω σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας ή επάνω στην κλιματική μηχανική να πρέπει να προσκληθεί από την ΕΗΕ κάποιος ειδικός στο αντίστοιχο πεδίο. Αφετέρου, οι ΕΗΕ λειτουργώντας στο πλαίσιο της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης, που χαρακτηρίζεται από την επιτάχυνση ανάπτυξης και εμπορευματοποίησης νέων τεχνολογικών εφαρμογών, χρειάζονται έναν μηχανισμό που να μπορεί να προσαρμόζει τις λειτουργίες τους σε αυτό τον πρωτόγνωρο ρυθμό. Με άλλα λόγια, το κρίσιμο είναι τα μέλη των ΕΗΕ να μπορούν να παραμένουν ενημερωμένα επάνω στις τελευταίες επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις.

Η προσπάθεια προσαρμογής των Επιτροπών Ηθικής της Έρευνας

Για να καλυφθούν τα παραπάνω κενά γνώσης και για να αναπτυχθούν νέες καλές πρακτικές στην οργάνωση των ΕΗΕ έχει ξεκινήσει η εφαρμογή ενός τριετούς ερευνητικού προγράμματος, το οποίο χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα-πλαίσιο Ορίζοντας Ευρώπη, και έχει τίτλο «*Βελιώνοντας την εξειδίκευση και τις ικανότητες στην Ηθική της Έρευνας για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας και της εμπιστοσύνης προς την επιστήμη*» (Improving Research Ethics Expertise and Competences to Ensure Reliability and Trust in Science), γνωστό με το ακρωνύμιο iRECS. Το πρόγραμμα αυτό θα υλοποιηθεί από μία μεγάλη ερευνητική κοινοπραξία, στην οποία συμμετέχει το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, που συντονίζεται από το πανεπιστήμιο της Βόννης.

Βασικά δημιουργήματα του iRECS θα είναι εκπαιδευτικό υλικό για τα μέλη ΕΗΕ και ερευνητές, μία συλλογή ηθικών ζητημάτων από τις της ευαίσθητες ερευνητικές περιοχές, συγκεκριμένες προτάσεις για την προσαρμογή των διαδικασιών που ακολουθούνται για τον έλεγχο ερευνητικών προγραμμάτων, καθώς και της οδηγός εφαρμογής των παραπάνω προτάσεων για πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα. Το iRECS θα υλοποιηθεί σε τρεις φάσεις που θα υποστηριχθούν, εκτός φυσικά από τα ίδια τα μέλη της ερευνητικής κοινοπραξίας, από ανθρώπινα δίκτυα, ερευνητικά προγράμματα που χρηματοδοτήθηκαν ή χρηματοδοτούνται από τον Ορίζοντα 2020 και σχετίζονται με το πεδίο της Ηθικής της Έρευνας, καθώς και από πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα που βρίσκονται στην Κίνα, την Νιγηρία και την Νότια Κορέα.

Η πρώτη φάση, **η φάση της ανάδυσης**, θα χαρτογραφήσει της ηθικές και νομικές προκλήσεις που



εγείρονται από νέες τεχνολογίες, όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη και πρακτικές χειραγώγησης του γονιδιώματος (CRISPR-CAS). Τα αποτελέσματα θα αξιολογηθούν και θα παρουσιαστούν με έναν τρόπο που να είναι εύληπτος όχι μόνο της ειδικούς του κάθε ερευνητικού πεδίου, αλλά και από το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας, αποτελώντας μία πολύτιμη πηγή πληροφορίας για τις μελλοντικούς ερευνητές και μέλη ΕΗΕ.

Η δεύτερη φάση, **η φάση της ανάπτυξης**, θα δημιουργήσει εκπαιδευτικό υλικό που θα προορίζεται για ειδικούς στην Ηθική της Επιστήμης και για ερευνητές που βρίσκονται σε διαφορετικές φάσεις της καριέρας τους. Το υλικό αυτό θα συμπληρώνεται με οδηγίες για της εκπαιδευτές και της εκπαιδευόμενους, έτσι ώστε η εκπαίδευση να γίνεται με τον βέλτιστο τρόπο. Το εκπαιδευτικό υλικό, εκτός από τα Αγγλικά, θα μεταφραστεί και στα Γαλλικά, Γερμανικά, Κινεζικά, Πορτογαλικά, Ρωσικά και Ισπανικά, σε μία προσπάθεια για όσο το δυνατόν ανεμπόδιστη διάδοσή του. Αυτή η φάση θα αναπτύξει και συγκεκριμένες προτάσεις για προσαρμογή των τρόπων με τις οποίους ελέγχεται η τήρηση των ηθικών κανόνων στην έρευνα, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε διεθνές επίπεδο.

Το εκπαιδευτικό υλικό θα προσαρμοστεί λαμβάνοντας υπόψη ότι οι ηθικοί και νομικοί κανόνες που διέπουν την έρευνα δεν είναι ίδιοι σε διαφορετικές ηπείρους. Την προέρχεται από το γεγονός ότι αποτίμηση των ηθικών και κοινωνικών προκλήσεων που εγείρουν οι διάφορες αναδυόμενες τεχνολογίες, ακό-

μα και η ίδια η ερμηνεία του όρου «αναδυόμενη τεχνολογία», εξαρτάται από το κοινωνικο-οικονομικό πλαίσιο διαφορετικών χωρών. Της, το εκπαιδευτικό υλικό θα αναπτυχθεί έτσι ώστε να μπορεί να διδάσκει τόσο με φυσική παρουσία εκπαιδευτή-εκπαιδευόμενων όσο και μέσω του διαδικτύου.

Στοχεύοντας στην βελτίωση των πρακτικών γνώσεων, το εκπαιδευτικό πρόγραμμα του iRECS θα βασιστεί στη διδασκαλία μέσω παραδειγμάτων (case studies). Τουλάχιστον έξι παραδείγματα θα αναπτυχθούν με βάση τα αποτελέσματα της φάσης της ανάλυσης. Αυτά θα καθοδηγούν τους εκπαιδευόμενους σε προσομοιώσεις ελέγχου ερευνητικών προγραμμάτων, ξεκινώντας από θεμελιώδη ηθικά διλλήματα και, μέσω εφαρμογής στοχασμού και αναστοχασμού συγκρουόμενων απόψεων. Τα παραδείγματα θα χρησιμοποιηθούν για την τόνωση της μετασχηματιστικής μάθησης, με στόχο την αντιμετώπιση ηθικών διλημμάτων.

Η Τρίτη φάση, **η φάση υλοποίησης**, θα εφαρμοστεί από τρία πιλοτικά πανεπιστήμια (Πανεπιστήμιο της Βόννης, Πανεπιστήμιο του Μάαστριχτ και Πανεπιστήμιο του Σπλιτ), όπου το εκπαιδευτικό υλικό θα δοκιμαστεί και θα αξιολογηθεί σε πραγματικές συνθήκες χρήσης, με στόχο την βελτιστοποίησή του. Σε αυτή τη φάση, θα πραγματοποιηθεί εκπαίδευση στην Ευρώπη, την Κίνα, τη Νότια Κορέα και τη Δυτική Αφρική. Το βασικό αποτέλεσμα της της φάσης θα είναι ο οδηγός υλοποίησης της εκπαίδευσης για πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα, ακολουθώντας της εμπειρίες των πιλοτικών πανεπιστημίων.

Εκτός από τα πιλοτικά πανεπιστήμια, θα εκπαιδευτούν 600 εμπειρογνώμονες στον τομέα της Ηθικής και Δεοντολογίας της έρευνας, τους οποίους συμπεριλαμβάνονται και εκείνοι που δραστηριοποιούνται στο πλαίσιο του Ορίζοντα Ευρώπη. Η εκπαίδευση θα γίνει σε 10 ευρωπαϊκές τοποθεσίες, πιο συγκεκριμένα σε Αθήνα, Βερολίνο, Βρυξέλλες, Βουδαπέστη, Δουβλίνο, Λισαβόνα, Παρίσι, Ρώμη, Στοκχόλμη και Βίλνιους, καθώς και στη Σαγκάη (Κίνα), Daejeon (Νότια Κορέα) και Πλέ-Ϊφέ (Νιγηρία). Με βάση τα εκτεταμένα ανθρώπινα δίκτυα που συμμετέχουν στην ερευνητική κοινοπραξία του iRECS, θα προσδιοριστούν και άλλα πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα με στόχο την ενσωμάτωση εκπαιδευτικών ενοτήτων στα προγράμματα σπουδών της, αυξάνοντας το εύρος της εκπαίδευσης που θα δημιουργηθεί από το iRECS. Ο σχεδιασμός στοχεύει στην εκπαίδευση συνολικά τουλάχιστον 1000 κριτών δεοντολογίας, ερευνητών και φοιτητών.

Π.Κ.

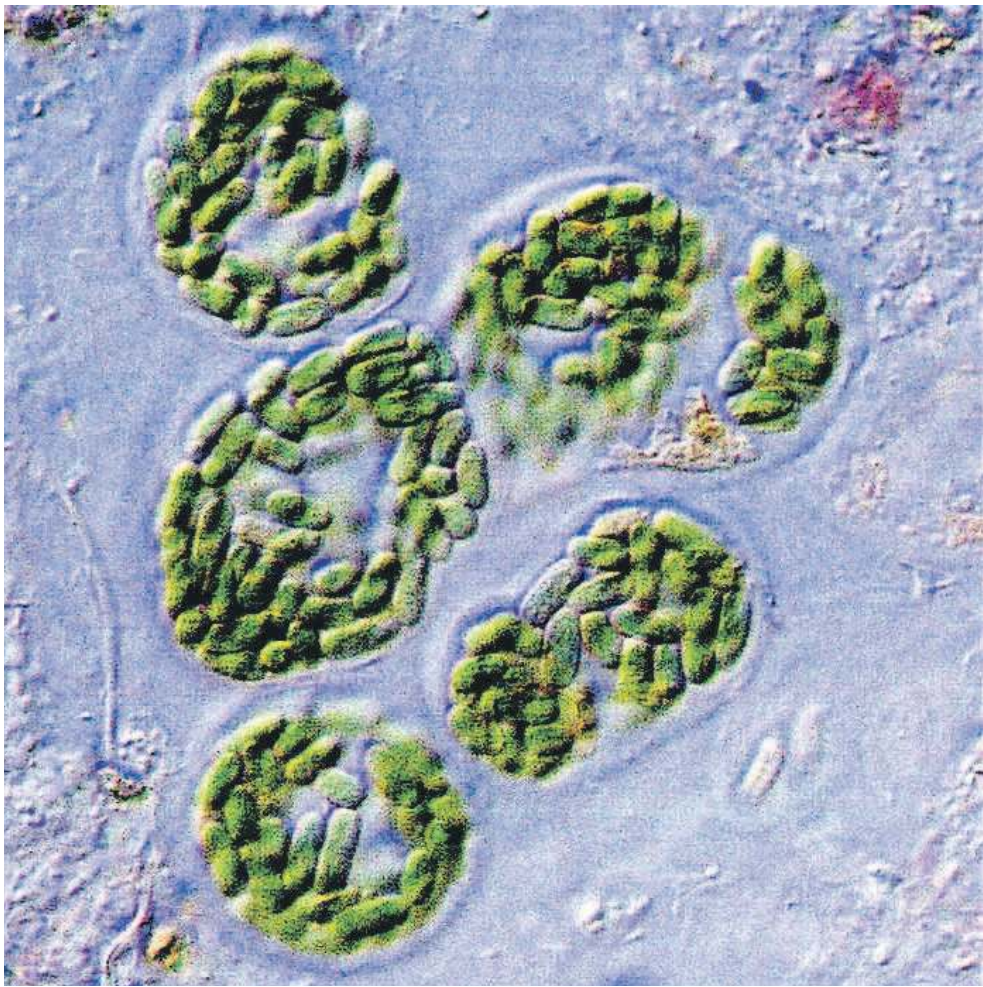
¹ Εκτός και εάν υπάρχει κίνδυνος «κατάχρησης» (abuse) των αποτελεσμάτων της έρευνας από κράτη ή ομάδες ανθρώπων που υπάρχει αμφιβολία ως προς τις καλές προθέσεις τους προς την ανθρωπότητα. Σε τέτοιες περιπτώσεις λαμβάνονται μέτρα για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ανεξέλεγκτης διάδοσης των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης έρευνας.

Κυανοβακτήρια: οι πολύτιμοι σύμμαχοι στην εξερεύνηση του διαστήματος

Τα κυανοβακτήρια έχουν αναδειχθεί σε σημαντικό εργαλείο για την εξερεύνηση του διαστήματος χάρη στην ικανότητά τους να επιβιώνουν σε συνθήκες ανάλογες με αυτές που επικρατούν σε διάφορους πλανήτες. Ο τρόπος με τον οποίο αυτές οι μικροσκοπικές μορφές ζωής χρησιμοποιούν τα υλικά του περιβάλλοντός τους προκειμένου να επιβιώσουν σε αφιλόξενες για τη ζωή περιοχές καθώς επίσης και η εκμετάλλευση των προϊόντων του μεταβολισμού τους αποτελεί αντικείμενο εντατικής έρευνας με στόχο την αξιοποίησή τους σε μελλοντικά διαστημικά ταξίδια. Διάφορες επιστημονικές ομάδες φιλοδοξούν να διαλευκάνουν τα μυστήρια του μεταβολισμού των κυανοβακτηρίων και κυρίως τον τρόπο με τον οποίο αυτός προσαρμόζεται με στόχο την επιβίωση στις πλέον δυσμενείς συνθήκες. Οι βιοχημικές αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν αναμένεται να αποτελέσουν ένα σημαντικό κομμάτι της βιομηχανικής με στόχο την εκμετάλλευση μεταλλευμάτων σε ακραία περιβάλλοντα, ακόμα και σε άλλους πλανήτες.

Διαστημικοί φορείς, υπηρεσίες αλλά και ιδιωτικές εταιρίες έχουν θέσει ως στόχο τις επανδρωμένες αποστολές για την εξερεύνηση του διαστήματος. Ο στόχος αυτός με την πάροδο του χρόνου και με τη συσσώρευση των τεχνολογικών επιτευγμάτων φαίνεται ολοένα και πιο ρεαλιστικός. Τέτοιες μακροχρόνιες αποστολές θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεξάρτητες από τη Γη για τους αναγκαίους υλικούς πόρους για την επιβίωση του πληρώματος και την υλοποίηση του ταξιδιού. Για το σκοπό αυτό θεωρείται ότι θα επιστρατευτούν βιολογικά συστήματα και κυρίως μικροοργανισμοί. Η επιβίωση στις ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας, ακτινοβολίας και έλλειψης τροφής που επικρατούν στο διάστημα είναι εφικτή από ορισμένους μικροοργανισμούς οι οποίοι μπορούν να αξιοποιήσουν τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά του περιβάλλοντός τους, όπως νερό, άνθρακα και άζωτο, που βρίσκονται σε μορφές που δεν μπορούν απευθείας να χρησιμοποιηθούν από τους ανθρώπους ή από άλλους οργανισμούς. Επιπρόσθετα, υπάρχουν μικροοργανισμοί που μπορούν να παράγουν προϊόντα βιοτεχνολογικού ενδιαφέροντος, χρήσιμα για τις διαστημικές αποστολές.

Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα αποτελούν τα κυανοβακτήρια της οικογένειας *Nostocaceae*. Αυτοί οι μικροσκοπικοί οργανισμοί που σχηματίζουν νηματοειδείς αποικίες μπο-



ρούν να αναπτυχθούν καταναλώνοντας υλικά που βρίσκονται στην επιφάνεια και στην ατμόσφαιρα του Άρν. Έχει διαπιστωθεί ότι έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν άνθρακα και άζωτο από ατμόσφαιρα που προσομοιάζει αυτήν του κόκκινου πλανήτη και ως φωτοσυνθετικοί οργανισμοί μπορούν με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας να συνθέσουν οργανικά υλικά. Επιπλέον αρκετά κυανοβακτήρια πολλαπλασιάζονται γρήγορα και σχηματίζουν ανθεκτικές καλλιέργειες σε ακραίες συνθήκες σε σχέση με άλλους πιο ευαίσθητους μικροοργανισμούς. Αυτές οι καλλιέργειες μπορούν, στη συνέχεια, να χρησιμοποιηθούν είτε άμεσα για την παραγωγή τροφής, οξυγόνου ή καυσίμων είτε έμμεσα ως πρώτη ύλη για άλλους οργανισμούς που παράγουν χρήσιμα προϊόντα για τις διαστημικές αποστολές.

Τα κυανοβακτήρια τροποποιούν τα ορυκτά του περιβάλλοντός τους

Ο αξιοθαύμαστος τρόπος με τον οποίο τα κυανοβακτήρια προσαρμόζονται σε αφιλό-

ξενα περιβάλλοντα αξιοποιώντας τα υλικά που υπάρχουν γύρω τους αποτελεί πηγή έμπνευσης και ιδεών για τον εποικισμό άλλων πλανητών χρησιμοποιώντας τα πετρώματα και τα μεταλλεύματα που υπάρχουν εκεί. Ερευνητές και ερευνήτριες από δύο πανεπιστήμια των ΗΠΑ, από το Τμήμα Μηχανικών και Επιστήμης των Υλικών του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια και από το Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Johns Hopkins, ένωσαν τις δυνάμεις τους για να ερευνήσουν τον τρόπο με τον οποίο τα κυανοβακτήρια τροποποιούν ορυκτά από το περιβάλλον τους και συνθέτουν άλλα χρήσιμα υλικά. Για να πραγματοποιήσουν την έρευνά τους χρησιμοποίησαν κυανοβακτήρια που ζουν σε πετρώματα στο πιο ξηρό και άνυδρο μέρος της Γης, στην έρημο Ατακάμα στη Χιλή. Οι κλιματολογικές συνθήκες και η σύσταση του εδάφους στη συγκεκριμένη περιοχή έχουν μεγάλες ομοιότητες, άλλωστε, με τον πλανήτη Άρν, γεγονός που ευνοεί την έρευνα για τη ζωή στις ακραίες συνθήκες του διαστήματος. Αρχικά συλλέχθηκε γύψος από πετρώματα

της ερήμου ο οποίος είχε εποικιστεί από τα κυανοβακτήρια του γένους *Cbroococcidiopsis*. Η ερευνητική ομάδα ήθελε να αποκαλύψει τα μυστικά της επιβίωσης των μικροσκοπικών κυανοβακτηρίων στην αφιλόξενη βραχώδη έρημο μέσω της διερεύνησης των πολύπλοκων βιοχημικών αντιδράσεων ανάμεσα στα κύτταρα και στα ορυκτά που τα περιβάλλουν.

Από τις παρατηρήσεις και τα πειράματά τους βρέθηκε ότι τα κυανοβακτήρια έχουν αναπτύξει αξιοθαύμαστες προσαρμογές για την επιβίωσή τους. Συγκεκριμένα μπορούν να εξαγάουν νερό και σίδηρο από τα πετρώματα για να φωτосυνθέσουν. Επίσης δημιουργούν βιοφιλμ, δηλαδή μικροσκοπικές επιφάνειες πάνω στις οποίες διαλύονται τα μαγνητικά σωματίδια οξειδίου του σιδήρου που βρίσκονται μέσα στα γύψινα ορυκτά. Ο μαγνητίτης, ορυκτό που περιέχει σίδηρο, με τατρέπειται από τα κυανοβακτήρια σε ένα άλλο ορυκτό σιδήρου με διαφορετικές ιδιότητες, τον αιματίτη. Με τη χρήση ηλεκτρονικής μικροσκοπίας υψηλής ανάλυσης και προηγμένων τεχνικών φασματοσκοπίας οι επιστήμονες κατόρθωσαν να αποκτήσουν μια σχετικά ακριβή εικόνα για το πώς αυτοί οι οργανισμοί τροποποιούν τόσο τα ορυκτά του σιδήρου όσο και άλλα συνθετικά υλικά που βρίσκονται γύρω τους. Η ερευνητική ομάδα φιλοδοξεί με τα αποτελέσματά της να ανοίξει το δρόμο προς καινούριες βιομηχανικές μεθόδους εκμετάλλευσης των μεταλλευμάτων με τη χρήση μικροοργανισμών, που θα μπορούν να εφαρμοστούν σε δυσμενείς συνθήκες, όπως για παράδειγμα αυτές που επικρατούν στη Σελήνη ή στον Άρν.

Είτε ως πρώτη ύλη για τροφή και ενέργεια είτε ως «μηχανές» εξόρυξης και παρασκευής χρήσιμων υλικών, τα κυανοβακτήρια αναδεικνύονται σε πολύτιμο σύμμαχο για την εξερεύνηση του διαστήματος με τρόπο όσο το δυνατόν πιο βιώσιμο, αξιοποιώντας συστατικά που βρίσκονται ακόμα και στα πιο ακραία για τη ζωή περιβάλλοντα.

M.T.

Πηγές

1. Ramalho, T.P., Chopin, G., Salman, L. *et al.* On the growth dynamics of the cyanobacterium *Anabaena* sp. PCC 7938 in Martian regolith. *npj Microgravity* 8, 43 (2022).

2. Huang, W. *et al.* Iron acquisition and mineral transformation by cyanobacteria living in extreme environments, *Materials Today Bio* Vol 17 (2022) 100493.

Ο χρόνος που ολοκληρώνεται η δημοσίευση ενός επιστημονικού άρθρου είναι ένα από τα πιο σημαντικά κριτήρια επιλογής περιοδικού από τους ερευνητές. Πιο συγκεκριμένα, έρευνες που έγιναν από το Springer Nature το 2015, το Editage το 2018 και τον εκδοτικό οίνο Taylor & Francis το 2019, το χρόνος της διαδικασίας αξιολόγησης από κριτές (χρόνος από την υποβολή έως την αποδοχή) και ο χρόνος που διαρκεί η διαδικασία παραγωγής ενός άρθρου (χρόνος από την αποδοχή έως τη δημοσίευση) αξιολογήθηκαν ως τα πιο σημαντικά κριτήρια επιλογής περιοδικού, μαζί με τη φήμη, τον αντίκτυπο και το αναγνωστικό κοινό ενός περιοδικού.

Σε άρθρο που δημοσιεύτηκε τον Νοέμβριο του 2022 (Christos Petrou, “Guest Post – Publishing Fast and Slow: A Review of Publishing Speed in the Last Decade”, The Scholarly Kitchen, 8 November 2022) παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα σε σχέση με τον χρόνο ολοκλήρωσης της δημοσίευσης σε δέκα από τους μεγαλύτερους εκδότες, που αντιπροσωπεύουν πάνω από τα δύο τρίτα του συνόλου των επιστημονικών δημοσιεύσεων της περιόδου από το 2011 έως το 2020. Το βασικό συμπέρασμα του άρθρου αυτού είναι ότι ο χρόνος έκδοσης έχει μειωθεί τα τελευταία δέκα χρόνια. Συγκεκριμένα, ο συγγραφέας αναφέρει ότι χρειάστηκαν, κατά μέσο όρο, 199 ημέρες για να δημοσιευτούν οι εργασίες την περίοδο του 2011 και 2012 και 163 ημέρες την περίοδο του 2019 και 2020. Η μείωση αυτή οφείλεται κυρίως στη μείωση του χρόνου της διαδικασίας παραγωγής (μείωση κατά 23 ημέρες) και δευτερευόντως στη μείωση του χρόνου αξιολόγησης των εργασιών (μείωση κατά 14 ημέρες).

Αυτή η επιτάχυνση οφείλεται σε τεχνικούς λόγους, που έχουν κάνει δυνατή την δημοσίευση στο διαδίκτυο, καθώς και στην εκτεταμένη εφαρμογή της πρακτική δημοσίευσης των εργασιών πριν ολοκληρωθεί πλήρως η εκδοτική επιμέλεια. Ένα ενδιαφέρον και ίσως μη αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι αυτό που ερμηνεύει την αιτία μείωσης του χρόνου που διαρκεί η κρίση των εργασιών. Αυτό που αναφέρεται είναι ότι οφείλεται, σε μεγάλο βαθμό, σε δύο μόνο εκδοτικούς οίκους: στο Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) και στην American Chemical Society (ACS). Την ίδια στιγμή, ο χρόνος έκδοσης στους άλλους μεγάλους εκδότες είτε παραμένει στάσιμος είτε μεγαλώνει.

Το MDPI αναπτύχθηκε με γοργούς ρυθμούς από το 2016 έως το 2021 και αποτελεί πλέον τον τέταρτο σε μέγεθος εκδότη επιστημονικών περιοδικών. Το 2020 ο μέσος όρος του χρόνου που χρειάστηκε για να αποδεχθεί εργασίες (χρόνος από την υποβολή έως την αποδοχή) ήταν 36 ημέρες, ενώ ο χρόνος από την αποδοχή έως τη δημοσίευση ήταν μόλις 5 ημέρες! Η ACS, ο δεύτερος ταχύτερος εκδότης, χρειάστηκε 74 ημέρες για την αποδο-

Πόσο γρήγορα δημοσιεύονται τα αποτελέσματα της έρευνας;

χί και 15 ημέρες για την δημοσίευσή τους. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι μέρος της επιστημονικής κοινότητας αρθρώνει κριτική στο πλαίσιο ότι η ταχύτητα έκδοσης δρα εις βάρος της ποιότητας.

Εκτός των δύο παραπάνω «πρωταθλητών» στην ταχύτητα, ο χρόνος αξιολόγησης μίας επιστημονικής εργασίας, ανά επιστημονικό πεδίο διαφέρει σημαντικά. Για παράδειγμα

κυμαίνεται από 94 ημέρες στο πεδίο της Δομικής Βιολογίας έως 322 ημέρες στο πεδίο Οργανωτικής Συμπεριφοράς και Ανθρώπινου Δυναμικού. Επίσης, η δυναμική – τάση για επιτάχυνση, στασιμότητα και τάση για επιβράδυνση – εξαρτάται από το επιστημονικό πεδίο. Πεδία που δημοσιεύονται σχετικά αργά, αλλά επιταχύνονται περιλαμβάνουν κατηγορίες στον τομέα της Τεχνολογίας και



στον τομέα των Χρηματοοικονομικών και της Οικονομίας. Πεδία που δημοσιεύονται σχετικά αργά, αλλά παραμένουν στάσιμα, περιλαμβάνουν κατηγορίες των Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών, με αυτές του χώρου της Διοίκησης να φτάνουν στο αναγνωστικό κοινό με τον πιο αργό ρυθμό. Πεδία που δημοσιεύονται σχετικά γρήγορα, όπου η αξιολόγησή τους πραγματοποιείται σε λιγότερο από 130 ημέρες, περιλαμβάνουν τα πεδία των Επιστημών της Ζωής, της Βιοϊατρικής και της Χημείας. Τέλος, τα πεδία των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής δημοσιεύονται σχετικά γρήγορα, υπολείπονται μόνο της πιο γρήγορης κατηγορίας που αναφέρθηκε αμέσως παραπάνω, με τάση προς επιτάχυνση.

Τα παραπάνω στοιχεία από το άρθρο του Christos Petrou δίνουν μία αδηρ εικόνα της ταχύτητας διάδοσης των νέων εξελίξεων στις επιστήμες, ανά ερευνητικό πεδίο. Αφορά, βεβαίως, τις εξελίξεις που είναι δημοσιεύσιμες, δηλαδή εκείνες που δεν παραμένουν διαβαθμισμένες είτε για λόγους εθνικής ασφαλείας, για παράδειγμα έρευνα σε τεχνολογίες με στρατιωτικές εφαρμογές, είτε για λόγους διασφάλισης πατέντας, για παράδειγμα έρευνα στην κατασκευή φαρμάκων.

Μία άλλη διάσταση των παραπάνω στοιχείων, είναι ο γενικός προβληματισμός επάνω στην αξιοπιστία των ερευνητικών αποτελεσμάτων που δημοσιεύονται. Υπάρχουν περιπτώσεις απόσυρσης (retraction) δημοσιευμένων εργασιών είτε λόγω αναγνωρισμένου σφάλματος στα δεδομένα ή στην επεξεργασία τους είτε εξαιτίας αποδεδειγμένης χάλκευσης των αποτελεσμάτων. Συνεπώς, ένα βασικό ερώτημα είναι εάν υπάρχει μια «σωστή» ταχύτητα δημοσίευσης. Με άλλα λόγια, ποιος είναι ο βέλτιστος χρόνος που επιτυγχάνει τη σωστή ισορροπία μεταξύ της ταχείας διάδοσης των εργασιών και της αναγκαίας αυστηρότητας στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που παρουσιάζουν; Τελειωτική απάντηση δεν φαίνεται να υπάρχει, η πίεση όμως για όλο και γρηγορότερη δημοσίευση προέρχεται και από τους συγγραφείς, για προφανείς λόγους αναγνώρισης και επαγγελματικής εξέλιξης, και από τους αναγνώστες, για επίσης προφανείς λόγους ανατροφοδότησης της έρευνάς τους.

Από την άλλη, οι εκδοτικοί οίκοι επιστημονικών δημοσιεύσεων έχουν να ισορροπήσουν μεταξύ των επιθυμιών των πελατών τους – είτε αυτοί είναι συγγραφείς είτε αναγνώστες – της διαθεσιμότητας αξιολογητών, που πρέπει να τονιστεί ότι παρέχεται εθελοντικά, του κινδύνου να ζημιωθεί η φήμη τους, στην περίπτωση δημοσίευσης αναξιόπιστων δεδομένων, καθώς και της πίεσης που τους ασκείται από τις πολιτικές της Ανοικτής Επιστήμης.

Π.Κ.

Μια αντι-ανθρώπινη ευαισθησία

Επιτρέψτε μου να διαφωνήσω με τον συγγραφέα. Ο Μισέλ Ουελμπέκ, στην τελευταία πρόταση του βιβλίου του *Τα στοιχειώδη σωματίδια*, γράφει: Αυτό το βιβλίο είναι αφιερωμένο στον άνθρωπο (2000, 420). Ο Ουελμπέκ αποδίδει φόρο τιμής στο *δυστυχισμένο, βίαιο, χαμερπές, ατομικιστικό* είδος, το οποίο όμως δεν έπαψε ποτέ μεταξύ σπασμών και λυγμών να αποζητά την καλοσύνη και την αγάπη. Καταλαβαίνουμε τις προθέσεις του Ουελμπέκ, στην πραγματικότητα όμως κάνει κάτι αρκετά διαφορετικό: ο φόρος τιμής που αποδίδει στον άνθρωπο είναι μια παγίδα για το ανθρώπινο είδος: Είναι μια θρυαλλίδα στα ευαίσθητα θεμέλιά του.

Τα στοιχειώδη σωματίδια εκδίδονται στα Γαλλικά το 1998. Μπορούν έτσι και κουβαλάνε τρεις δεκαετίες ανασχεσης του παγκόσμιου '68. Ο Ουελμπέκ είδε τα κινήματα της σεξουαλικής απελευθέρωσης να μετατρέπονται σε αγορές σεξουαλικών υπηρεσιών και σε (καπιταλιστικά) οργανωμένους χώρους απόλαυσης. Είδε τη στρατευμένη γαλλική διανοήση να κατακυλά σε καριέρες και να μετατρέπει την δυναμική της θεωρίας της σε τεχνοκρατική στεριότητα. Είδε πολλά ακόμα και τα σημείωσε σχεδόν σε κάθε γραμμή ενός βιβλίου, που σε μια πρώτη ανάγνωση σου επιτρέπει να βιώσεις μια πολιτική ήττα μεταφρασμένη σε κυνισμό και αδιέξοδο. Δεν του αρκεί αυτό, δίπλα και μαζί με την ανασχεση του '68, ο Ουελμπέκ τοποθετεί την ανάδυση της Γαλλικού Εθνικού Μετώπου, τον άγριο ατομικισμό, τον (διαφορικό) ρατσισμό και τα υπόλοιπα παράγωγα της μετα-αποικιοκρατικής Γαλλίας. Κι αν έμενε απλά εκεί θα τοποθετούσαμε *Τα στοιχειώδη σωματίδια* δίπλα στην *Πρηνή θέση του σκοπευτή* (2003), του Ζαν-Πατρίκ Μανσέτ.

Ευτυχώς για εμάς, ο Ουελμπέκ φτάνει σε μεγαλύτερο βάθος, αγγίζει μια αντίφαση. Ενώ επιχειρεί να περιγράψει όλα τα παραπάνω ως την ανάδυση μιας νέα μορφής ευγονικής, θεμελιωμένης στην τροποποίηση του ανθρώπινου γονιδιώματος, που στέκεται πίσω από το σύνθημα: «Η ΜΕΤΑΛΛΑΞΗ ΔΕΝ ΘΑ ΕΙΝΑΙ ΝΟΗΤΙΚΗ ΑΛΛΑ ΓΕΝΕΤΙΚΗ» (Ουελμπέκ 2000, 420)· αφήνεται, σχεδόν παρασύρεται, σε ιδιαίτερα δυναμικές περιγραφές οριακών στιγμών της καθημερινής ζωής με επιστημονικούς όρους.

Είμαστε σίγουροι πως δεν καταλαβαίνετε, αλλά δώστε λίγη προσοχή στα παρακάτω. Ξεκινάμε με έναν απρόσμενο θάνατο: το 1961 πεθαίνει ο παππούς ενός εκ των πρωταγωνιστών: «Στο κλίμα μας το πτώμα ενός θηλαστικού ή ενός πτηνού αρχικά έλκει ορισμένες μύγες (Musca, Curtonevra). Μόλις αρχίζει λιγάκι η αποσύνθεση, καινούργια είδη μπαί-



νουν στο παιχνίδι, ιδιαίτερα τα Calliphora και τα Lucilia. Το πτώμα, κάτω από τη δυσμενή δράση των βακτηριδίων και των πεπτικών υγρών που αποβάλλουν οι νύμφες, λίγο πολύ ρευστοποιείται και καθίσταται τόπος βουτυρικών και αμμωνιακών ζυμώσεων.» (Ουελμπέκ 2000, 56). Πόσο παραγωγικός δείχνει έτσι ο θάνατος! Χωρίς όμως να χάνει τίποτα από το πένθος που τον συνοδεύει.

Κάποιες σελίδες μετά, θα μας παρουσιάσει τους πρώτους ερωτικούς σπασμούς ανάμεσα στην Αναμέλ και τον Μισέλ: «Μολονότι οι θεμελιώδεις όψεις της σεξουαλικής συμπε-

ριφοράς είναι έμφυτες, η ιστορία των πρώτων χρόνων της ζωής επιδρά σημαντικά στους εκλυτικούς μηχανισμούς της, ιδιαίτερος στα πτηνά και στα θηλαστικά. Η πρώιμη απτική επαφή με τα υπόλοιπα μέλη του είδους φαίνεται ότι είναι ζωτικής σημασίας στους σκύλους, στις γάτες στα ποντίκια, τα ινδικά χοιρίδια και τον πίθηκο μακάκο (Macaca mulatta). Η στέρηση της επαφής με τη μητέρα στην παιδική ηλικία προκαλεί σοβαρές διαταραχές της σεξουαλικής συμπεριφοράς στον αρσενικό ποντικό και ειδικότερα μπλοκάρισμα της ερωτοτροπίας. Η ζωή της Άναμπελ πιθανόν

να εξαρτιόταν από το ότι ο Μισέλ ήταν ανίκανος να τη φιλήσει.» (2000, 83,84). Τι μας προσφέρουν αυτές οι άγνωστες όψεις της ερωτικής συστολής; Τι μας προσφέρει η επίγνωση πως το κοκκίνισμα στο δέρμα μας, οφείλεται σε κάποιο βαθμό στη *μητέρα* μας και σε κάποιον άλλον στους *εκλυτικούς* μας μηχανισμούς;

Ο Ουελμπέκ επανέρχεται διαρκώς στους χώρους Χίλμπερτ, στα ολοκληρώματα του Ρίμαν (2000, 94) ή στην κβαντική απροσδιοριστία που χαρακτηρίζει τις νευρωνικές συνάψεις του ανθρώπινου εγκεφάλου (2000, 125) και με αυτόν τον τρόπο πετυχαίνει, χωρίς να το θέλει –ενάντια στις διακηρύξεις του– να τοποθετήσει έναν εκρηκτικό μηχανισμό στα θεμέλια του ανθρωπισμού. Οι αναφορές του στις επιστήμες επιτυγχάνουν να αποκαθλώσουν τον άνθρωπο, να ακυρώσουν τη θέση *κράτος εν κράτει* που του επιφυλάσσει ο δυτικός ανθρωπισμός. Τα συναισθήματα και οι σχέσεις που εκμηδενίζει ο Ουελμπέκ, για να μας επιτρέψει να νιώσουμε τις έξεις και τα αδιέξοδα της μετα-αποικιακής Γαλλίας, επιστρέφουν με έναν τρόπο που θυμίζει τη διακήρυξη του Μ. Σπινόζα *Περί συναισθηματικών επιρροών*: «έτσι θα διεξέλθω τη φύση και την ισχύ των συναισθηματικών Επιρροών και τη δύναμη του Πνεύματος πάνω τους, με την ίδια Μέθοδο με την οποία διεξήλθα στα προηγούμενα τον Θεό και το Πνεύμα, θεωρώντας τις ανθρώπινες ενέργειες και ορέξεις ακριβώς σαν να επρόκειτο για Ζήτητα γραμμών, επιπέδων ή σωμάτων» (Σπινόζα 2009, 233).

Ο Ουελμπέκ με τις αναφορές του στις επιστήμες επιτυγχάνει κάτι παράδοξο: διασώζει τα συναισθήματα, διασώζει τις ενώσεις των σωμάτων από τον κυνισμό μιας εποχής που τα διατάσει μέσα σε κύκλους συσώρευσης του κεφαλαίου. Προκειμένου να διασώσει την καλοσύνη, την αγάπη και την απόλαυση στρέφεται στις επιστήμες. Εντοπίζει την άπειρη παραγωγικότητά τους που βρίσκεται στη βιολογία τους. Η δημιουργικότητα των συνάψεων απελευθερώνεται μέσω της έκλειψης του ανθρωπισμού. Ο άνθρωπος αποκαθελώνεται ως υποκείμενο, για να διασωθεί ως σωματική απόκριση, ως σπασμός και ροή.

Χρήστος Κρυστάλλης

Υποψήφιος διδάκτορας τμήματος Κοινωνιολογίας του ΕΚΠΑ

Τα στοιχειώδη σωματίδια

Στα στοιχειώδη σωματίδια συγκρούονται, λιώνουν και ενώνονται ξανά δύο τύποι ανθρώπου, δύο αδέρφια, ο Μισέλ και ο Μπρούνο. Ο Μισέλ είναι ένας βιολόγος, γενετιστής που βιώνει την παρακμή της σεξουαλικής του ζωής. Βιώνει τη μοναξιά και την ερωτική απραξία στους διαδρόμους των πανεπιστημίων και των ερευνητικών κέντρων επικεντρωμένος στη χαρτογράφηση των γενετικών μεταλλάξεων. Από την άλλη ο Μπρούνο περιφέρεται σε ζώνες σχεδιασμένου αλλά ελεύθερου έρωτα. Περιοχές κατάλοιπα των κινημάτων για τη σεξουαλική απελευθέρωση στις οποίες μπορείς να αγοράσεις ό,τι παλιά διεκδικούσες αρκεί να είσαι αφόρητα μόνος/η σου μέσα σε αυτό. Ο Ουελμπέκ μέσα από την ιστορία των δύο αδερφών σκιαγραφεί τις δύο φαινομενικά αντίθετες όψεις της κοινής διαδικασίας εξατομίκευσης, που για δεκαετίες υποσκάπτει τη θεμέλια των κοινωνικών κινημάτων.

Αναφορές

1. Μανσέτ Ζ.Π. (2003), *Η πρηνής θέση του σκοπευτή*, Αθήνα: Άγγρα.
2. Ουελμπέκ Μ. (2000), *Τα στοιχειώδη σωματίδια*, Αθήνα: Εστία.
3. Σπινόζα Μ. (2009), *Ηθική*, Αθήνα: Εκκρεμές.