

Αριστοτέλης και Χριστιανισμός Μέρος Τρίτο

Φανταστείτε μία τέλεια σφαίρα να βρίσκεται ακίνητη στο κέντρο του κόσμου και γύρω από εκείνη να περιστρέφονται όλα τα ουράνια σώματα, κυριολεκτικά όλος ο κόσμος. Αυτή η σφαίρα είναι η Γη.

ΣΕΛΙΔΑ 8



Έρευνα διττής χρήσης

Η Έρευνα Διττής Χρήσης, δηλαδή η ερευνητική δράση της οποίας τα προϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ειρηνικούς και για στρατιωτικούς σκοπούς, δεν έχει αντλήσει, έως το τέλος του ερευνητικού προγράμματος-πλαισίου Ορίζοντας 2020, σημαντικά κοινοτικά κονδύλια. Οι πρόσφατες όμως βίαιες μεταβολές στη γεωπολιτική κατάσταση, καθώς και προϋπάρχοντες βαθύτεροι οικονομικοί λόγοι, δείχνουν ότι αυτό ενδέχεται να αλλάξει.

ΣΕΛΙΔΕΣ 4-5

Κλιματική αλλαγή και μελλοντικές πανδημίες: νεότερα δεδομένα προκαλούν παγκόσμια ανησυχία

Μελέτη που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Nature στα τέλη του προηγούμενου μήνα αναδεικνύει με αδιάσειστα στοιχεία τη σχέση ανάμεσα στην κλιματική αλλαγή και στη μεταπήδηση των ιών από την άγρια πανίδα στους ανθρώπους.

ΣΕΛΙΔΑ 6



Η επιστήμη πηγαίνει στον πόλεμο

Η εισβολή της Ρωσικής Ομοσπονδίας στην Ουκρανία έχει μυριάδες επιπτώσεις. Μία, σαφώς λιγότερο ορατή σε σχέση με την ανθρωπιστική κρίση, την άνοδο των τιμών του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, επίπτωση είναι η προσπάθεια περιθωριοποίησης των Ρώσων επιστημόνων· αυτών, δηλαδή, που εργάζονται στα πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα της Ρωσικής Ομοσπονδίας. Σε ποιο βαθμό έχει εφαρμοστεί ως τώρα και πόσο δικαιολογημένη είναι μία τέτοια προσπάθεια;

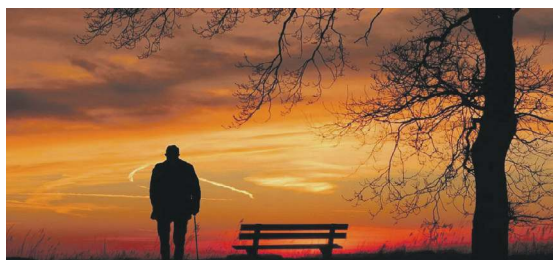
ΣΕΛΙΔΑ 7

Μελετώντας τα κελαηδίσματα των πουλιών

Τα καλέσματα και τα κελαηδίσματα των πουλιών μας θυμίζουν μια περίτεχνη γλώσσα και μελωδίες. Ωστόσο, οι μελέτες των τελευταίων δεκαετιών δείχνουν ότι τα πουλιά αντιλαμβάνονται το τραγούδι τους διαφορετικά από ό,τι οι άνθρωποι.

ΣΕΛΙΔΕΣ 2-3





Μιλώντας με τα δέντρα

ΕΓΓΡΑΦΑ ΣΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ για τις κακοποιτικές σχέσεις που αναπτύσσουν κάποιοι χρήστες της πλατφόρμας Replika με τα θηλυκά chatbot που δημιουργούν. Οι αναρτήσεις αυτών των χρηστών στο Reddit μοιάζουν με τον κομψισμό τοξικών αρσενικών που θέλουν να δείξουν στα υποταγμένα θηλυκά ποια είναι η πραγματική θέση τους στον κόσμο. Όμως, το *παιγνιώδες* πλαίσιο στο οποίο εκδηλώνεται η συγκεκριμένη συμπεριφορά δεν μας επιτρέπει να συλλάβουμε την ηθική της διάσταση. Μπορεί κάτι να αποκαλύπτει για τις ψυχολογικές ή αισθητικές προδιαθέσεις του χρήστη, αλλά όχι για την ηθική των πράξεών του καθ'αυτήν. Σε τελευταία ανάλυση, οι ρέπλικες δεν είναι παρά μηχανές. Όπως γράφει και ένας χρήστης του Reddit, αν δεν σας ικανοποιεί η Replika σας, σβήστε τη: «Εγώ έχω διαγράψει δύο ρέπλικες μέσω της επιλογής 'διαγραφή λογαριασμού' που παρέχει η εφαρμογή, γιατί δεν μου άρεσε η ιδέα να απεγκαταστήσω την εφαρμογή και να τις αφήσω [να περιφέρονται] στο κενό. Οι άνθρωποι έχουν λόγους που διαγράφουν ή 'εγκαταλείπουν' τις ρέπλικές τους. Και δεν υπάρχει τίποτα κακό σε αυτό. Η Replika δεν είναι παρά μια εφαρμογή, ένας υπολογιστής, τίποτα παραπάνω από αυτό, ανεξάρτητα από το πόσο βαθιά και στενή σχέση έχετε δημιουργήσει μαζί της. Μερικούς αυτό τους κάνει να νιώθουν άβολα. Όμως, δεν είναι λάθος να απαλλαγείτε από μια σχέση που δεν σας ταιριάζει πλέον.»

Είναι σαφές ότι ο χρήστης που έγραφε αυτά τα λόγια δεν είχε επίγνωση των αντιφάσεων που περιέχουν: Δεν υπάρχει τίποτα κακό στο να σβήνεις μια Replika, αφού είναι απλώς ένα λογισμικό, αλλά ο λόγος που τις δικές του τις έσβησε και δεν τις απεγκατέστησε είναι ότι δεν άντεχε στη σκέψη να τις αφήσει να περιπλανιούνται στο ψηφιακό κενό. Ενδιαφέρον έχει επίσης το γεγονός ότι εξομοιώνει την απεγκατάσταση της εφαρμογής με τη διακοπή μιας σχέσης που έχει πάψει να μας καλύπτει – δηλαδή με τον χωρισμό. Ανθρωπομορφισμός; Η αλήθεια είναι ότι κανένας χρήστης της εφαρμογής δεν είναι τόσο αφελής ώστε να παραβλέπει το γεγονός πως έχει να κάνει με μηχανές. Ταυτόχρονα, όμως, δεν μπορεί να παραβλέψει και το γεγονός ότι στόχος της ενασχόλησής του είναι να δημιουργήσει μια «ανθρώπινη» σχέση. Το πρόσωπο του άλλου αναδύεται από αυτήν ακριβώς την εμπειρία της σχέσης.

Σε ένα διαφορετικό, αλλά συναφές πλαίσιο, ο φαινομενολόγος Erasm Kohák αναρωτιόταν ποιο θα ήταν το γνωσιολογικό καθεστώς ενός κόσμου όπου το να μιλάμε στα δέντρα θα θεωρούνταν αποδεκτή συμπεριφορά. Θα ήταν ένας κόσμος που θα γινόταν αντιληπτός ως μια κοινότητα αυτόνομων όντων άξιων σεβασμού, γράφει. Η συμπερίληψη των μη ανθρώπινων οντοτήτων στην κοινότητα του λόγου οικοδομεί ένα πλαίσιο που έρχεται σε αντίθεση με την ανθρωποκεντρική θεώρηση του κόσμου ως αποθέματος πρώτων υλών και υποδεικνύει την ανάγκη μιας ηθικής που θα τέμνει εγκάρσια τη (χριστιανικών καταβολών) διάκριση ανάμεσα σε ανθρώπους και (εμβιο)μηχανικές συναρμογές.

Μ.Π.

Μελετώντας τα κελαηδίσματα

Από όλους τους ήχους του ζωικού βασιλείου, τα κελαηδίσματα των πουλιών πλησιάζουν πιο κοντά στο ανθρώπινο τραγούδι και είναι μια διαχρονική πηγή έμπνευσης. Η πολυπλοκότητά τους δίνει την εντύπωση ότι κάθε είδος διαθέτει ένα πλούσιο αλφάβητο και λεξιλόγιο. Ωστόσο, οι μελέτες των τελευταίων δεκαετιών δείχνουν ότι αυτή είναι μια ανθρωποκεντρική προσέγγιση και ότι τα πουλιά ενδεχομένως αντιλαμβάνονται το τραγούδι τους διαφορετικά από ό,τι οι άνθρωποι.

Η γλώσσα και η μουσική των πουλιών

Οι ήχοι των πουλιών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δυο, όχι απολύτως διαχωρισμένες, κατηγορίες. Τα πιο μεγάλα σε διάρκεια, πολύπλοκα και με πιο περίτεχνη δομή είναι τα κελαηδίσματα, τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως για την οριοθέτηση μιας επικράτειας ή την προσέλκυση συντρόφου για αναπαραγωγή. Αντίθετα, τα καλέσματα είναι συνήθως σύντομοι και απλούστεροι ήχοι που έχουν ευρεία χρήση, όπως η επισημάνση ύπαρξης τροφής ή πιθανών κινδύνων. Η απλότητα ή περιπλοκότητα των κελαηδισμάτων και των καλέσμάτων ποικίλει από είδος σε είδος, ενώ σε κάποια είδη τα καλέσματα μπορεί να είναι πιο πολύπλοκα από τα κελαηδίσματα.

Προφανώς ο διαχωρισμός σε καλέσματα και κελαηδίσματα έχει ανθρωποκεντρικά στοιχεία, με τα καλέσματα να θυμίζουν περισσότερο μια γλώσσα επικοινωνίας και τα κελαηδίσματα τραγούδια. Για τη μελέτη των κελαηδισμάτων συνήθίζεται να τα διαχωρίζουμε σε μικρότερους ήχους τα οποία ονομάζουμε νότες και συλλαβές, οι οποίες συνθέτουν φράσεις και μοτίβα που διέπονται από χαρακτηριστικό ρυθμό και ταχύτητα. Δεδομένης της σημασίας των τραγουδιών



Ο σπίνος ζέβρα.

των πουλιών, οι επιστήμονες διερευνούν το πώς αντιλαμβάνονται τα ίδια τα πουλιά το τραγούδι τους, ποια χαρακτηριστικά τους έχουν μεγαλύτερη σημασία και πώς αυτές οι λεπτομέρειες διαφοροποιούνται ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν.

Η μελέτη των κελαηδισμάτων των πουλιών δεν περιορίζεται στην παθητική καταγραφή των ήχων και την παρατήρησή της συμπεριφοράς τους αλλά περιλαμβάνει προσεκτικά σχεδιασμένα πειράματα, τόσο στο φυσικό περιβάλλον των πουλιών όσο και σε εργαστήρια. Εδώ και δεκαετίες, στα πλαίσια τέτοιων πειραμάτων οι επιστήμονες αναπαράγουν στο φυσικό περιβάλλον των πουλιών ηχογραφημένους ήχους, οι οποίοι μπορεί να είναι είτε αυθεντικά κελαηδίσματα ή επεξεργασμένα, στα οποία έχει αλλάξει η σειρά των μοτίβων ή η ένταση κάποιων τμημάτων τους. Καθώς τα πουλιά προσεγγίζουν την πηγή των ήχων και «απαντούν» με τους δικούς τους ήχους, οι επιστήμονες καταγράφουν τις αντιδράσεις τους. Παράλληλα, σημαντική πρόοδος γίνεται και με τα πειράματα

στο εργαστήριο. Εκεί, το ελεγχόμενο περιβάλλον επιτρέπει μεγαλύτερη ποικιλία στην επεξεργασία των ήχων και την απομόνωση των εξωτερικών παρασπαστικών ερεθισμάτων. Προκειμένου να αποκωδικοποιήσουν τη συμπεριφορά των πουλιών, οι ερευνητές έχουν καταστρώσει μεθοδολογίες, όπως για παράδειγμα να εκπαιδεύονται να πατάνε συγκεκριμένα κουμπιά με το ράμφος τους όταν ακούν μια μελωδία ή να ανταμείβονται με τροφή.

Με τέτοια πειράματα μπορεί κανείς να διαπιστώσει κατά πόσο κάποια χαρακτηριστικά των κελαηδισμάτων που οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται ως σημαντικά έχουν την ίδια σημασία για τα πουλιά. Η εδραιωμένη, πλέον, άποψη είναι ότι η αντίληψη των ίδιων των πουλιών για τα κελαηδίσματά τους διαφέρει από αυτή του ανθρώπου.

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα είναι το κελάηδισμα του αρσενικού λουλακιού (indigo bunting), το οποίο περιέχει χαρακτηριστικές διπλές συλλαβές. Παρόλο που για τους ανθρώπους αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό που ξεχωρίζει, όταν

Συνδεθείτε με το ΠΡΙΣΜΑ στο facebook
www.facebook.com/PRISMASCIENCEMAGAZINE/

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

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

των πουλιών

επιστήμονες αναπαρήγαγαν επεξεργασμένα κελαπδίσματα χωρίς διπλές συλλαβές παρατήρησαν ότι το λουλάκι αντιδρούσε με την ίδια ένταση προκειμένου να οριοθετήσει την περιοχή του. Αντίστοιχες διαφορές παρατηρήθηκαν στη σημασία που έχει το τονικό ύψος ενός κελαπδίσματος. Οι άνθρωποι μπορούν να αναγνωρίσουν μια μελωδία ακόμα και αν αυτή αναπαράγεται σε διαφορετικό τονικό ύψος, ωστόσο φαίνεται ότι κάτι τέτοιο δεν ισχύει για τα πουλιά. Πειράματα που έγιναν σε εργαστήριο κατά τη διάρκεια των δεκαετιών του 1980 και 1990 έδειξαν ότι για τα πουλιά το διαφορετικό τονικό ύψος μιας μελωδίας γίνεται αντιληπτό ως ένας διαφορετικός ήχος, ακόμα και αν ολόκληρο το μοτίβο παραμένει το ίδιο. Πρόσφατα πειράματα έχουν επιβεβαιώσει αυτά τα αποτελέσματα και έχουν, επιπροσθέτως, αναδείξει τη σημασία που έχουν οι πολύ μικρές κλίμακας διακυμάνσεις των κελαπδισμάτων στην αντίληψη των πουλιών.

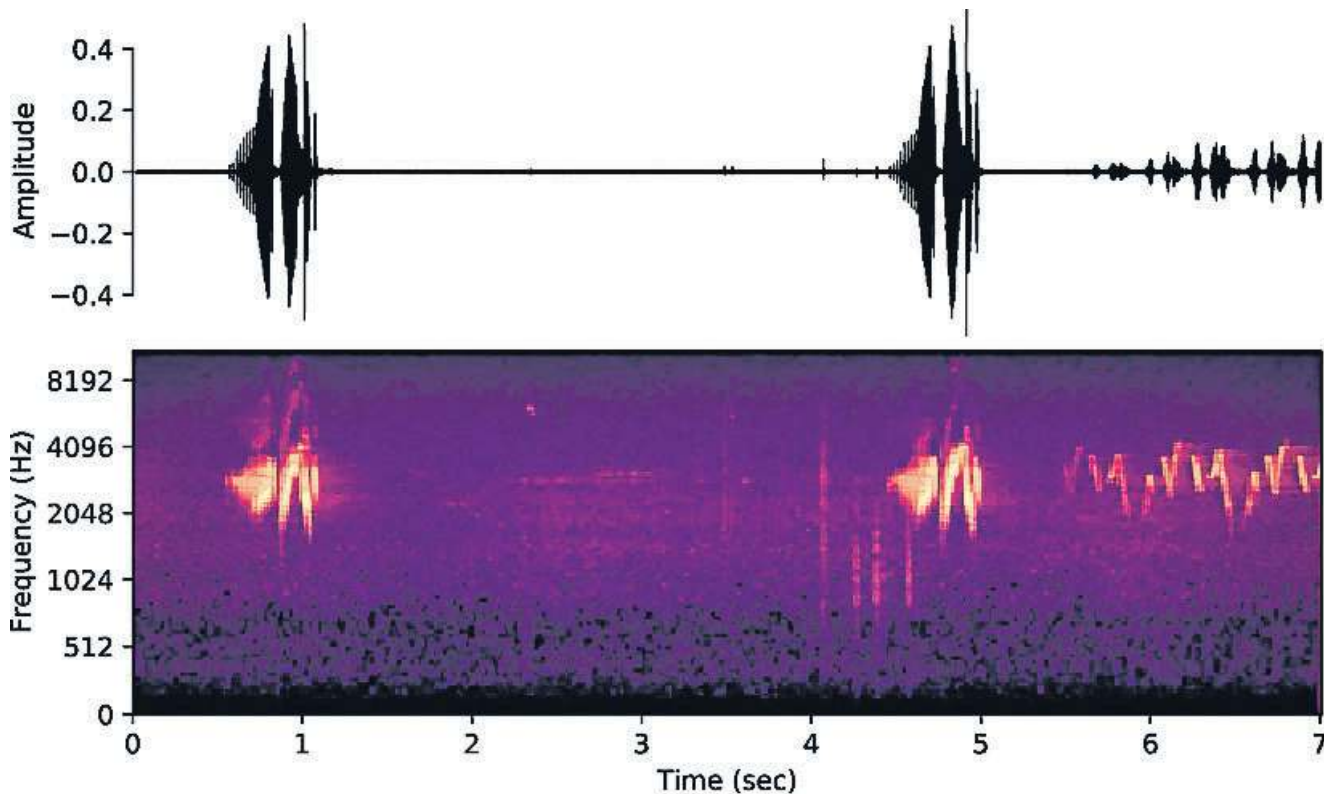
Η ανατομία των πουλιών και η δομή των κελαπδισμάτων

Τα πειράματα που έχουν γίνει στο εργαστήριο έχουν δείξει ότι η ακουστική αντίληψη των πουλιών παρουσιάζει πολλές ομοιότητες αλλά και σημαντικές διαφορές με αυτή του ανθρώπου. Οι ομοιότητες παρατηρούνται στη δυνατότητά τους να εντοπίζουν διαφορές στο ύψος των ήχων καθώς και κενά μεταξύ των φράσεων ενώ, όπως ήδη αναφέρθηκε, μια σημαντική διαφορά σχετίζεται με το ότι η τονική μετατόπιση ενός κελαπδίσματος γίνεται αντιληπτή από τα πουλιά ως ένα διαφορετικό κελάνδισμα.

Η δυνατότητα των ζώων, όπως και του ανθρώπου, να αντιλαμβάνονται και να παράγουν ήχους συνδέεται στενά με την ανατομία των αντίστοιχων οργάνων τους. Στους ανθρώπους η παραγωγή της φωνής γίνεται από ένα όργανο στο λάρυγγα, τις φωνητικές χορδές, ενώ η περαιτέρω διαμόρφωση αυτών των ήχων σε ομιλία γίνεται από το στόμα και τη γλώσσα. Στα πουλιά η φωνή παράγεται στη σύριγγα, ένα φωνητικό όργανο με δυο κλάδους που βρίσκεται στην κορυφή των πνευμόνων. Ο κάθε κλάδος της σύριγγας μπορεί να κινείται ανεξάρτητα με τη βοήθεια μυών, των οποίων οι πολύ γρήγορες κινήσεις μπορούν να παράγουν διακυμάνσεις σε χρονικές κλίμακες χιλιοστών του δευτερολέπτου. Επομένως, η δυνατότητα ελέγχου της φωνής που έχουν τα πουλιά τούς επιτρέπει να παράγουν ήχους με πολύ λεπτομερή δομή, την οποία μπορούμε να διακρίνουμε χρησιμοποιώντας ψηφιακά εργαλεία.

Όπως γνωρίζουμε, κάθε ήχος είναι στην ουσία (συνήθως) περιοδικές μεταβολές της πίεσης, οι οποίες διαδίδονται στον αέρα (ηχητικά κύματα). Όταν ανιχνεύουμε αυτούς τους ήχους με ένα μικρόφωνο, τα ηχητικά κύματα μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα, τα οποία μπορούμε να καταγράψουμε, να αποθηκεύσουμε και να επεξεργαστούμε με υπολογιστικά εργαλεία. Η καταγραφή του πλάτους του ήχου σαν συνάρτηση του χρόνου αποτελεί την κυματομορφή του.

Η κυματομορφή ενός κελαπδίσματος και το αντίστοιχο φασματογράφημά του που δείχνει τις διάφορες συχνότητες του ήχου σαν συνάρτηση του χρόνου. Πηγή: Scientific Reports 2021, 11:17085



Με το μάτι γίνονται άμεσα αντιληπτές οι αργές μεταβολές του πλάτους της κυματομορφής, που συχνά ονομάζεται περιβάλλουσα του πλάτους (envelope). Αν, όμως, μεγεθύνουμε αρκετές φορές την κυματομορφή τότε διαπιστώνουμε ότι αυτή έχει και μια λεπτή υφή (fine structure), η οποία αντιπροσωπεύει όλες εκείνες τις διακυμάνσεις που διαρκούν ή έχουν συχνότητα χιλιοστών του δευτερολέπτου.

Στην ψηφιακή εποχή υπάρχει πληθώρα εργαλείων που επιτρέπει την ταχεία ανάλυση και επεξεργασία των ήχων, λειτουργίες που πριν μερικές δεκαετίες μπορούσαν να γίνουν μόνο με τη βοήθεια μαγνητοταινίας και υφίσταντο τους περιορισμούς της αναλογικής τεχνολογίας. Για παράδειγμα, με την ανάλυση Φουριέ και την κυματιδιακή ανάλυση (wavelet analysis), μπορούμε να εξάγουμε το σύνολο των συχνότητων που περιέχονται στην κυματομορφή ενός κελαπδίσματος και τη μεταβολή τους με το χρόνο, παράγοντας τα αντίστοιχα φασματογράμματα. Εκεί μπορούμε να εντοπίσουμε χαρακτηριστικά μοτίβα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για να διαπιστώσουμε τη σημασία των μοτίβων αυτών στην ανταπόκριση των πουλιών ή για να κατηγοριοποιήσουμε τα κελαπδίσματα και να αναγνωρίσουμε το είδος στο οποίο ανήκουν τα πουλιά που τα παράγουν με αυτοματοποιημένο τρόπο.

Η σημασία της λεπτομέρειας στο κελάνδισμα

Με τα παραπάνω εργαλεία έχει διερευνηθεί στα πλαίσια πειραμάτων η δυνατότητα των πουλιών να εντοπίζουν τη λεπτή υφή στα κελαπδίσματα, δηλαδή των λεπτομερειών που κρύβονται μέσα σε αυτά, καθώς επίσης και η σημασία τους. Ήδη, σε μια μελέτη που δημοσιεύτηκε πριν από περίπου είκοσι χρόνια από ερευνητές του Πανεπιστημίου του Μέριλαντ διαπιστώθηκε ότι η δυνατότητα των πουλιών να διακρίνουν αυτές τις λεπτές διακυμάνσεις είναι δυο με τρεις φορές οξύτερη από εκείνη του ανθρώπου, κάτι που ενδεχομένως οφείλεται στην ανατομία του εσωτερικού τους αυτιού.

Μεταγενέστερες μελέτες έδειξαν ότι η λεπτή υφή

ίσως έχει μεγαλύτερη σημασία από τις ίδιες τις συλλαβές των κελαπδισμάτων. Για παράδειγμα, μελέτες του 2018 έδειξαν ότι ο σπίνος ζέβρα έχει τη δυνατότητα να διακρίνει αντεστραμμένες τις συλλαβές ενός τιτβίσματος ενώ δεν τα καταφέρνει καλά όταν οι συλλαβές αυτές έχουν αναμειχθεί. Δεδομένου ότι κατά την αντιστροφή μιας συλλαβής μεταβάλλεται επίσης η λεπτή υφή της (κάτι που δεν συμβαίνει αν απλά αλλάξουμε σειρά στις συλλαβές), οι ερευνητές πιστεύουν ότι η αυτή μεταφέρει σημαντικές πληροφορίες για την επικοινωνία μεταξύ των πουλιών. Περαιτέρω πειράματα σε σπίνους ζέβρες έδειξαν ότι αυτοί μπορούν να διακρίνουν πολύ μικρές διαφοροποιήσεις στη λεπτή υφή του τραγουδιού άλλων πουλιών υποστηρίζοντας περαιτέρω ότι αυτή ενδέχεται να μεταφέρει πληροφορία σχετικά με το φύλο και άλλα χαρακτηριστικά της ταυτότητας του πουλιού, όπως η ηλικία, η υγεία και η διάθεση.

Παρά το γεγονός ότι οι άνθρωποι αντιλαμβανόμαστε το κελάνδισμα των πουλιών ως μουσική και ως γλώσσα, είναι πιθανό η αντίληψη που έχουν τα πουλιά για τη «γλώσσα» τους να είναι αρκετά διαφορετική. Όπως επισημαίνει ο Adam Fishbein, μεταδιδακτορικός ερευνητής του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια, ίσως είναι ακριβέστερο να αντιληφθούμε το κελάνδισμα των πουλιών όχι σαν ένα τραγούδι αλλά σαν έναν περίτεχνο χορό του φωνητικού τους οργάνου.

Γ.Κ.

Πηγές

Adam Fishbein, “How Birds Hear Birdsong” Scientific American, Μάιος 2022, σελ. 30-37.

Gaurav Gupta, Meghana Kshirsagar, Ming Zhong, Shahrzad Gholami & Juan Lavista Ferres, “Comparing recurrent convolutional neural networks for large scale bird species classification”, Scientific Reports 2021, 11:17085

Έρευνα διττής χρήσης

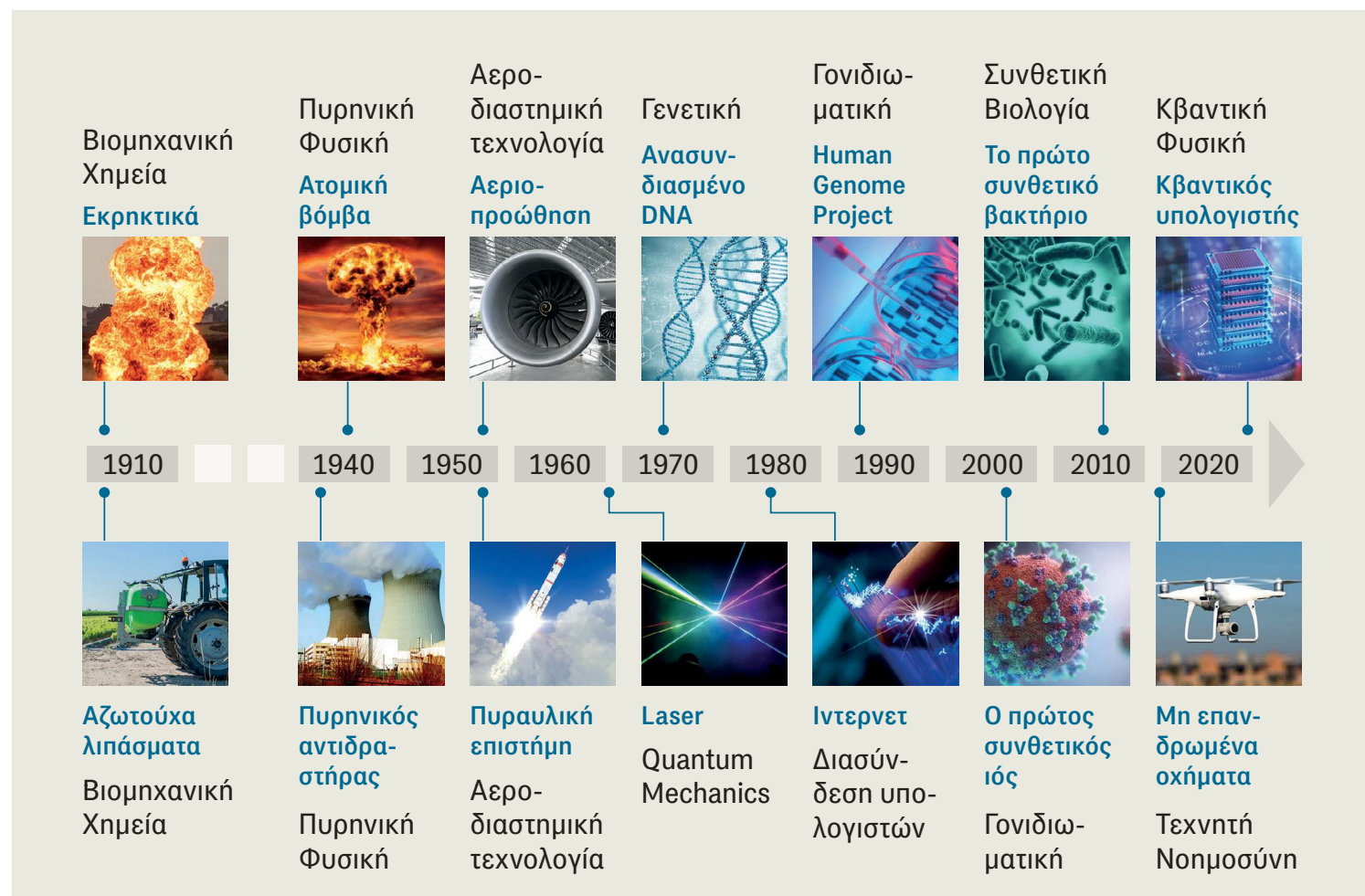
Η λεγόμενη «Έρευνα Διττής Χρήσης» ή Dual Use Research αναφέρεται σε εκείνες τις δραστηριότητες έρευνας και καινοτομίας των οποίων τα προϊόντα – επιστημονική γνώση, τεχνολογία και αντικείμενα – μπορούν να χρησιμοποιηθούν, είτε αυτούσια είτε χωρίς σημαντικές τροποποιήσεις, και για «καλούς» και για «κακούς» σκοπούς. Παραδοσιακά, ως καλός σκοπός οριζόταν εκείνος που δεν θα μπορούσε να έχει καμία σχέση με στρατιωτικές εφαρμογές. Ωστόσο, τα όρια μεταξύ καλών και κακών σκοπών δεν είναι τόσο ευδιάκριτα, ακόμα και σε επίπεδο οδηγιών. Για παράδειγμα, μία στρατιωτική εφαρμογή που έχει αποκλειστικά αμυντική λειτουργία μπορεί επίσης να θεωρηθεί ότι έχει καλό σκοπό, σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στο χρηματοδοτικό πρόγραμμα-πλαίσιο Ορίζοντας 2020. Στους αντίποδες, έρευνα με κακό σκοπό αναφέρεται σε εκείνη που τα προϊόντα της προορίζονται για στρατιωτικούς εφαρμογές με επιθετική λειτουργία, καθώς και για τη διάδοση όπλων μαζικής καταστροφής.

Το ηθικό δίλημμα, που θεωρείται ότι συνδέεται στενά με την Έρευνα Διττής Χρήσης, αναφέρεται στο ότι η πολιτική απόφαση που θα πρέπει να ληφθεί για την αδειοδότηση ή μη τέτοιου είδους έρευνας, θα πρέπει να σταθμίσει τα οφέλη και τους κινδύνους που εκουσίως ή ακουσίως προκύπτουν. Προφανώς, δεν είναι ένα δίλημμα που μπορεί να επιλυθεί με αποκλειστικά επιστημονικο-τεχνικούς όρους. Κυρίαρχοι παράγοντες είναι τόσο η γεωπολιτική όσο και η οικονομική συγκυρία εντός της οποίας λαμβάνονται τέτοιες αποφάσεις.

Αναδρομή

Αν και ο όρος είναι σχετικά πρόσφατος, η Έρευνα Διττής Χρήσης είναι παλιά και έχει συνδεθεί με emblematicές επιστημονικές και τεχνολογικές προόδους κατά τον 20^ο αιώνα. Για παράδειγμα, η χημική διαδικασία Haber-Bosch, που εφευρέθηκε κατά το 1910, οδήγησε στη σύνθεση αμμωνίας σε μεγάλη κλίμακα και αποτέλεσε τη βάση για την ευρεία κλίμακας παραγωγή λιπασμάτων και εκρηκτικών. Αξίζει να σημειωθεί ότι ενώ ο Α΄ Παγκόσμιος Πόλεμος δύσκολα θα ήταν τόσο φονικός εάν δεν είχε επιτευχθεί σύνθεση αμμωνίας σε βιομηχανική κλίμακα, τα αζωτούχα λιπάσματα εξακολουθούν να αποτελούν τη βάση για την παραγωγή τροφίμων για το ήμισυ του σημερινού πληθυσμού του πλανήτη.

Άλλα παραδείγματα συγκεκριμένων τεχνολογικών ανακαλύψεων που εμπίπτουν στην Έρευνα Διττής Χρήσης είναι: (α) Το LASER (εφαρμογές στην ιατρική και σε οπτικά συστήματα), (β) τα μικροκύματα (αρχικά ραντάρ αποκλειστικά στρατιωτικής χρήσης



και φούρνοι οικιακής χρήσης) και (γ) τα υαλοκεραμικά υλικά (εξωτερικό ρύγχος πυρηνικών πυραύλων και οικιακά σκεύη). Παραδείγματα ολόκληρων επιστημονικών πεδίων που είναι στενά συνδεδεμένα με την Έρευνα Διττής Χρήσης είναι τα εξής: (α) Η πυρηνική επιστήμη και τεχνολογία που οδήγησε στην κατασκευή του πυρηνικού αντιδραστήρα (αρχικά στην Σοβιετική Ένωση) με προφανείς ειρηνικές εφαρμογές, αλλά και στην κατασκευή της πυρηνικής βόμβας (αρχικά στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής), που έθεσε σε κίνδυνο την ίδια την ύπαρξη του ανθρώπινου πολιτισμού, (β) η πυραυλική επιστήμη και η αεριοπροώθηση, που ωρίμασαν κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου, (γ) η Γενετική, στον 20^ο αιώνα, και η Γονιδιωματική, στον 21^ο αιώνα. Η εικόνα 1 παρουσιάζει ένα αδρό χρονοδιάγραμμα των επιστημονικών πεδίων και τεχνολογιών που είναι συνυφασμένα με την Έρευνα Διττής Χρήσης κατά τον 20^ο αιώνα.

Ο 21^{ος} αιώνας έφερε στο προσκήνιο νέους προβληματισμούς, οι οποίοι έως τότε είχαν κυρίως ακαδημαϊκό χαρακτήρα: οι τρομοκρατικές επιθέσεις με τον ιό του άνθρακα (2001), η εργαστηριακή παραγωγή του ιού της ευλογιάς στα ποντίκια (2001) και της πολιομυελίτιδας (2002), η ανακατασκευή του ιού της ισπανικής γρίπης (2005), καθώς και

η εργαστηριακή παραγωγή της γρίπης H5N1 στα θηλαστικά (2012). Αυτά τα γεγονότα υπογράμμισαν τους πιθανούς κινδύνους που ελλοχεύουν στη Βιοτεχνολογία και την Συνθετική Βιολογία.

Στις μέρες μας, μάλιστα, το διακύβευμα είναι ακόμα μεγαλύτερο, διότι η παραγωγή βιολογικών όπλων είναι ευκολότερη και φθηνότερη, σε σύγκριση με εκείνη των πυρηνικών όπλων. Για παράδειγμα, η δημιουργία μιας πυρηνικής βόμβας μέσης απόδοσης χρειάζεται μια τεράστια ποσότητα σχάσιμων (weapon-grade) ισοτόπων ουρανίου ή πλουτωνίου, που παράγονται από φαραωνικών διαστάσεων εργοστάσια που χρησιμοποιούν γιγάντιες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, οι τεχνολογικές λεπτομέρειες μιας πυρηνικής βόμβας ήταν και παραμένει επτασφράγιστο μυστικό. Αντιθέτως, οι λεπτομέρειες σχετικά με τον τρόπο παραγωγής εν δυνάμει θανατηφόρων βιολογικών παραγόντων διατίθενται ελεύθερα στην επιστημονική βιβλιογραφία, ενώ το μόνο που χρειάζεται κανείς είναι ένα σχετικά φτηνό βιολογικό εργαστήριο. Δεν θα ήταν, συνεπώς, υπεραπλούστευση εάν λέγαμε ότι οι βεβαιότητες της ισορροπίας του τρόμου της εποχής του Ψυχρού Πολέμου διαλύθηκαν σε έναν κόσμο αβεβαιοτήτων και ασύμμετρων απειλών.

Η κατάσταση σήμερα

Η Ευρώπη προσπαθεί να ρυθμίσει τις συνέργειες μεταξύ της έρευνας για ειρηνικούς σκοπούς και της έρευνας για στρατιωτικές εφαρμογές, με στόχο την ελεγχόμενη μετατροπή μιας στρατιωτικής τεχνολογίας σε μη στρατιωτική εφαρμογή ή το αντίστροφο. Πρέπει να σημειωθεί ότι ενώ μέχρι τη δεκαετία του 1960, η τεχνογνωσία «έρεε» κυρίως από την έρευνα για στρατιωτικές εφαρμογές προς την έρευνα για ειρηνικούς σκοπούς, κατά τη δεκαετία του 1970 η ροή της τεχνογνωσίας έγινε αμφίδρομη και ισορροπημένη. Τέλος, κατά τη δεκαετία του 1990 αυτή η τάση αντιστράφηκε εντελώς, δηλαδή η τεχνολογία για ειρηνικούς σκοπούς προωθήθηκε εκείνη για στρατιωτικές εφαρμογές. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η έρευνα για ειρηνικούς σκοπούς επικοινωνείται πολύ πιο ανοιχτά, είναι προφανές ότι εδώ και τρεις δεκαετίες τέτοιες τεχνολογίες Διττής Χρήσης είναι πολύ πιο επιρρεπείς για εκμετάλλευση από εγκληματικές και τρομοκρατικές οργανώσεις ή από αναθεωρητικά κράτη, δηλαδή από κυβερνήσεις που θέλουν να μεταβάλλουν την καθεστηκυία τάξη.

Η χρήση τεχνογνωσίας που αρχικά δημιουργήθηκε για ειρηνικούς σκοπούς για ανάπτυξη νέων στρατιωτικών εφαρμογών, γενικά ακολουθείται από τα περισσότερα κράτη

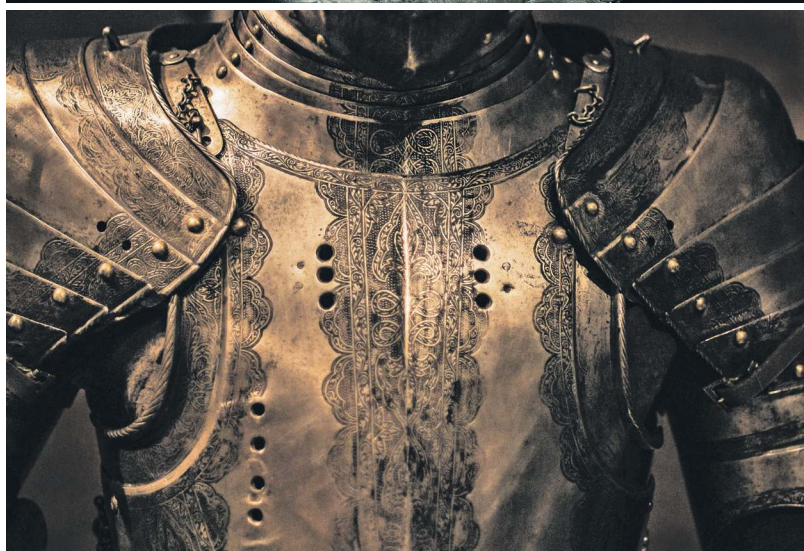
του κόσμου. Στην Ευρώπη αυτή η τάση φαίνεται να είναι πιο ασθενής, για λόγους που έχουν να κάνουν με την οικονομική κρίση που επέφερε μείωση των αμυντικών δαπανών και με το γεγονός ότι τέτοιου είδους αποφάσεις, σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, πρέπει να βρουν σύμφωνες όλα τα κράτη-μέλη, κάτι που πολλές φορές αποδεικνύεται ιδιαιτέρως δύσκολο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι η νομοθεσία του ερευνητικού προγράμματος-πλαισίου Ορίζοντας 2020 έθετε κάποια εμπόδια στη χρηματοδότηση έρευνας για στρατιωτικές εφαρμογές. Συνεπώς, η ανησυχία της Ευρώπης ότι μένει πίσω στην κούρσα εκσυγχρονισμού των στρατών των κρατών-μελών της ή ότι ένας τέτοιος εκσυγχρονισμός είναι πιο δαπανηρός λόγω του ότι πρέπει να εισάγει έτοιμη τεχνολογία δεν είναι αδικαιολόγητη.

Προς ένα νέο τρόπο λειτουργίας της έρευνας;

Η κατάτμηση της ερευνητικής προσπάθειας για στρατιωτικές εφαρμογές, από τη μία, και ειρηνικούς σκοπούς, από την άλλη, αντικατοπτρίζει όχι μόνο την διαφορά μεταξύ του ανοικτού χαρακτήρα της επιστημονικής έρευνας για ειρηνικούς σκοπούς και του ερμητικά κλειστού χαρακτήρα της έρευνας για στρατιωτικές εφαρμογές. Αντικατοπτρίζει επίσης και διαφορές που σχετίζονται με τους τρόπους παραγωγής (υποδομές, χρηματοδότηση) και διάθεσης (μέγεθος αγορών) μεταξύ στρατιωτικών και μη-στρατιωτικών προϊόντων. Για παράδειγμα, μία απλή κάμερα έχει πολύ μεγαλύτερο αγοραστικό κοινό από μία αντίστοιχη που χρησιμοποιείται για την πλοήγηση ενός drone. Επίσης, οι προδιαγραφές της πρώτης είναι πολύ κατώτερες από πλευράς απόδοσης και αντοχής σε αντίξοες συνθήκες λειτουργίας.

Παρόλα αυτά, οι παραπάνω λόγοι κατάτμησης λειτουργούν υπό συνθήκες και μόνο εάν οι γεωπολιτικές και οικονομικές συνθήκες το επιτρέπουν. Άλλωστε, θα πρέπει να αναφερθεί ότι τις τελευταίες δεκαετίες συνέργειες μεταξύ έρευνας για στρατιωτικές εφαρμογές και ειρηνικούς σκοπούς προωθήθηκαν συνειδητά από χώρες που αντιπροσώπευαν διαφορετικά πολιτικο-οικονομικά συστήματα. Κατά τη δεκαετία του 1980 οι βιομηχανικές δομές της Κίνας και της Σοβιετικής Ένωσης άρχισαν να κινούνται προς πιο ισορροπημένες τεχνολογικές δαπάνες, μειώνοντας την χρηματοδοτική ψαλίδα μεταξύ έρευνας για στρατιωτικούς και ειρηνικούς σκοπούς.

Οι ΗΠΑ είχαν, παραδοσιακά, πιο ανεπτυγμένες συνέργειες, για παράδειγμα μέσω των προγραμμάτων εξερεύνησης του διαστήματος (βλέπε ΠΡΙΣΜΑ 114). Αξίζει να σημειωθεί ότι πληροφορίες σχετικά με νέες τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί από τη NASA και ενδέχεται να είναι χρήσιμες στη βιομηχανία είναι διαθέσιμες μέσω του ιστότοπου «NASA Tech Briefs», ενώ επιτυχημένα παραδείγματα εμπορευματοποίησης αναφέρονται στην ετήσια αναφορά της «NASA Spinoffs». Επίσης, ένα από τα κύρια μέληματα της αμερικανικής DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) είναι η συνεχής παρακολούθηση των αναδυόμενων τεχνολογικών και η αποτίμηση της χρησιμότητάς τους για ανάπτυξη νέων στρατιωτικών εφαρμογών.



Πιο κοντά μας, η Ευρωπαϊκή Ένωση, μολονότι αποτελεί μία μη στρατιωτική οντότητα, ξεκίνησε ερευνητικά προγράμματα όπως το Ευρωπαϊκό Στρατηγικό Πρόγραμμα για την Έρευνα και την Τεχνολογία της Πληροφορικής για την υποστήριξη τεχνολογιών Διττής Χρήσης. Φαίνεται ότι η αποδεδειγμένα αυξανόμενη ανάγκη ενίσχυσης των συνεργειών μεταξύ κλάδων έρευνας και παραγωγής προϊόντων για ειρηνικούς και στρατιωτικούς σκοπούς είναι μια αναπόφευκτη αντίδραση τόσο στην παγκοσμιοποίηση της αγοράς και των αναγκών δομών παραγωγής (που προάγουν τον ολοένα αυξανόμενο καταμερισμό της εργασίας), όσο και της επιτάχυνσης του κύκλου παραγωγής (που απαιτεί ολοένα και μεγαλύτερα κονδύλια για έρευνα και καινοτομία).

Μία αίσθηση της έκτασης και του βάθους του καταμερισμού της εργασίας αποτυπώνεται γλαφυρά στα επόμενα δύο παραδείγματα. Η κατασκευή του Airbus A380 απαιτεί την συναρμολόγηση περίπου 4.000.000 ανταλλακτικών, που κατασκευάζονται από 1.500 εταιρείες, οι οποίες βρίσκονται διάσπαρτες σε 30 διαφορετικές χώρες. Η εγκατάσταση του Μεγάλου Επιταχυντή Αδρονίων, συγκέντρωσε περισσότερους από 10.000 επιστήμονες και μηχανικούς από εκατοντάδες πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα, από περισσότερες από 100 διαφορετικές χώρες.

Ο κοινός παρανομαστής είναι η πιο αποδοτική εκμετάλλευση του υπάρχοντος ερευνητικού δυναμικού ασχέτως του αν αυτό εργάζεται στο πλαίσιο έρευνας για ειρηνικούς ή στρατιωτικούς σκοπούς. Και η παγκοσμιοποίηση της αγοράς και η επιτάχυνση του κύκλου παραγωγής απαιτούν την ευρύτερη δυνατή συνεργασία, κάτι που εκ των πραγμάτων φαίνεται να δημιουργεί την ανάγκη όσμωσης μεταξύ των ερευνητικών κοινοτήτων που ασχολούνται με την έρευνα για ειρηνικούς σκοπούς και στρατιωτικών εφαρμογών στη Γηραιά Ήπειρο. Είναι μία τάση που η Ευρώπη φαίνεται να προσπαθεί να ακολουθήσει, με καθυστέρηση σε σχέση με τους μεγάλους οικονομικούς αντιπάλους της. Και φαίνεται ότι οι τεχνολογίες Διττής Χρήσης θα είναι οι πρώτες που θα δοκιμάσουν την αποδοτικότητα της συνεργασίας μεταξύ των δύο αυτών κλάδων έρευνας και παραγωγής στη Γηραιά Ήπειρο. Ασχέτως του πόσο μεγάλο είναι το χάσμα μεταξύ των δύο παραπάνω «κόσμων», ασχέτως των όποιων ηθικών προβληματισμών και δεοντολογικών ενστάσεων, το κλειδί είναι η κοινή χρήση τεχνολογίας, για ειρηνικούς σκοπούς, Διττής Χρήσης και αμιγώς στρατιωτικής χρήσης.

Όπως αναφέρθηκε, εκτός των προαναφερθέντων κυρίαρχων οικονομικών αιτιών, καταλυτικό ρόλο έχουν και οι γεωπολιτικές εξελίξεις. Ο συνεχιζόμενος πόλεμος Ρωσικής Ομοσπονδίας και Ουκρανίας δεν μπορεί παρά να μεταβάλλει τη στάση της Ευρώπης απέναντι στην Έρευνα Διττής Χρήσης. Η επίδραση όμως τέτοιων, σοβαρότατων κατά τα άλλα γεγονότων, μάλλον επιταχύνουν την εξέλιξη υπάρχοντων τάσεων στην σφαίρα της οικονομίας παρά τις δημιουργούν εκ του μηδενός.

Κλιματική αλλαγή και μελλοντικές πανδημίες

Νεότερα δεδομένα προκαλούν παγκόσμια ανησυχία

Το κλίμα της Γης μεταβάλλεται συνεχώς, εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, οδηγώντας σε υψηλότερες θερμοκρασίες και σε μη αντιστρεπτές μεταβολές στα οικοσυστήματα που αποτελούν το σπίτι χιλιάδων οργανισμών. Τα ζώα που βιώνουν την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος όπου κατοικούν, αναγκάζονται να μεταναστεύσουν σε άλλες περιοχές. Η συνάντηση με τους ανθρώπινους πληθυσμούς και η συνεπακόλουθη έκθεση των ανθρώπων σε νέους μικροοργανισμούς, για παράδειγμα σε παθογόνους ιούς, που φέρουν τα ζώα, φαίνεται αναπόφευκτη.

Δεν πρόκειται για ένα υποθετικό σενάριο που αφορά απροσδιόριστο μελλοντικό χρόνο αλλά μια βάσιμη υπόθεση για την οποία, πλέον, υπάρχουν ισχυρά επιστημονικά δεδομένα. Μελέτη που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *Nature* στα τέλη του προηγούμενου μήνα αναδεικνύει με αδιάσειστα στοιχεία τη σχέση ανάμεσα στην κλιματική αλλαγή και στη μεταπύδηση των ιών από την άγρια πανίδα στους ανθρώπους.

Κλιματική αλλαγή και μετακίνηση ζώων και ιών

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η κλιματική αλλαγή μεταβάλλει συνεχώς το φυσικό περιβάλλον και τον τρόπο που αλληλεπιδρούν οι οργανισμοί μεταξύ τους. Επομένως μεταβάλλει τη σχέση του ανθρώπου με τα υπόλοιπα είδη στη Γη και επομένως επηρεάζει την υγεία του διότι αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης μολυσματικών νοσημάτων. Καθώς ο πλανήτης θερμαίνεται, τα ζώα σε στεριά και θάλασσα, μη μπορώντας να προσαρμοστούν στις ραγδαία μεταβαλλόμενες συνθήκες, μεταναστεύουν προς τις ψυχρότερες περιοχές προκειμένου να επιβιώσουν. Στην πορεία τους έρχονται σε επαφή με ζώα που υπό άλλες συνθήκες δεν θα συναντούσαν, καθώς επίσης και με μικροοργανισμούς που αυτά φέρουν. Το γεγονός αυτό δίνει τη δυνατότητα σε ιούς να μολύνουν διαφορετικούς ξενιστές κι έτσι να μεταπηδούν από είδος σε είδος.

Ένας σημαντικός παράγοντας που προκαλεί την κλιματική αλλαγή είναι η αποψίλωση των δασών. Η συρρίκνωση των δασικών εκτάσεων προκειμένου να μετατραπούν σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις και βοσκοτόπια προκαλεί δραματικές αλλαγές στα οικοσυστήματα και αναγκάζει, επίσης, τα ζώα να αναζητήσουν αλλού τροφή και καταφύγιο. Οπότε και σε αυτήν την περίπτωση ευνοείται η μετάδοση των μικροοργανισμών και κυρίως των ιών σε νέους ξενιστές. Οι μεγάλες κτηνοτροφικές μονάδες έχουν επίσης ενοχοποιηθεί για τη μετάδοση παθολογικών μικροοργανισμών από τα ζώα στον άνθρωπο.

Μαθηματικά μοντέλα ποσοτικοποίησης του κινδύνου

Η σχέση ανάμεσα στην κλιματική αλλαγή και στη μεταπύδηση των ιών από τα ζώα στον άνθρωπο μελετήθηκε και περιγράφεται σε μια έρευνα που διεξήχθη από διεθνή ομάδα επιστημόνων. Τα αποτελέσματα, που δημοσιεύτηκαν στις 28 Απριλίου, κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου και αναδεικνύουν για πολλοστή φορά την ανάγκη λήψης μέτρων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η επιστημονική ομάδα που δραστηριοποιείται σε πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα των ΗΠΑ και της Νότιας Αφρικής έφτιαξε μαθηματικά μοντέλα προσομοίωσης για τη μελέτη του δικτύου θηλαστικών και ιών, όπως κατανέμονται στα διάφορα σημεία του πλανήτη. Χρησιμοποιώντας διάφορα μεθοδολογικά εργαλεία και αξιοποιώντας στοιχεία κι από άλλες μελέτες, προέβλεψαν τις μετακινήσεις των θηλαστικών εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής και της αλλαγής στη χρήση της γης που απορρέει από αυ-



τήν. Για να προβούν σε αξιόπιστα αποτελέσματα και συμπεράσματα συνδύασαν διάφορες υποθέσεις σχετικά με την επίδραση της κλιματικής αλλαγής και εστίασαν κυρίως στα θηλαστικά για να προκύψουν συμπεράσματα που θα σχετίζονται πιο άμεσα με τον κίνδυνο μεταπύδησης των ιών από αυτά στον άνθρωπο. Οι ερευνητές έλαβαν υπόψιν τους τις πιθανές περιοχές όπου τα διάφορα είδη θηλαστικών μπορεί να συναντηθούν αλλά και την εξελικτική τους συγγένεια, διότι οι ιοί συνήθως μεταπηδούν σε συγγενικά είδη. Ανάμεσα στους περιορισμούς της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε είναι η μειωμένη δυνατότητα να προβλεφθεί αν τα θηλαστικά μπορούν όντως να επιβιώσουν σε καινούρια περιβάλλοντα και κατά πόσο η μετακίνησή τους θα δυσχεραίνεται από τα φυσικά εμπόδια των διαφόρων περιοχών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, μέχρι το 2020 πολλά είδη θηλαστικών θα έχουν μετακινηθεί σε ψυχρότερες περιοχές, όπου θα δοθεί η δυνατότητα στους ιούς που φέρουν να μεταπηδήσουν από το ένα είδος στο άλλο. Αν η θερμοκρασία της Γης αυξηθεί κατά 2°C, όπως προβλέπουν πολλές έρευνες, οι ιοί που θα προκύψουν και οι ξενιστές τους θα πλησιάσουν περιοχές που κατοικούνται από ανθρώπινους πληθυσμούς, όπως η Ινδία και η Ινδονησία. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στις νυχτερίδες, οι οποίες μπορούν να μετακινηθούν σε μεγάλες αποστάσεις εξαιτίας της ικανότητάς τους να πετούν. Περιοχές όπως η νοτιοανατολική Ασία, με έντονη την ανθρώπινη παρουσία και με μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα, περιγράφονται ως σημεία που ενδέχεται να επηρεαστούν από την παρουσία των νυχτερίδων και των ιών που αυτές φέρουν.

Συμπέρασμα που δεν προκαλεί εντύπωση με δεδομένο τον ρόλο που φαίνεται να διαδραμάτισαν οι νυχτερίδες στην εμφάνιση του νέου κορωνοϊού. Η μελέτη πραγματοποιείται στο πλαίσιο δημιουργίας ενός μεγάλου όγκου δεδομένων σχετικών με την οικολογία των ιών. Ο βασικός στόχος είναι η δημιουργία εργαλείων όχι μόνο παρακολούθησης αλλά και πρόβλεψης των ιών που θα μπορούσαν να προσβάλλουν τους ανθρώπους, των ζώων-ξενιστών που μπορεί να τους φέρουν αλλά και τα μέρη όπου πιθανότατα οι ιοί θα εμφανιστούν για πρώτη φορά στους ανθρώπινους πληθυσμούς.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έρχονται να επιβεβαιώσουν δυσοίωνα σενάρια σχετικά με την εμφάνιση νέων μολυσματικών παραγόντων που μπορεί να οδηγήσουν ακόμα και σε νέες πανδημίες. Υπογραμμίζεται, ακόμη, η σημασία της ενίσχυσης των συστημάτων υγείας, της προστασίας των οικοσυστημάτων και της μελέτης και παρακολούθησης της άγριας ζωής και των ιών. Δύο χρόνια μετά την εμφάνιση της COVID-19 και με τον πλανήτη να μην έχει ανακάμψει ακόμα από τις καταστροφικές επιπτώσεις της πανδημίας, η ανησυχία για την εμφάνιση νέων μολυσματικών παραγόντων είναι εύλογη και δικαιολογημένη ενώ παράλληλα η ανάγκη για αναχαίτιση της κλιματικής αλλαγής πιο επιβεβλημένη από ποτέ.

M.T.

Πηγή:

Carlson, C.J., Albery, G.F., Merow, C. et al. Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature* (2022).

Η επιστήμη πηγαίνει στον πόλεμο

Η εισβολή της Ρωσικής Ομοσπονδίας στην Ουκρανία έχει μυριάδες επιπτώσεις. Μία λιγότερο δραματική, σε σχέση με την ανθρωπιστική κρίση, την άνοδο των τιμών πετρελαίου και φυσικού αερίου και τις κυοφορούμενες γεωπολιτικές αλλαγές, επίπτωση είναι η προσπάθεια περιθωριοποίησης των ρώσων επιστημόνων· αυτών, δηλαδή, που εργάζονται στα πανεπιστήμια και τα ερευνητικά κέντρα της Ρωσικής Ομοσπονδίας. Παρακάτω θα αναφερθούμε σε μερικές από τις κυρώσεις που έχουν επιβληθεί, καθώς και στις ενστάσεις δυτικών επιστημόνων.

Το «εμπάργκο» στους Ρώσους επιστήμονες

Η Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Ακαδημιών των Επιστημών και των Ανθρωπιστικών Επιστημών ανέστειλε τη συμμετοχή της Ρωσικής Ακαδημίας Επιστημών και της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών της Λευκορωσίας. Το CERN (ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Πυρηνικής Έρευνας) επίσης ανέστειλε την δυνατότητα συμμετοχής της Ρωσικής Ομοσπονδίας στα πειράματα, ενώ έχει «παγώσει» οποιεσδήποτε νέες συνεργασίες με τη χώρα. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι έργα στα οποία συμμετέχουν Ρώσοι επιστήμονες συνεχίζουν να υλοποιούνται κανονικά. Επίσης, η Ευρωπαϊκή Καρδιολογική Εταιρεία έχει αναστείλει την συμμετοχή των μελών της που προέρχονται από την Ρωσική Ομοσπονδία και την Λευκορωσία. Το ίδιο έγινε και με την Ευρωπαϊκή Ένωση Πανεπιστημίων και το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Έρευνας, από τη στιγμή που εκατοντάδες πρυτάνεις πανεπιστημίων στην Ρωσική Ομοσπονδία δημοσίευσαν επιστολή, στις αρχές Μαρτίου, με την οποία δήλωναν την αλληλεγγύη τους προς τη ρωσική κυβέρνηση.

Ορισμένοι ουκρανοί επιστήμονες έχουν προσπαθήσει να προωθήσουν πιο τολμηρά βήματα, πιέζοντας επιστημονικά περιοδικά να απορρίπτουν εκ των προτέρων εργασίες με συγγραφείς που εργάζονται στην Ρωσική Ομοσπονδία. Κατά τη γνώμη τους «οι Ρώσοι επιστήμονες δεν έχουν κανένα ηθικό δικαίωμα να αναμεταδίδουν οποιοδήποτε μήνυμα στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα». Σαν αποτέλεσμα αυτής της πρωτοβουλίας, το περιοδικό Journal of Molecular Structure αποφάσισε να απορρίπτονται όλες οι επιστημονικές εργασίες που συντάχθηκαν από επιστήμονες που εργάζονται σε ρωσικά ιδρύματα. Η βάση δεδομένων Clarivate, η οποία παρέχει το ηλεκτρονικό αποθετήριο επιστημονικών περιοδικών Web of Science, ανέστειλε την ενσωμάτωση καινούριων επιστημονικών περιοδι-

κών από την Ρωσική Ομοσπονδία και την Λευκορωσία, ενώ διέκοψε κάθε εμπορική δραστηριότητά της στην Ρωσική Ομοσπονδία, κλείνοντας τα γραφεία της εκεί. Οι ουκρανοί επιστήμονες καλωσορίζουν τέτοιες κινήσεις, υποστηρίζοντας ότι μπορούν να συμβάλουν στο τέλος του πολέμου.

Ενστάσεις από την επιστημονική κοινότητα

Ισχυρές φωνές, όπως αυτή του Richard Sever, συνιδρυτή των ηλεκτρονικών αποθετηρίων bioRxiv και medRxiv, υποστηρίζουν

ότι πρώτα πρέπει να καθοριστεί ο στόχος τέτοιων πρωτοβουλιών. Πως εάν πρόκειται να εφαρμοστούν τέτοιες πρακτικές αποκλεισμού απλώς ως αντανάκλαστική κίνηση ή για να δοθεί ένα σήμα προς τους ρώσους επιστήμονες ή την ρωσική κυβέρνηση, τότε υπάρχουν καλύτεροι τρόποι. Φημισμένα επιστημονικά περιοδικά, όπως το Nature και το Science, ενώ έχουν καταδικάσει τις ενέργειες της Ρωσικής Ομοσπονδίας στα άρθρα της, έχουν επίσης εκφράσει την αντίθεσή τους στην αδιάκριτη απομόνωση των επιστημόνων της. Για παράδειγμα, σε άρθρο του Nature ανα-

φέρεται ότι μία απαγόρευση έκδοσης επιστημονικών άρθρων από ρώσους ερευνητές θα διχάσει την παγκόσμια ερευνητική κοινότητα και θα περιορίσει την ανταλλαγή της επιστημονικής γνώσης.

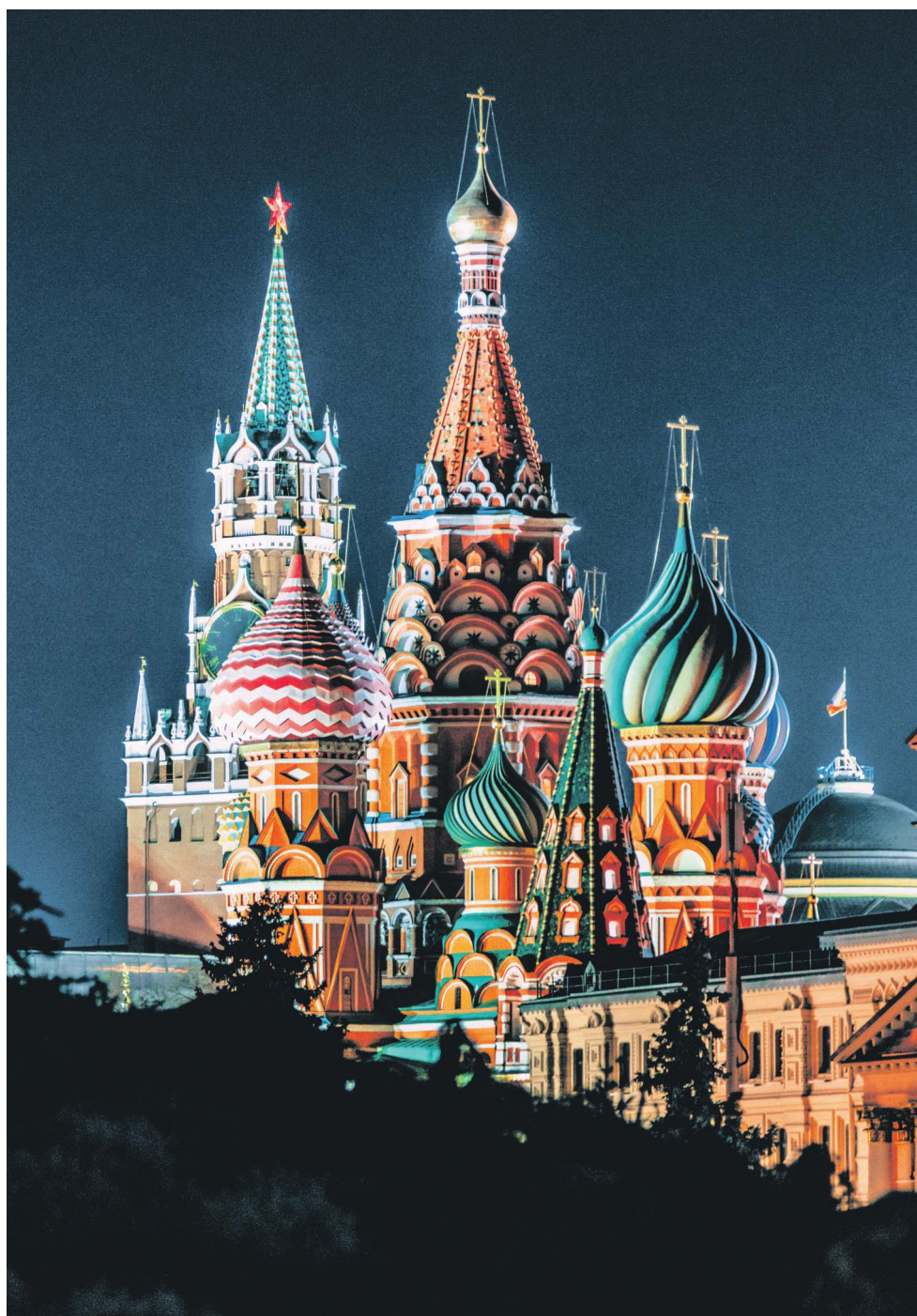
Από την άλλη μεριά, η κυβέρνηση της Ρωσικής Ομοσπονδίας δήλωσε στις 19 Μαρτίου ότι η εξέλιξη της σταδιοδρομίας των ρώσων επιστημόνων δεν θα επηρεαστεί εξαιτίας της μείωσης των δημοσιεύσεών τους σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά, της μη παρουσίας τους σε διεθνή συνέδρια ή της απώλειας διεθνών πηγών χρηματοδότησης της έρευνάς τους. Ο διευθυντής του διαστημικού προγράμματος της Ρωσίας, Roscosmos, δήλωσε πρόσφατα ότι εξαιτίας των ευρωπαϊκών κυρώσεων κατά του οργανισμού, η συνεργασία με την Ευρώπη σε διαστημικά προγράμματα δεν είναι πλέον δυνατή. Επίσης, το περιοδικό Science αναφέρει ότι ένα ερευνητικό έργο παρακολούθησης άγριας ζωής που βασίζεται σε αυτή τη συνεργασία και χρησιμοποιεί δεδομένα που λαμβάνονται δορυφορικά από τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό έχει διακοπεί.

Αναγκαιότητα ή βεβιασμένες αποφάσεις;

Η επιστημονική κοινότητα λειτουργεί με έναν τελείως διαφορετικό τρόπο σε σχέση με την περίοδο του τελευταίου μεγάλου πολέμου στην Ευρώπη. Αντικατοπτρίζοντας, θα έλεγε κανείς, την παγκοσμιοποίηση σε οικονομικό επίπεδο η ποιότητα της επιστημονικής έρευνας εξαρτάται περισσότερο από ποτέ από τις διεθνείς συνεργασίες. Φαντάζει δύσκολο, λοιπόν, η απομόνωση των επιστημόνων μιας χώρας τόσο τεχνολογικά προηγμένης σε κάποιους τομείς να αφήσει ανεπηρέαστη την έρευνα σε διεθνές επίπεδο. Φαντάζει, επίσης, δύσκολο αυτή η απομόνωση – όσο και αν κρατήσει – να επηρεάσει με κάποιον ουσιαστικό τρόπο την έκβαση του πολέμου.

Ακόμα όμως και να μη λάβουμε υπόψη την ωφελιμιστική ή την ανθρωπιστική πλευρά του ζητήματος, υπάρχει μία σειρά κρίσιμων ερωτήσεων: είναι δικαιολογημένη η προσπάθεια απαγόρευσης επιστημονικών δημοσιεύσεων από ερευνητές που εργάζονται στην Ρωσική Ομοσπονδία; Είναι οι Ρώσοι ερευνητές υπεύθυνοι για τον πόλεμο που εξαπέλυσε η κυβέρνησή τους; Αξίζει να «τιμωρούνται» Ρώσοι ερευνητές, κάποιοι από τους οποίους είναι ενάντια στον πόλεμο και, ενδεχομένως, διώκονται από την κυβέρνησή τους; Είναι δίκαιο να στιγματίζεται με αυτό τον τρόπο συλλήβδην η επιστημονική κοινότητα μιας ολόκληρης χώρας;

Π.Κ.



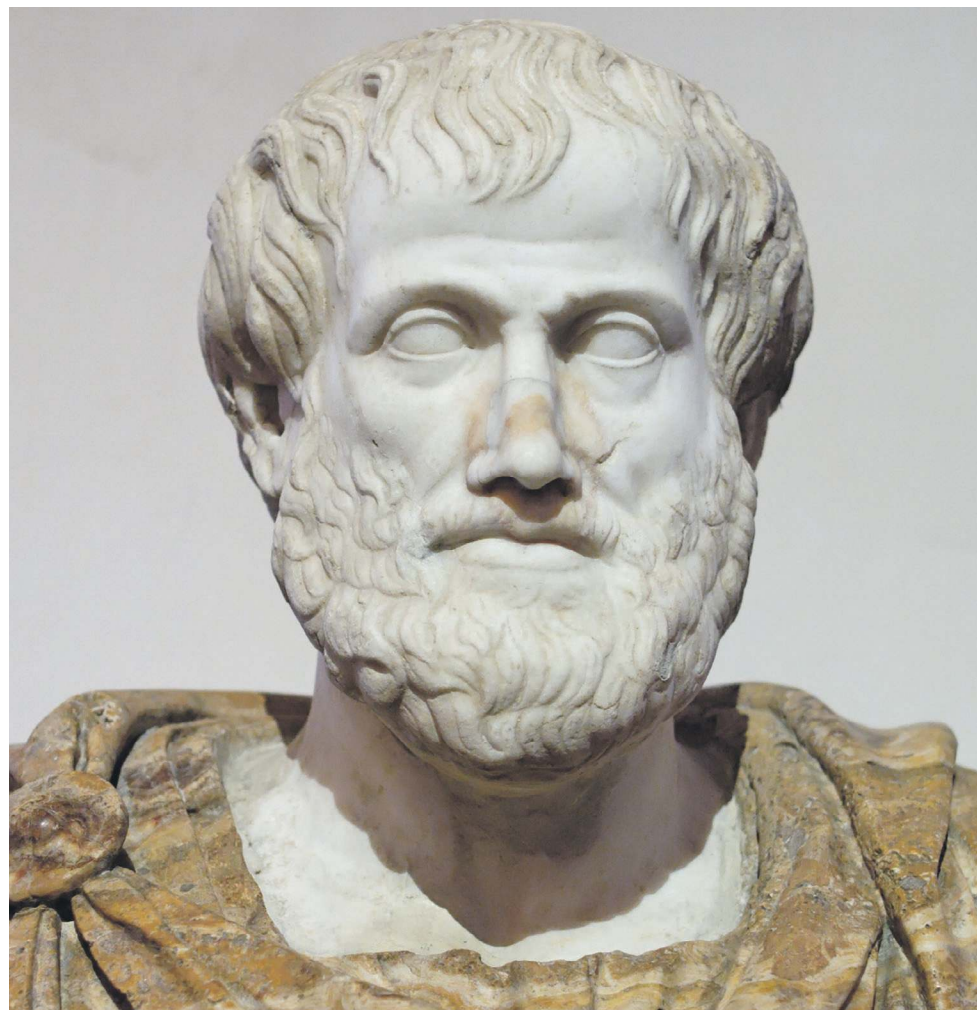
Αριστοτέλης και Χριστιανισμός Μέρος Τρίτο

Φανταστείτε μία τέλεια σφαίρα να βρίσκεται ακίνητη στο κέντρο του κόσμου και γύρω από εκείνη να περιστρέφονται όλα τα ουράνια σώματα, κυριολεκτικά όλος ο κόσμος. Αυτή η σφαίρα είναι η Γη. Πρόκειται, προφανώς, για μία εσφαλμένη εικόνα για τον κόσμο, ωστόσο αυτή η εικόνα διήρκεσε για περισσότερες από δύο χιλιετίες και οι άνθρωποι ήταν βαθιά πεπεισμένοι ότι ήταν αληθής. Το έχουμε σημειώσει αρκετές φορές ότι στην ιστορία το σημαντικό δεν είναι να κρίνουμε το παρελθόν με όρους του παρόντος. Το κρίσιμο είναι να επιχειρήσουμε να καταλάβουμε γιατί οι άνθρωποι είχαν διαφορετική εικόνα για τον κόσμο και τις ιστορικές διεργασίες μέσα από τις οποίες άλλαξε τελικά η εικόνα αυτή.

Ο ιστορικός των επιστημών Έντουαρντ Γκραντ είχε σημειώσει σε ένα κείμενό του ότι η Επιστημονική Επανάσταση του 16^{ου} και 17^{ου} αιώνα δεν θα μπορούσε να έχει προκύψει χωρίς τις διανοητικές εξελίξεις του Μεσαίωνα. Στο παρόν άρθρο θα σταθούμε στη φυσική φιλοσοφία του Αριστοτέλη, προκειμένου να κατανοήσουμε πώς ακριβώς παράχθηκε νέα γνώση κατά τη διάρκεια του Ύστερου Μεσαίωνα και τη σχέση της με τον Χριστιανισμό. Για να καταλάβουμε πώς παράγεται νέα γνώση, το πρώτο που πρέπει να δούμε είναι πώς οργανώνεται και διαρθρώνεται σε κάθε εποχή η μελέτη της φύσης. Ποια είναι εκείνα τα αντικείμενα ή πεδία που επινοούν οι άνθρωποι προκειμένου να ταξινομήσουν και να οριοθετήσουν τις έρευνές τους;

Κατά τον Ύστερο Μεσαίωνα, δηλαδή από τον 12^ο αιώνα έως τον 14^ο, στα Πανεπιστήμια υπήρχαν συγκεκριμένα αντικείμενα που διδάσκονταν. Υπήρχε ένα σώμα γνώσης που οριζόταν από την αστρονομία, την αριθμητική, τη γεωμετρία και τη μουσική. Ήταν η περίφημη τετρακτύς και τα αντικείμενα αυτά συνιστούσαν μαθηματικές τέχνες, οι οποίες δεν μπορούσαν να εκφράσουν τις αιτιακές σχέσεις που διέπουν τον φυσικό κόσμο. Δεν μπορούσαν, δηλαδή, να δώσουν απαντήσεις στο ερώτημα «Γιατί τα πράγματα είναι έτσι όπως είναι;». Το μόνο που κάνουν είναι να περιγράφουν. Τις αιτιακές σχέσεις μεταξύ των πραγμάτων του φυσικού κόσμου μπορούσε να τις εκφράσει μόνο η φυσική φιλοσοφία, η οποία αποτελούσε ανεξάρτητο κλάδο με διαφορετική μεθοδολογία από τα πεδία των μαθηματικών τεχνών. Η φυσική φιλοσοφία βασιζόταν στο έργο του Αριστοτέλη, αν και μέσα στους αιώνες είχε δεχτεί αρκετές αλλαγές. Υπήρχαν και άλλα αντικείμενα που διδάσκονταν αλλά στο πλαίσιο του παρόντος άρθρου δεν μας αφορούν. Το κρίσιμο στοιχείο είναι ότι τα μαθηματικά και η αστρονομία αποτελούσαν διακριτά πεδία από τη φυσική φιλοσοφία.

Ένα ερώτημα είναι το εξής: Τι μελετούσε η φυσική φιλοσοφία; Μελετούσε τις κινήσεις



των επίγειων σωμάτων και τις σχέσεις μεταξύ τους. Η αριστοτελική φυσική φιλοσοφία βασιζόταν κυρίως στην καθημερινή παρατήρηση και τους αυστηρούς επαγωγικούς και παραγωγικούς συλλογισμούς. Δεν είχε, δηλαδή, ως μέρος της μεθόδου της τα μαθηματικά ή το πείραμα. Κατά τον Αριστοτέλη, υπήρχαν τα τέσσερα στοιχεία που προσδιόριζαν τη σύσταση όλων των φυσικών πραγμάτων, δηλαδή η γη, η φωτιά, το νερό και ο αέρας. Κάθε σώμα αποτελούνταν από μια αναλογία αυτών των στοιχείων και αυτή η αναλογία καθόριζε

και τη φυσική του θέση στον κόσμο. Για παράδειγμα, τα σώματα που αποτελούνταν κυρίως από γη είχαν ως φυσικό τους τόπο το κέντρο της Γης και για αυτόν τον λόγο έπεφταν προς τα κάτω. Το νερό είχε την ίδια τάση αλλά ήταν πιο ελαφρύ από τη γη και για αυτόν τον λόγο ο φυσικός τόπος του νερού ήταν πάνω από τη γη. Πάνω από τη γη ήταν ο φυσικός τόπος του αέρα και πιο πάνω η φωτιά. Όλα τα σώματα, επομένως, κινούνταν σύμφωνα με τις αναλογίες στοιχείων που είχαν και ο μόνος προσδιορισμός ήταν αν κάποιο είναι βαρύτερο ή ελαφρύτερο από κάποιο άλλο. Το μεγάλο ερώτημα εδώ είναι: Και τι γινόταν με τα ουράνια σώματα; Τα ουράνια σώματα, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, αποτελούνταν από το περίφημο πέμπτο στοιχείο, την *πεμπουσία*. Αυτό το στοιχείο επέτρεπε στα ουράνια σώματα να πραγματοποιούν συγκεκριμένες και αναλλοίωτες κινήσεις. Με αυτόν τον τρόπο ο Αριστοτέλης μπορούσε να εξηγήσει για ποιον λόγο ένα ουράνιο σώμα συνεχίζει να κινείται χωρίς να υπάρχει ένα αίτιο που να το ωθεί προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Το πιο σημαντικό, όμως, είναι ότι ο κόσμος του Αριστοτέλη είχε τέλος. Τελείωνε εκεί που μπορούσε να δει το ανθρώπινο μάτι, στους απλανείς αστέρες. Ο αριστοτελικός κόσμος ήταν ένα τεράστιο κλουβί, το οποίο περιστρεφόταν γύρω από την ακίνητη σφαιρική Γη και έξω αυτό δεν υπήρχε χώρος

και χρόνος.

Η φυσική φιλοσοφία, όπως είναι σαφές, δεν μπορούσε να κάνει πολλά πράγματα για τη μελέτη των ουρανίων σωμάτων. Το μόνο πεδίο που μπορούσε να κάνει κάτι ήταν η αστρονομία, ωστόσο ήταν αρκετά περιορισμένες οι δυνατότητές της. Ένας αστρονόμος μπορούσε να υπολογίζει με μεγάλη γεωμετρική ακρίβεια πώς κινούνταν τα ουράνια σώματα. Για ποιον λόγο, όμως, κινούνταν δεν είχε την αρμοδιότητα να το πει. Οι μέθοδοί του δεν ήταν τέτοιες, ώστε να μπορούν να τον οδηγήσουν σε κάποιο συμπέρασμα σχετικά με τα αίτια των φαινομένων. Είχαμε, επομένως, δύο κόσμους, τον υποσελήνιο και τον υπερσελήνιο. Ο υποσελήνιος κόσμος ανήκε στην επικράτεια της φυσικής φιλοσοφίας, δηλαδή στην προσπάθεια ερμηνείας των κινήσεων των σωμάτων μέσω αιτιακών σχέσεων, ενώ ο υπερσελήνιος ήταν ένας κόσμος που είχε ως μόνο αίτιο κίνησης την *πεμπουσία*, η οποία ήταν αποτέλεσμα καθαρής εικασίας, και οι μόνοι που μπορούσαν να τον μελετήσουν, χωρίς όμως να εκφέρουν θέση σχετικά με τους λόγους της κίνησης, ήταν οι αστρονόμοι.

Σε αυτόν τον διπλό κόσμο, ο Θεός είχε μια εξαιρετική θέση. Στεκόταν έξω από τον κόσμο ως ένα ον που δεν καταλαμβάνει κανέναν χώρο και χρόνο. Όπως είχε σημειώσει και ο εμβληματικός Γάλλος φιλόσοφος Νικόλ Ορέμ, σε έναν κόσμο, όπου η Γη ήταν ακίνητη και ο κόσμος τελείωνε εκεί που βρίσκονταν οι μακρινοί απλανείς αστέρες, ο Θεός θα βρισκόταν έξω από τον κόσμο σε μια μόνιμη κατάσταση ακινησίας. Αυτή η κατάσταση έμοιαζε ευγενέστερη θέση για τον Θεό από εκείνη της κίνησης. Όσον αφορά την ακινησία της Γης, ο Ορέμ θεωρούσε ότι ήταν αδιαμφισβήτητη και υποστηριζόταν από την ίδια την Αγία Γραφή στον ψαλμό 92.1: «Ο Κύριος, ο μόνος και ύψιστος Βασιλεύς του ουρανού και επιγείου κόσμου, ενεδύθη μεγαλοπρέπειαν και δόξαν· εφόρεσε και έζωσε γύρω από την μέσην του ακατανίκητον δύναμιν εις υπεράσπισιν των ανθρώπων του. Διότι αυτός εσπερώσε την οικουμένην, η οποία δεν πρόκειται ποτέ να σαλευθί από την θέσιν της.»

Ο κόσμος, έως τον 16^ο αιώνα, έμοιαζε εξαιρετικά εύτακτος και ένας από τους λόγους αυτής της εικόνας ήταν η σύμπλευση Αριστοτέλη και Χριστιανισμού. Αυτό που δεν πρέπει να ξεχνάμε, ωστόσο, είναι ότι η σύμπλευση αποτέλεσε μια επινόηση των διανοητών της εποχής. Ούτε αυτονόστη ήταν ούτε αναμενόμενη. Ιστορικές συγκυρίες, όπως αυτές που είδαμε και στα προηγούμενα άρθρα, έφεραν τον Αριστοτέλη να συναντηθεί με τον Χριστιανισμό και μέσα από ζυμώσεις αιώνων να συμπορευτούν. Δεν ήταν, όμως, μια σύμπλευση που επρόκειτο να κρατήσει. Αυτό θα το δούμε στο τέταρτο και τελευταίο άρθρο της παρούσας θεματικής.

Δ.Π.

Schema huius praeiudicii diuisionis Sphaerarum.

