

Αστρονόμοι και προφύτες: Η περίπτωση του Τύχο Μπράχε

Στον 16ο αιώνα ο Αντίχριστος και ο Μεσσίας περπάτησαν με το ίδιο πρόσωπο για λίγο στη Γη. Ποιοι ήταν εκείνοι που θα επιβεβαίωναν τις προφητείες περί τέλους του κόσμου και Δευτέρας Παρουσίας; Φυσικά, οι αστρονόμοι.

ΣΕΛΙΔΑ 8



Από το 2020 στο 2021: Η επιστήμη της νέας χρονιάς

Κάθε χρόνο επιστημονικά περιοδικά και ιστότοποι συγκεντρώνουν τις μεγαλύτερες επιστημονικές ανακαλύψεις της χρονιάς που πέρασε καθώς επίσης και αυτές που αναμένονται για την επόμενη. Μεγάλο μέρος στις φετινές λίστες καταλαμβάνει η έρευνα γύρω από τον κορονοϊό και οι εξελίξεις στην αστροφυσική.

ΣΕΛΙΔΕΣ 2-3

Η κρίση της επαναληψιμότητας στην έρευνα

Η αδυναμία επαλήθευσης των ερευνητικών αποτελεσμάτων των δημοσιεύσεων γνωστή και ως κρίση επαναληψιμότητας, είναι ένα μείζον πρόβλημα όχι μόνο της επιστημονικής κοινότητας αλλά και ολόκληρης της κοινωνίας. Οι βιοϊατρικές επιστήμες φαίνεται ότι επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό και οι συνέπειες στην ανάπτυξη φαρμάκων και θεραπειών είναι καταστροφικές.

ΣΕΛΙΔΑ 6



Αρχιτεκτονική και πανδημίες

Σχεδιάζοντας για τη ζωή μετά τον Covid-19

Οι κρίσεις αναδεικνύουν επιτακτικά τα αιτήματα κάθε εποχής, προσφέροντας ευκαιρίες για ριζικές μεταβολές στον σχεδιασμό. Δεν είναι οι πρώτη φορά που οι αρχιτέκτονες, ύστερα από την έξαρση μιας πανδημίας, καλούνται να επαναπροσδιορίσουν το τρόπο που σχεδιάζουν και κατασκευάζουν το δομημένο περιβάλλον.

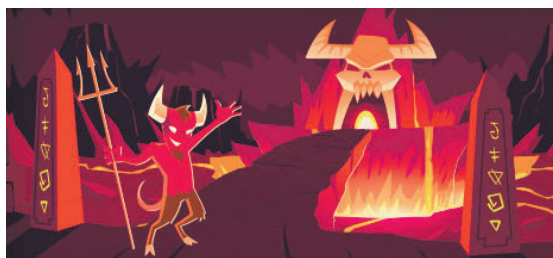
ΣΕΛΙΔΑ 7

Σύγχρονη επιστήμη και η επιδημία της αμφιβολίας



Δεν αποτελεί μυστικό ότι η σύγχρονη επιστημονική έρευνα παράγει, πιο συχνά από όσο αναμένεται, αναξιόπιστα αποτελέσματα. Αποδεικνύεται ότι βασικός υπεύθυνος είναι το επαγγελματικό περιβάλλον του ερευνητή, το οποίο ασκεί αφόρητη πίεση μέσω ετερόκλητων υποχρεώσεων και μέσω της απαίτησης για όλο και γρηγορότερη, όλο και μεγαλύτερη παραγωγή δημοσιεύσεων.

ΣΕΛΙΔΕΣ 2-3



Κόλαση

Υπάρχει ένα κομμάτι της μεσαιωνικής γραμματείας που οι μελετητές δυσκολεύονται πολύ να αποκρυπτογραφήσουν. Ο λόγος είναι ότι αδυνατούν να καταλάβουν αν οι συγγραφείς μιλούν κυριολεκτικά ή μεταφορικά. Ωστόσο, τα σχετικά κείμενα χαρακτηρίζονται από σαφήνεια και ακρίβεια, πράγμα που κάνει πολλούς μελετητές να θεωρούν ότι οι θεολόγοι που τα συνέγραψαν είχαν άμεση εμπειρία του θέματος. Είτε επειδή συνόδεψαν τον Δάντη στο ταξίδι του είτε (το πιθανότερο) επειδή είχαν πραγματοποιηθεί και άλλα ταξίδια στην Κόλαση, πριν επιχειρήσει το δικό του ο Δάντης.

Τα κείμενα μιλούν για τα επίπεδα της Κόλασης. Η έκταση και η διεξοδικότητα των περιγραφών κάνει αδύνατη ακόμα και τη συνοπτική παρουσίασή τους εδώ. Θα περιοριστούμε στην παρουσίαση ενός από αυτά τα επίπεδα, επειδή συνδέεται με την επικαιρότητα. Πρόκειται για το επίπεδο των «*parvorum peccatorum*», το επίπεδο στο οποίο οδηγούνται όσοι έχουν διαπράξει μικρής σημασίας αμαρτήματα, τα οποία όμως αυξάνουν επικίνδυνα την εντροπία κάποιου από τα σύμπαντα στα οποία μοιράζεται η ανθρώπινη ύπαρξη (υλικού, γλωσσικού ή αισθητικού). Οι κύριες κατηγορίες των αμαρτωλών που οδηγούνται εκεί είναι οι ακόλουθες:

Όσοι πιέζουν την οδοντόκρεμα από τη μέση και αφήνουν τσαλακωμένο το σωληνάριο στον νιπτήρα του μπάνιου. Όσοι χρησιμοποιούν το «επικοινωνώ» ως μεταβατικό ρήμα («να σου επικοινωνήσω ένα μήνυμα»). Όσοι κρατούν πολλά παράθυρα ανοικτά στον browser (ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός είναι τρία και μάλιστα ένα από αυτά πρέπει να είναι η υπηρεσία αλληλογραφίας). Όσοι εμφανίζονται στο Skype από τα μάτια και πάνω, αφήνοντας να κυριαρχεί στο κάδρο ένας άδειος τοίχος ή το θλιβερό καδράκι που κρέμεται σε αυτόν. Ο Γούντι Άλεν τοποθετεί εκεί και όσους αντικαθιστούν τα ξύλινα κουφώματα με προφίλ αλουμινίου, αλλά για το συγκεκριμένο θέμα υπήρξαν διαφωνίες μεταξύ των μεσαιωνικών λογίων. Όπως συμβαίνει με όλες τις αμαρτίες, οι λόγοι για τους οποίους οι άνθρωποι οδηγούνται στην Κόλαση είναι δύο. Αφενός, επειδή διαπράττουν κάτι κακό αφετέρου, επειδή έχουν ευθύνη για την πράξη τους. Ενώ γνωρίζουν, δηλαδή, ότι η συγκεκριμένη πράξη φέρνει το σύμπαν πλησιέστερα στον θερμικό του θάνατο, δεν μπορούν να αντισταθούν στην επιθυμία να την εκτελέσουν.

Ως γνωστόν, ο Μεσαίωνας ήταν η εποχή των επιδημιών. Δεν αποτελεί έκπληξη, λοιπόν, που σε κάποια χειρόγραφα βρέθηκαν αναφορές και σε όσους σε καιρούς καραντίνας μολύνονταν από θανατηφόρους μικροοργανισμούς. Κάτοικοι ολόκληρων περιοχών τιμωρούνταν παραδειγματικά με κατ' οίκον περιορισμό και δημόσια διαπόμπευση επειδή οι συγκεκριμένες περιοχές παρουσίαζαν αυξημένο αριθμό θροισμάτων. Η διασπορά των παθογόνων οργανισμών θεωρήθηκε αποτέλεσμα της ανεύθυνης συμπεριφοράς τους (είναι γνωστά τα ξέφρενα μεσαιωνικά rave πάρτι) και της πλημμελούς εφαρμογής των υγειονομικών κανόνων. Οι άνθρωποι αυτοί αποτελούν τώρα μόνιμους κατοίκους του *parvorum peccatorum*, περιμένοντας χαιρέκακα να υποδεχτούν όλους εκείνους που σε μελλοντικούς χρόνους θα ασθενήσουν και θα πεθάνουν με δική τους ευθύνη, επιβαρύνοντας άσκοπα το σύστημα υγείας και υπονομεύοντας την υπακοή του πληθυσμού στις Αρχές.

Μ.Π.

Από το 2020 στο 2021: Η

Κάθε χρόνο επιστημονικά περιοδικά και ιστότοποι συγκεντρώνουν τις μεγαλύτερες επιστημονικές ανακαλύψεις της χρονιάς που πέρασε καθώς επίσης και αυτές που αναμένονται για την επόμενη. Μεγάλο μέρος στις φετινές λίστες καταλαμβάνει η έρευνα γύρω από τον κορονοϊό και οι εξελίξεις στην αστροφυσική.

Έρευνα στα χρόνια της πανδημίας

Χωρίς αμφιβολία το σημαντικότερο γεγονός του 2020 ήταν η πανδημία SARS-coV-2, από την οποία, όπως διαπιστώνουμε καθημερινά, σχεδόν καμία ανθρώπινη δραστηριότητα δεν έμεινε ανεπηρέαστη. Το ίδιο συνέβη, όπως ήταν αναμενόμενο, με την επιστημονική έρευνα, είτε επειδή μεγάλο μέρος της κατευθύνθηκε στη μελέτη του νέου κορονοϊού ή επειδή κάποιες δραστηριότητες, όπως συνέδρια και πειράματα, δεν ήταν δυνατό να διεκπεραιωθούν, δεδομένων των νέων συνθηκών.

Δεν θα ήταν υπερβολή να πούμε ότι η ανάπτυξη αποτελεσματικών και ασφαλών εμβολίων ήταν η σημαντικότερη επιστημονική εξέλιξη της χρονιάς που πέρασε. Η έρευνα για τον COVID-19 θα παραμείνει στο προσκήνιο, πιθανόν και πέρα από το 2021. Η προέλευση του ιού δεν έχει πλήρως εξακριβωθεί ακόμη, αλλά περισσότερες και πιο συγκεκριμένες απαντήσεις αναμένονται όσο προχωρά η πανδημία και συγκεντρώνονται περισσότερα στοιχεία. Ταυτόχρονα συνεχίζεται η έρευνα για την αντιμετώπισή του, καθώς ολοκληρώνονται οι δοκιμαστικές φάσεις για περισσότερα εμβόλια και αναπτύσσονται αποτελεσματικές θεραπευτικές αγωγές.

Πάντως, παρά τις αντιξοότητες, το 2020 είχε αρκετά σημαντικά επιτεύγματα. Για παράδειγμα, η δημιουργία συμπτυκνωμάτων Bose-Einstein στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό μας έδωσε τη δυνατότητα να μελετήσουμε την πέμπτη

κατάσταση της ύλης σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας. Η ανακάλυψη φωσφίνης στην ατμόσφαιρα της Αφροδίτης οδήγησε σε νέα ερωτήματα σχετικά με την ύπαρξη ζωής σε άλλους πλανήτες ενώ η ανακάλυψη ενός νέου είδους μελανών οπών μεσαίου μεγέθους, προκαλεί νέα ερωτήματα σχετικά με τη ζωή και το θάνατο των αστεριών.

Μετά το Hubble τι; Το διαστημικό τηλεσκόπιο James Webb

Το 2021 αναμένουμε την εκτόξευση του διαστημικού τηλεσκοπίου James Webb της NASA, το διάδοχο του δια-

στημικού τηλεσκοπίου Hubble, που εδώ και τρεις δεκαετίες έχει φέρει επανάσταση στον τρόπο βλέπουμε το Σύμπαν. Προκειμένου να σταθεί αντάξιο του προκατόχου του, η NASA φιλοδοξούσε το James Webb να αποτελεί το «μεγαλύτερο, ισχυρότερο και πολυπλοκότερο διαστημικό τηλεσκόπιο που φτιαχτηκε ποτέ». Αυτή η προσδοκία ωστόσο είχε ως συνέπεια η αποστολή να σχεδιάζεται για περισσότερα από είκοσι έτη, με κόστος σχεδόν 10 δισεκατομμυρίων δολαρίων, έναντι 500 εκατομμυρίων που αρχικά προβλέπονταν. Αντί της αναμενόμενης εκτόξευσής του το 2007, το τηλε-

Κλιματική αλλαγή

Η μελέτη του κλίματος και της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής βρίσκονται πάντοτε στο προσκήνιο της έρευνας, ειδικότερα λόγω της αυξανόμενης συχνότητας καταστροφικών καιρικών φαινομένων και της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Η συμφωνία του Παρισιού που υπογράφηκε το 2015 δέσμευε τις χώρες που την υπέγραψαν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ώστε να αποφευχθεί η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά δυο βαθμούς. Ωστόσο, πολιτικοί και οικονομικοί ανταγωνισμοί μεταξύ των κρατών δεν έχουν επιτρέψει την πλήρη εφαρμογή της συμφωνίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η απόσυρση των ΗΠΑ από τη συμφωνία από τον απερχόμενο πρόεδρο Τραμπ. Η εκλογή του νέου προέδρου εκτιμάται ότι θα επαναφέρει τις ΗΠΑ στη συμφωνία και θα ενδυναμώσει την παγκόσμια προσπάθεια για αναστροφή των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Το ενδιαφέρον στρέφεται πλέον στο συνέδριο της Γλασκώβης το Νοέμβριο του 2021, όπου αναμένεται, για πρώτη φορά μετά τη συνθήκη του Παρισιού, οι χώρες να διατυπώσουν και να διασαφηνίσουν τις δεσμεύσεις τους για το κλίμα. Το συνέδριο αυτό είχε αρχικά προγραμματιστεί για το 2020 αλλά αναβλήθηκε λόγω της πανδημίας.

Ταυτόχρονα, στο προσκήνιο της έρευνας βρίσκονται οι μέθοδοι για τον περιορισμό των ήδη υπάρχουσων επιπτώσεων, όπως η αφαίρεση, με μηχανικά μέσα, διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, με σκοπό την τροφοδοσία μιας κυκλικής οικονομίας άνθρακα (βλ. ΠΡΙΣΜΑ τ. 82). Τέλος, οι επισημoneς θεωρούν απαραίτητη τη διερεύνηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υποθαλάσσιων εξορύξεων, μια νέα πολλά υποσχόμενη και αποδοτική πρακτική της οποίας ωστόσο οι επιπτώσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς (βλ. ΠΡΙΣΜΑ τ. 94).

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

επιστήμη της νέας χρονιάς

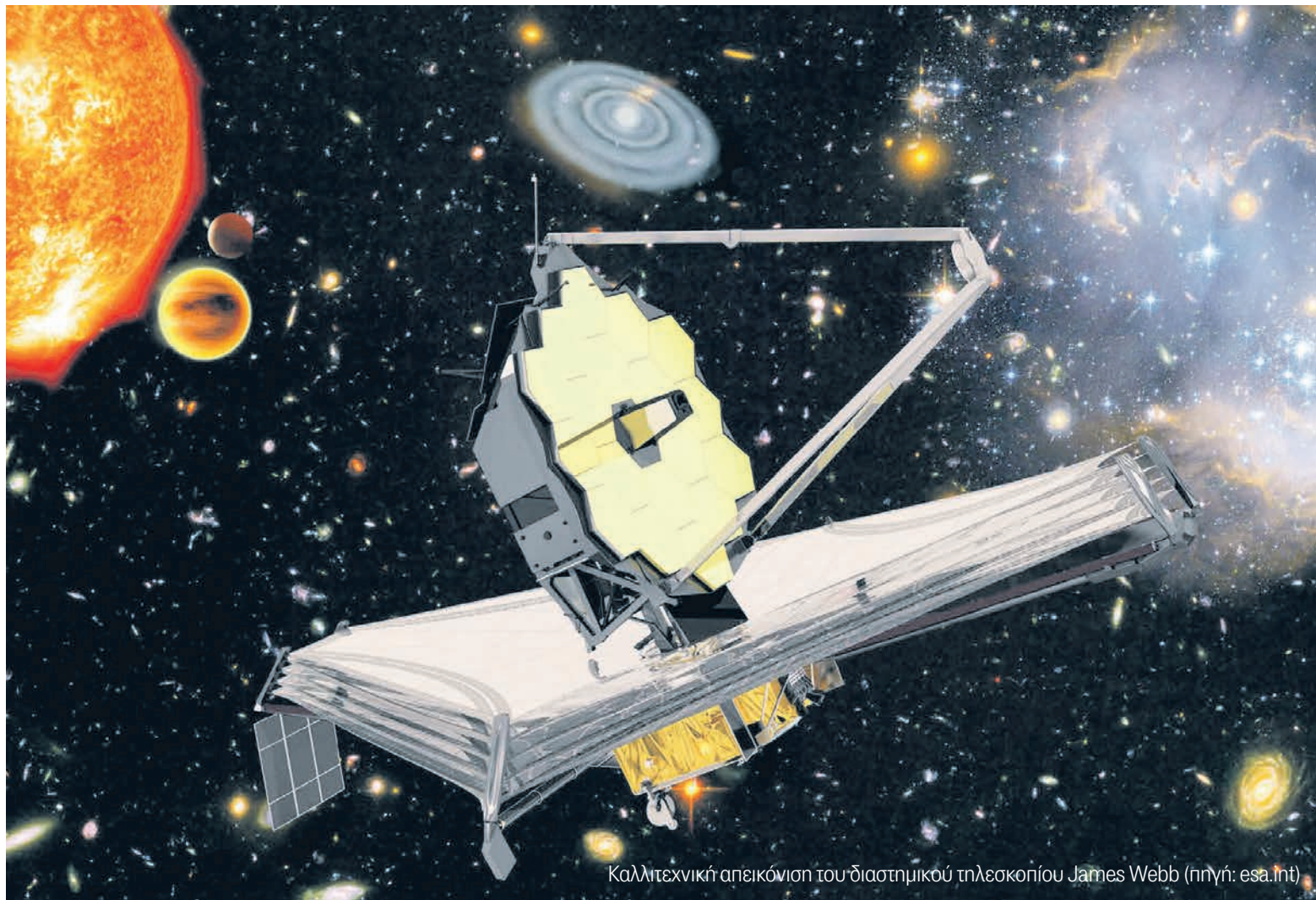
σκόπιο επανασχεδιάστηκε ριζικά και ολοκληρώθηκε το 2016, ενώ καθυστερήσεις και βλάβες κατά τη διάρκεια των δοκιμών είχαν ως αποτέλεσμα η αρχική ημερομηνία εκτόξευσης το 2018 να αναβληθεί. Λόγω και της πανδημίας, τελικά η ημερομηνία εκτόξευσης μεταφέρθηκε στις 31 Οκτωβρίου του 2021.

Εξερευνώντας τον Ήλιο και το ηλιακό σύστημα

Το Φεβρουάριο του 2020 εκτοξεύτηκε η αποστολή Solar Orbiter, η οποία θα πλησιάσει τον Ήλιο σε απόσταση μικρότερη από αυτή του πλανήτη Ερμή. Το Solar Orbiter μεταφέρει όργανα απεικόνισης (τηλεσκόπια και κάμερες) καθώς και συσκευές επιτόπιων μετρήσεων, οι οποίες θα μετρήσουν το μαγνητικό πεδίο, τα σωματίδια του ηλιακού ανέμου και του στέμματος και τις ιδιότητές τους. Ήδη τον περασμένο Ιούλιο η αποστολή μας έστειλε τις κοντινότερες εικόνες του Ήλιου, αποκαλύπτοντας με μεγάλη λεπτομέρεια τα δυναμικά φαινόμενα του στέμματος. Σε συνδυασμό με τις μετρήσεις της αποστολής Parker Solar Probe, η οποία έχει ήδη εκτοξευτεί από το 2018 και θα πλησιάσει τον Ήλιο ακόμη περισσότερο, καθώς επίσης και με το μεγαλύτερο ηλιακό τηλεσκόπιο, DKIST στη Χαβάνη, με διάμετρο 4 μέτρων, που θα ξεκινήσει συστηματικές παρατηρήσεις τους επόμενους μήνες, θα κάνουν το 2021 ένα εξαιρετικά σημαντικό έτος για τη μελέτη του Ήλιου.

Τόσο το 2020 όσο και το 2021 ο πλανήτης Άρης βρίσκεται στο επίκεντρο του επιστημονικού ενδιαφέροντος, καθώς είναι το αντικείμενο μελέτης πολυάριθμων ενεργών διαστημικών αποστολών. Τον περασμένο Ιούλιο είχαμε την εκτόξευση μιας ακόμα αποστολής της NASA, με το όνομα Perseverance ενώ στο παιχνίδι της εξερεύνησης μπήκαν επίσης τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και η Κίνα. Η αποστολή της τελευταίας, με το όνομα Tianwen-1, εφόσον προσεδαφιστεί με επιτυχία, θα είναι η πρώτη αποστολή που θα αποτελείται ταυτοχρόνως από ρομποτικό όχημα, σταθμό στο έδαφος του πλανήτη και σκάφος σε τροχιά γύρω από αυτόν. Σκοπός της αποστολής Tianwen-1, με τα δεκατρία όργανα που περιλαμβάνει, είναι η αναζήτηση νερού και ιχνών ζωής.

Μια από τις σημαντικότερες επιστημονικές ειδήσεις, καθώς πλησιάζαμε στο τέλος του 2020, αφορούσε τα πιθανά μεγάλα αποθέματα νερού στην



Καλλιτεχνική απεικόνιση του διαστημικού τηλεσκοπίου James Webb (πηγή: esa.int)

Ανοιχτή πρόσβαση

Μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις της σύγχρονης έρευνας είναι η πρόσβαση στα αποτελέσματά της. Αν και φαίνεται αυτονόητο τα αποτελέσματα των μελετών να είναι προσβάσιμα σε επιστήμονες και γενικό κοινό, οι εκδοτικοί οίκοι στους οποίους ανήκουν τα επιστημονικά περιοδικά χρεώνουν μεγάλα ποσά σε φορείς, ιδρύματα και κράτη προκειμένου να έχουν πρόσβαση στις δημοσιεύσεις. Όπως έχουμε αναλύσει και σε προηγούμενα άρθρα (βλ. ΠΡΙΣΜΑ τ. 63), οι οικονομικοί περιορισμοί στην πρόσβαση στα αποτελέσματα επηρεάζουν τόσο την ποιότητα και αξιοπιστία των ερευνών όσο και το δημοκρατικό έλεγχο της επιστημονικής έρευνας. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν πτυχές του προβλήματος, μια ομάδα οργανισμών χρηματοδότησης της έρευνας με την υποστήριξη θεσμών της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατέστρωσαν το Plan-S (<https://www.coalition-s.org/>), ένα σχέδιο για να γίνει άμεσα πραγματικότητα η ανοιχτή πρόσβαση χωρίς εξαιρέσεις, ξεκινώντας από την έρευνα που χρηματοδοτήθηκε και χρηματοδοτείται από δημόσιους εθνικούς ή διεθνείς οικονομικούς πόρους. Το 2021 αναμένεται να ξεκινήσει ένα διετές πρόγραμμα ανοιχτής πρόσβασης στο οποίο συμμετέχουν δεκάδες ιδρύματα και επιστημονικά περιοδικά, του οποίου η έκβαση πιστεύεται ότι μπορεί να οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τον εκδημοκρατισμό της γνώσης και τη διαφάνεια στην έρευνα.

Σελήνη, ενώ την 1^η Δεκεμβρίου, για πρώτη φορά μια κινεζική αποστολή, η Chang'e-5, προσεδαφίστηκε στο δορυφόρο μας, με σκοπό τη συλλογή πετρωμάτων. Η κάψουλα επέστρεψε στη Γη δυο εβδομάδες αργότερα με περίπου 1700 γραμμάρια σεληνιακού πετρώματος, μεταφέροντας υλικό από τη Σελήνη στη Γη για πρώτη φορά από το 1976, ενώ η Κίνα έγινε η τρίτη χώρα, μετά από ΗΠΑ και ΕΣΣΔ που έχει πετύχει μια τέτοια αποστολή.

Τον ίδιο μήνα η ανθρωπότητα απέκτησε το πρώτο δείγμα από το υπέδαφος ενός αστεροειδή. Η αποστολή Hayabusa-2 της Ιαπωνικής διαστημικής υπηρεσίας (JAXA) έφτασε στον αστεροειδή Ryugu τον Ιούνιο του 2018. Αφού τον μελέτησε με τη βοήθεια ρομποτικών οχημάτων, βομβάρδισε την επιφάνειά του και συνέλεξε υλικό από το υπέδαφός του. Στη συνέχεια επέστρεψε γύρω από τη Γη, απελευθέρωσε την κάψουλα με το δείγμα και συνέχισε το ταξίδι του για νέους στόχους, όσο του επιτρέψουν τα καύσιμά του.

Γ.Κ.

Πηγές

www.nature.com/articles/d41586-019-03910-9
www.nature.com/articles/d41586-020-03651-0
www.sciencemag.org/news/2020/12/science-stories-likely-make-headlines-2021

Σύγχρονη επιστήμη και η επιδ

Τα συμπτώματα

Η επιστημονική έρευνα διεξάγεται μέσα σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα, επάνω στον πάγκο ενός εργαστηρίου ή στη σκληρή επιφάνεια ενός μαυροπίνακα, μέσα στον επεξεργαστή ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή ή στα βάθρα ενός ορυχείου. Το εργαλείο της έρευνας μπορεί να είναι ένας και μόνο ανθρώπινος εγκέφαλος – βλέπε καθαρά μαθηματικά – ή ο μεγάλος επιταχυντής αδρονίων – βλέπε φυσική στοιχειωδών σωματιδίων. Για να ανακοινώσουν, όμως, οι ερευνητές τα αποτελέσματα της έρευνάς τους και να διασφαλίσουν την «πατρότητά» τους έχουν πολύ συγκεκριμένους τρόπους, με τον πιο καθιερωμένο να είναι η δημοσίευση ενός άρθρου σε κάποιο επιστημονικό περιοδικό. Άλλωστε, οι πιο διαδεδομένοι δείκτες μέτρησης της αξίας ενός ερευνητή είναι το πλήθος των επιστημονικών άρθρων που έχει εκδώσει και οι αναφορές άλλων επιστημόνων σε αυτά.

Ως εδώ όλα καλά. Υπάρχει μία πολύ συγκεκριμένη πηγή γνώσης, επάνω στην οποία βασίζονται σημαντικοί θεσμοί με συγκεκριμένους στόχους: η επιστημονική κοινότητα για να προσανατολίσει τη μελλοντική έρευνα, η βιομηχανία για να φέρει στην αγορά ασφαλή προϊόντα, υποδομές ή υπηρεσίες, οι πολιτικοί για να πάρουν αποφάσεις που μεγιστοποιούν τις ωφέλειες και ελαχιστοποιούν τα ρίσκα για την κοινωνία. Φυσικά, υπάρχουν επιστήμονες που μπορεί να μείνουν πίσω στις εξελίξεις, ακόμα και στο πολύ στενό ερευνητικό τους πεδίο ή βιομηχανίες που δεν βασίζουν τον σχεδιασμό της παραγωγής τους αποκλειστικά και μόνο στη βελτίωση της ζωής μας ή πολιτικοί που δεν βασίζουν τις αποφάσεις τους σε αμιγώς επιστημονικά δεδομένα. Το ζήτημα όμως δεν είναι μόνο αυτό.

Ένα άλλο ζήτημα, ιδιαίτερα ανησυχητικό για τις ανθρώπινες κοινωνίες, είναι ότι το περιεχόμενο των επιστημονικών δημοσιεύσεων αποδεικνύεται ότι δεν είναι τόσο αξιόπιστο όσο όφειλε να είναι. Αυτό το ζήτημα δεν αποτελεί παραπροϊόν αρνητών της επιστήμης· αντιθέτως, αποτελεί προϊόν εφαρμογής της επιστημονικής μεθόδου στα ίδια τα αποτελέσματα της επιστημονικής έρευνας, μέσω των λεγόμενων *μελετών επαναληψιμότητας (reproducibility studies)*. Μια τέτοια μελέτη χρησιμοποιεί τα δεδομένα μιας υπάρχουσας επιστημονικής δημοσίευσης και δοκιμάζει να καταλήξει στα ίδια συμπεράσματα, εφαρμόζοντας την ίδια μεθοδολογία. Σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθούν περισσότερα δεδομένα της ίδιας φύσης από άλλες πηγές ή ακόμα και να επαναληφθεί το ίδιο το πείραμα, οπότε μιλάμε για *μελέτες αναπαραγωγής (replication studies)*.

Σε κάθε περίπτωση, αν μια μελέτη επαναληψιμότητας ή αναπαραγωγής καταλήξει στα ίδια συμπεράσματα με την αρχική δημοσίευση, τότε επιβεβαιώνει την αξιοπιστία της. Στην αντίθετη περίπτωση, η αρχική δημοσίευση θεωρείται

αναξιόπιστη και απαιτείται η διόρθωσή της ή η απόσυρσή της από τη βιβλιογραφία.

Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα εξής: το 2012 μεγάλη εταιρεία βιοτεχνολογίας ανακοίνωσε ότι οι ερευνητές της είχαν αποτύχει να αναπαραγάγουν 47 από 53 σημαντικές δημοσιεύσεις επάνω στην έρευνα για τον καρκίνο. Το 2015 άλλη έρευνα στο πεδίο της Ψυχολογίας κατάφερε να αναπαραγάγει τα αποτελέσματα σε μόλις 39 από τις 100 δημοσιεύσεις που ελέγχθηκαν. Την ίδια χρονιά, μια μεγάλη έρευνα, στην οποία συμμετείχαν πάνω από 1500 ερευνητές στις ΗΠΑ, έφερε ακόμα πιο δυσοίωνα αποτελέσματα: περίπου 70% των ερευνητών απέτυχαν να αναπαραγάγουν δημοσιευμένα πειράματα, ενώ οι μισοί απέτυχαν κάποια στιγμή στην καριέρα τους να αναπαραγάγουν ακόμα και δικά τους πειράματα. Με βάση την ίδια έρευνα, πρωταθλήτριες στην αξιοπιστία αποδείχθηκαν οι Θετικές Επιστήμες, ενώ στους αντίποδες βρέθηκαν οι Οικονομικές Επιστήμες. Πέρα όμως από τα νούμερα, η ίδια μελέτη ανέδειξε ότι ένα συντριπτικό 80% των συμμετεχόντων θεωρούν ότι η σύγχρονη έρευνα περνάει σημαντική κρίση, στην οποία έχει δοθεί το όνομα *κρίση της επαναληψιμότητας*.

Ένα ακόμα πιο ανησυχητικό δεδομένο προήλθε από μία έρευνα που έγινε το 2019,

σύμφωνα με την οποία αξιόπιστες και αναξιόπιστες δημοσιεύσεις έχουν την ίδια πιθανότητα να χρησιμοποιηθούν από άλλους ερευνητές ως βάση για την τρέχουσα έρευνά τους. Με άλλα λόγια, οι ρωγμές μιας αναξιόπιστης δημοσίευσης είναι πιθανό να μεταδοθούν ανεμπόδιστα σε πολλές άλλες. Ακόμα και το γεγονός ότι αυτή τη στιγμή αποσύρονται ως αναξιόπιστες 1500 δημοσιεύσεις το χρόνο – 40 φορές περισσότερες από το 2000 – δεν φαίνεται να είναι παρήγορο, διότι το πλήθος των ετήσιων δημοσιεύσεων είναι τεράστιο. Εκτιμήσεις ανεβάζουν την ετήσια παραγωγή τους στην Αγγλική γλώσσα σε περίπου δύομισι εκατομμύρια. Το «*στους ώμους γιγάντων*» του Ισαάκ Νεύτωνα δεν μπορεί να ειπωθεί πια τόσο εύκολα.

Η διάγνωση

Γιατί, λοιπόν, τέτοια τύφλωση; Ποια «ελατρία» ωθούν την επιστημονική έρευνα σε αυτοαναίρεση; Ανατρέχοντας σε μελέτες που ασχολήθηκαν με το αντικείμενο της αναξιόπιστης έρευνας και δημοσιεύτηκαν στα πρώτα χρόνια του αιώνα μας, βλέπουμε μια περίπου περιπτώσιολογική αντιμετώπιση του ζητήματος, με βάση την οποία κάποιοι ανεύθυνοι επιστήμονες, στον αγώνα τους για επαγγελματική κατα-



ημία της αμφιβολίας

ξίωση, καταστρατήγησαν εκούσια ή ακούσια τις ορθές ερευνητικές πρακτικές. Η συγκεκριμένη αντιμετώπιση ονομάστηκε *θεωρία των σάπων μήλων*: γρήγορα, όμως, έγινε αντιληπτό ότι περισσότερο συσκοτίζε, παρά έριχνε φως στις πραγματικές αιτίες του φαινομένου.

Τα τελευταία 15 χρόνια παρατηρείται μια σαφής μετατόπιση προς μια πιο ολιστική προσέγγιση, η οποία μελετά την επίδραση του ευρύτερου επαγγελματικού περιβάλλοντος στις επιδόσεις των ερευνητών και, γενικότερα, στην πορεία της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, οι ερευνητές βρίσκονται υπό αφόρητη πίεση ετερόκλητων υποχρεώσεων και της απαίτησης για όλο και γρηγορότερη, όλο και μεγαλύτερη παραγωγή δημοσιεύσεων. Άλλωστε, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αυτό αποτελεί το σημαντικότερο κριτήριο της αξίας ενός ερευνητή, το οποίο μπορεί να κρίνει τον διορισμό του σε ένα Πανεπιστήμιο ή Ερευνητικό Κέντρο ή την ανέλιξή του στην Ακαδημαϊκή ιεραρχία. Κοντολογίς, μπορεί να καθορίσει την επιτυχία ή μη πορεία μιας καριέρας. Αυτή η πίεση δημιουργεί προβλήματα, με τα σημαντικότερα από αυτά να επικεντρώνονται στην αναποτελεσματική επίβλεψη των νέων ερευνητών και στην εφαρμογή μη ορθών ερευνητικών πρακτικών.

Ο εκκολλαπτόμενος ερευνητής, εκείνος δηλαδή που ολοκληρώνει τις μεταπτυχιακές του σπουδές και ξεκινάει τη διδακτορική του διατριβή, πρέπει να μαθητεύσει πλάι σε έναν μέντορα – τον επιβλέποντά του. Δυστυχώς, τα στοιχεία δείχνουν ότι οι επιβλέποντες είναι επιφορτισμένοι με τόσα πολλά και τόσο ετερόκλητα επαγγελματικά καθήκοντα, όπως διδασκαλία, διοίκηση, συμμετοχή σε επιτροπές, εξασφάλιση χρηματοδότησης της έρευνάς τους, διοργάνωση συνεδρίων, αξιολόγηση ερευνητικών εργασιών και προτάσεων για χρηματοδότηση, που δεν τους επιτρέπεται να αφιερώσουν παρά ελάχιστο χρόνο στους υποψήφιους διδάκτορες που επιβλέπουν.

Μοιραία, το καθήκον του μέντορα μετακυλίεται είτε σε μεταδιδακτορικούς ερευνητές είτε σε νεοδιορισμένα μέλη της ακαδημαϊκής κοινότητας με μόνο κριτήριο ότι είναι μέλη της ίδιας ερευνητικής ομάδας. Σε ερευνητές, δηλαδή, που για διαφορετικούς λόγους επίσης δεν έχουν ούτε τον απαιτούμενο χρόνο ούτε όμως και την εμπειρία να γίνουν οι «πνευματικοί γονείς» του μαθητευόμενου ερευνητή. Συνεπώς, οι υποψήφιοι διδάκτορες δεν θωρακίζονται επαρκώς για να αποφύγουν μεθοδολογικά ατοπήματα στην έρευνά τους, ενώ μέσα σε ένα ή δύο χρόνια θα κληθούν με την σειρά τους να αντιμετωπίσουν την πίεση για παραγωγή δημοσιεύσεων, οι οποίες θα υποστηρίξουν το διδακτορικό τους.

Η πίεση για όλο και μεγαλύτερη παραγωγή δημοσιεύσεων έχει αποδειχθεί ότι πολύ συ-



χνά οδηγεί σε μελέτες, στις οποίες παρατηρούνται:

- Προσαρμογές της αρχικής ερευνητικής υπόθεσης στα αποτελέσματα. Αντιστροφή, με άλλα λόγια, της επιστημονικής μεθοδολογίας. Αυτή η πρακτική ονομάζεται *HARKing*.
- Ακούσια σφάλματα στον σχεδιασμό και στην εκτέλεση των πειραμάτων, καθώς και στη διαχείριση και ερμηνεία των πειραματικών δεδομένων. Αυτή η πρακτική ονομάζεται *ισοπατισούλικη επιστήμη* (*sloppy science*).
- Χρήση κατασκευασμένων ή/και παραποιημένων μετρήσεων ή φαινόμενα λογοκλοπής. Αυτή η πρακτική ονομάζεται *επιστημονική απάτη* (*scientific fraud*).

Οι παραπάνω τρεις μεγάλες κατηγορίες ολίσθησης από τις ορθές ερευνητικές πρακτικές έχουν διαφορετική βαρύτητα, μιας και παρατηρούνται με διαφορετική συχνότητα και τροφοδοτούν με διαφορετικό τρόπο την κρίση της επαναληψιμότητας.

Η πρακτική του HARKing θεωρείται ότι είναι η πιο διαδεδομένη και, ενώ δεν αποτελεί παραποίηση του πειράματος καθαυτού, έχει συμβάλει στο να καθιερωθεί να δημοσιεύεται σχεδόν αποκλειστικά έρευνα που επιβεβαιώνει την αρχική υπόθεση, δηλαδή *θετική έρευνα* (*positive research*). Είναι χαρακτηριστικό ότι, με βάση έξι μελέτες που δημοσιεύτηκαν το 2017, το 43% των ερευνητών έχουν παραδεχθεί ότι έχουν εφαρμόσει HARKing. Αυτό, με τη σειρά του, έχει προκαλέσει την επιλεκτική χρήση πειραματικών δεδομένων ή/και την εφαρμογή εσφαλμένων ή απλοϊκών στατιστικών μεθόδων, αυτό, δηλαδή, που περιγράφεται με τον όρο *p-hacking*.

Η πρακτική της «ισοπατισούλικης» επιστήμης θεωρείται ότι είναι η πιο επιζήμια για αξιοπιστία των επιστημονικών δημοσιεύσεων. Έχει αποδειχθεί, μάλιστα, ότι απαντάται στο 34% των ερευνών, ενώ, ταυτόχρονα, είναι πιο δύσκολο να εντοπιστεί. Επιπλέον, είναι στενά συνδεδεμένη με την πίεση που δέχεται

ο ερευνητής για παραγωγή όλο και περισσότερων δημοσιεύσεων, με ελλείψεις στα συστήματα ελέγχου ποιότητας των εργαστηρίων, αλλά και με την εφαρμογή πειραματικών διαδικασιών, που δεν είναι ευρέως αποδεκτές.

Τέλος, η πρακτική της επιστημονικής απάτης θεωρείται η πιο σοβαρή, από πλευράς ευθύνης του ερευνητή, αλλά απαντάται λιγότερο συχνά· πιο συγκεκριμένα, στο 2% των ερευνών. Διαθέτει το «σκοτεινό» προνόμιο να είναι πολύ ελκυστική στα μέσα μαζικής ενημέρωσης και, συνεπακόλουθα, να προκαλεί τις μεγαλύτερες «πληγές» στην εμπιστοσύνη που δείχνουν οι κοινωνίες στην επιστημονική έρευνα. Ωστόσο, συγκεκριμένες περιπτώσεις επιστημονικής απάτης, όπως εκείνη του κοινωνικού ψυχολόγου Diederik Stapel στην Ολλανδία, τελικά βοήθησαν, ώστε να αναδειχθεί η σοβαρότητα του ζητήματος και να ληφθούν αντίμετρα που υπερέβαιναν την απλή καταδίκη του παραπτώματός.

Η γιατρεία

Από τα παραπάνω, γίνεται φανερό ότι θα πρέπει να πριμοδοτηθεί η ποιότητα και όχι η ποσότητα της έρευνας. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί μόνο εφόσον τα κριτήρια αξιολόγησης ενός ερευνητή πάψουν να είναι αμιγώς ποσοτικά και γίνουν ποιοτικά. Κάτι τέτοιο αναμένεται να απελευθερώσει λίγο χρόνο από το εξαιρετικά βεβαρημένο πρόγραμμα των επιβλεπόντων.

Ήδη έχουν γίνει σημαντικά βήματα. Για παράδειγμα, υπάρχουν περιπτώσεις, κατά τις οποίες ο υποψήφιος για χρηματοδότηση ή διορισμό ερευνητής υποχρεούται να καταθέσει όχι όλες τις δημοσιεύσεις του, αλλά μόνο τις δέκα σημαντικότερες, με κριτήρια το κύρος των περιοδικών, στα οποία έχουν εκδοθεί και την απήχηση που είχαν στην ερευνητική κοινότητα. Επίσης, στις διαδικασίες προαγωγής ακαδημαϊκών ερευνητών αρχίζουν

να προστίθενται κριτήρια, όπως η ποιότητα της επίβλεψης σε υποψήφιους διδάκτορες.

Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι έχουν γίνει βήματα, ώστε η αξία μιας έρευνας να μη συνδέεται αποκλειστικά με το αν έχει καταλήξει σε θετικά αποτελέσματα. Πρώτον, τα επιστημονικά περιοδικά δείχνουν μια τάση να αποδέχονται εργασίες που έχουν καταλήξει σε αρνητικά αποτελέσματα. Δεύτερον, έχει αρχίσει να εφαρμόζεται η διαδικασία της λεγόμενης *προ-εγγραφής* (*pre-registered report*) μιας έρευνας: στο περιοδικό υποβάλλεται η λεπτομερής μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί από την αρχική υπόθεση και τη διαδικασία συλλογής δεδομένων μέχρι τις μεθόδους στατιστικής ανάλυσης και ερμηνείας τους. Εφόσον το περιοδικό αποδεχθεί την προ-εγγραφή της έρευνας ως επιστημονικά ορθή, τότε είναι υποχρεωμένο να δημοσιεύσει τα αποτελέσματα που θα προκύψουν είτε αυτά είναι θετικά είτε αρνητικά. Ο μόνος λόγος απόρριψης μιας εργασίας είναι εάν αυτή δεν εφάρμοσε κατά γράμμα την προ-εγγεγραμμένη μεθοδολογία. Με άλλα λόγια, ως απόλυτη βάση της αξίας μιας έρευνας αναδεικνύεται η ορθότητα της μεθοδολογίας της και όχι η επιτυχία επιβεβαίωσης της αρχικής ερευνητικής υπόθεσης.

Εν κατακλείδι

Ο σύγχρονος ερευνητής, όπως όλοι οι εργαζόμενοι, είναι εκτεθειμένος σε κοινωνικές και οικονομικές πιέσεις που του δημιουργούν επισφάλεια. Το γεγονός ότι ο ερευνητής εκτελεί μια ιδιαίτερης φύσης εργασία, δεν τον θέτει εκτός αυτών των περιορισμών και των στρεβλώσεων, ειδικά στις μέρες μας, που οι μόνιμες θέσεις εργασίας στην έρευνα καλύπτουν ολοένα μικρότερο ποσοστό του ερευνητικού δυναμικού σε διεθνές επίπεδο. Οι συνθήκες, μέσα στις οποίες εργάζονται οι ερευνητές, φαίνεται ότι δύσκολα θα αλλάξουν με πρωτοβουλίες που στοχεύουν αποκλειστικά στην ερευνητική κοινότητα και τις οποίες θα περιγράψουμε σε επόμενο άρθρο. Ακριβώς, όμως, για αυτόν τον λόγο, τέτοιες προσπάθειες αξίζει να υποστηριχτούν πρωτίστως από τους ίδιους τους ερευνητές, μιας και η όποια βελτίωση του ερευνητικού κλίματος συνοδεύεται αυτονόητα από την προοπτική της παραγωγής πιο αξιόπιστης έρευνας. Άλλωστε, ακόμα και το πιο μακρινό ταξίδι ξεκινάει με ένα πρώτο βήμα.

Παναγιώτης Κάβουρας

Ο Π. Κάβουρας, Δρ. Φυσικός, είναι ερευνητής στο Εργαστήριο Προηγμένων, Σύνθετων, Νανοϋλικών & Νανοτεχνολογίας (RNanoLab) της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Η κρίση της επαναληψιμότητας στην έρευνα

Το παράδειγμα των βιοϊατρικών επιστημών

Η αδυναμία επαλήθευσης των ερευνητικών αποτελεσμάτων των δημοσιεύσεων που έχει αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια, γνωστή και ως κρίση επαναληψιμότητας, είναι ένα μείζον πρόβλημα όχι μόνο της επιστημονικής κοινότητας αλλά και ολόκληρης της κοινωνίας. Οι βιοϊατρικές επιστήμες φαίνεται ότι επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την κρίση επαναληψιμότητας, η οποία επιφέρει καταστροφικές συνέπειες στην ανάπτυξη φαρμάκων και θεραπειών.

Μία κύρια αιτία αποτυχίας των μελετών επαναληψιμότητας, να καταλήξουν στα ίδια συμπεράσματα με την αρχική δημοσίευση, είναι η ύπαρξη παραπλανητικών ή/και κατασκευασμένων πειραματικών δεδομένων (περισσότερες πληροφορίες στο άρθρο του Παναγιώτη Κάβουρα που δημοσιεύτηκε στο παρόν τεύχος του Πρίσματος). Λεπτομερής μελέτη στην οποία εξετάστηκαν 2.047 άρθρα από επιστήμες της ζωής, που δημοσιεύτηκαν και αποσύρθηκαν από τη βάση δεδομένων PubMed, αποκάλυψε ότι μόλις το 21,3% αυτών αποσύρθηκαν λόγω ακούσιων σφαλμάτων. Στο 43,4% των περιπτώσεων η αιτία απόσυρσης ήταν η ύπαρξη κατασκευασμένων ή/και παραποιημένων δεδομένων και στο 9,8% των άρθρων η λογοκλοπή¹.

Δημοσίευση με κάθε κόστος

Εικόνες από μικροσκόπια που απεικονίζουν κύτταρα και ιστούς και φωτογραφίες από πειράματα μοριακής βιολογίας και βιοχημείας, συνοδεύουν στην πλειονότητα των περιπτώσεων επιστημονικά άρθρα βιοϊατρικών επιστημονικών κλάδων, σε μια προσπάθεια ισχυροποίησης και επιβεβαίωσης των πειραματικών δεδομένων που αναφέρονται σε αυτά. Η ύπαρξη λογισμικών επεξεργασίας των εικόνων καθιστά εύκολη την τροποποίησή τους από τους ερευνητές, προκειμένου να επιβεβαιώσουν την ερευνητική τους υπόθεση έτσι ώστε να μπορεί να δημοσιευτεί το πολυπόθητο άρθρο.

Τροποποιήσεις των πειραματικών δεδομένων που μπορούν να επηρεάσουν θετικά την ετυμηγορία των ανεξάρτητων κριτών που αξιολογούν το άρθρο έχουν κατά καιρούς πραγματοποιηθεί, θέτοντας σε κίνδυνο την αξιοπιστία της έρευνας και καθιστώντας αδύνατη την επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων της. Άλλωστε η λογική "publish or perish" (δημοσίευσε ή μείνε στην αφάνεια) έχει διαποτίσει τη συνείδηση μεγάλης μερίδας ερευνητών και αντανάκλα την αγωνιώδη προσπάθειά τους να επιβιώσουν και να διακριθούν στο άκρως ανταγωνιστικό και επισφαλές ερευνητικό και ακαδημαϊκό περιβάλλον.

Δημοσιεύσεις εν καιρώ πανδημίας

Στις ακραίες συνθήκες που βιώνουμε λόγω της



Πηγή:
Mark Airs/GETTY IMAGES

πανδημίας, το φαινόμενο της κρίσης επαναληψιμότητας αποκτά μεγαλύτερες διαστάσεις, εξαιτίας της άμεσης ανάγκης για ακριβή και έγκυρη επιστημονική γνώση για τον νέο κορωνοϊό, προκειμένου να επιταχυνθεί η λήψη αποφάσεων σχετικά με την πρόληψη και αντιμετώπισή του. Είναι, άλλωστε, ενδεικτικό το γεγονός ότι πριν τις 12 Μαρτίου 2020, πριν, δηλαδή, τη μέρα που ανακηρύχθηκε η ασθένεια COVID-19 ως πανδημία από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, 900 άρθρα είχαν ήδη δημοσιευτεί στην αγγλική γλώσσα σχετικά με τον νέο κορωνοϊό, αριθμός ο οποίος έχει έκτοτε πολλαπλασιαστεί².

Ο αγώνας δρόμου για την εύρεση αποτελεσματικής θεραπείας και για την πρόληψη οδήγησε σε πολύ σύντομες διαδικασίες αξιολόγησης των δεδομένων που αναγράφονται στα υπό δημοσίευση άρθρα από ανεξάρτητους κριτές- μέλη της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας. Αυτές οι «fast track» διαδικασίες αξιολόγησης, ενώ δικαιολογούνται λόγω των έκτακτων συνθηκών, επισύρουν κινδύνους για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και καθιστούν τη διασφάλιση της ακεραιότητας της έρευνας πιο αναγκαία από ποτέ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί δημοσίευση σχετικά με τη χρήση χλωροκίνης και υδροξυχλωροκίνης σε ασθενείς με COVID-19, στο περιοδικό *Lancet*, το οποίο θεωρείται υψηλού κύρους για τις βιοϊατρικές επιστήμες. Η δημοσίευση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα εν λόγω φάρμακα αυξάνουν τη θνητότητα στους ασθενείς αυτούς. Μετά την αμφισβήτηση της ακρίβειας των δεδομένων και των αναλύσεων και αφού είχε προκαλέσει αλυσιδωτές αντιδράσεις στα εθνικά

συστήματα υγείας και στον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, το εν λόγω άρθρο αποσύρθηκε.

Η απάντηση της επιστημονικής κοινότητας

Η καλή επιστήμη, όμως, προϋποθέτει αξιόπιστα δεδομένα. Η ίδια η επιστημονική κοινότητα μέσα από την εφεύρεση και επιστράτευση νέων εργαλείων μπορεί να διασφαλίσει ότι δε θα δημοσιεύονται ή ότι θα αποσύρονται άρθρα με παραπλανητικό περιεχόμενο. Τέτοια εργαλεία μπορούν να εντοπίσουν, για παράδειγμα, αν μια εικόνα από μια πειραματική διαδικασία έχει τροποποιηθεί έτσι ώστε να εμφανίζεται κάτι που δεν υπάρχει, προκειμένου να επιβεβαιώνει την αρχική υπόθεση των ερευνητών. Το 2018 ερευνητική ομάδα με επικεφαλής τον καθηγητή Ντάνιελ Ακούνα, από το Πανεπιστήμιο των Συρακουσών της Νέας Υόρκης, επινόησε έναν αλγόριθμο που μπορεί να ανιχνεύει όμοιες εικόνες ανάμεσα σε χιλιάδες άρθρα βιοϊατρικών επιστημών. Σκοπός τους ήταν η ενίσχυση των εκδοτικών οίκων με αυτοματοποιημένο σύστημα ανίχνευσης παραπλανητικών εικόνων, έτσι ώστε τα άρθρα που τις φέρουν να μη δημοσιεύονται.

Εκτός από τα λογισμικά εντοπισμού παραπλανητικών εικόνων, ιστοσελίδες όπως το «Retraction Watch» (<https://retractionwatch.com/>) και το «PubPeer» (<https://pubpeer.com/>) επιτρέπουν, επίσης, την ανάδειξη τέτοιων περιστατικών, αλλά και τον δημόσιο διάλογο πάνω σε άρθρα που έχουν ήδη δημοσιευτεί. Αρκετές αναφορές έχουν πραγματοποιηθεί ήδη σε αυτές τις ιστοσελίδες από μέλη της ακαδημαϊκής κοινότητας για παραπλανητικά δεδομένα σε άρθρα που δημοσιεύτηκαν ακόμα και σε περιοδικά υψηλού κύρους, όπως το *Nature*, το *Science* και το *Lancet*.

Η θέσπιση κανόνων που να ορίζουν με σαφήνεια τι είναι αποδεκτό και τι όχι στην επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων και ο έγκαιρος εντοπισμός μη έγκυρων αποτελεσμάτων, πριν ακόμα δημοσιευτούν, είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για την διασφάλιση της αξιοπιστίας των ερευνητικών αποτελεσμάτων. Καθώς η έρευνα είναι ένας διαρκής αγώνας δρόμου για την κατάκτηση της γνώσης, ο ένας ερευνητής παίρνει τη σκυτάλη από τον άλλο. Επομένως τα παραπλανητικά δεδομένα βλάπτουν όχι μόνο τους ερευνητές που τα παρουσιάζουν, αλλά ολόκληρη την επιστημονική κοινότητα, την έρευνα στο σύνολό της και κατ' επέκταση την κοινωνία.

M.T.

Πηγές:

Fang FC, Steen RG, Casadevall A. Misconduct accounts for the majority of retracted scientific publications. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2012;109:17028-17033.
Callaway E, Cyranoski D, Mallapaty S, et al. The coronavirus pandemic in five powerful charts. *Nature*. 2020;579:482-483

ΕΡΕΥΝΑ

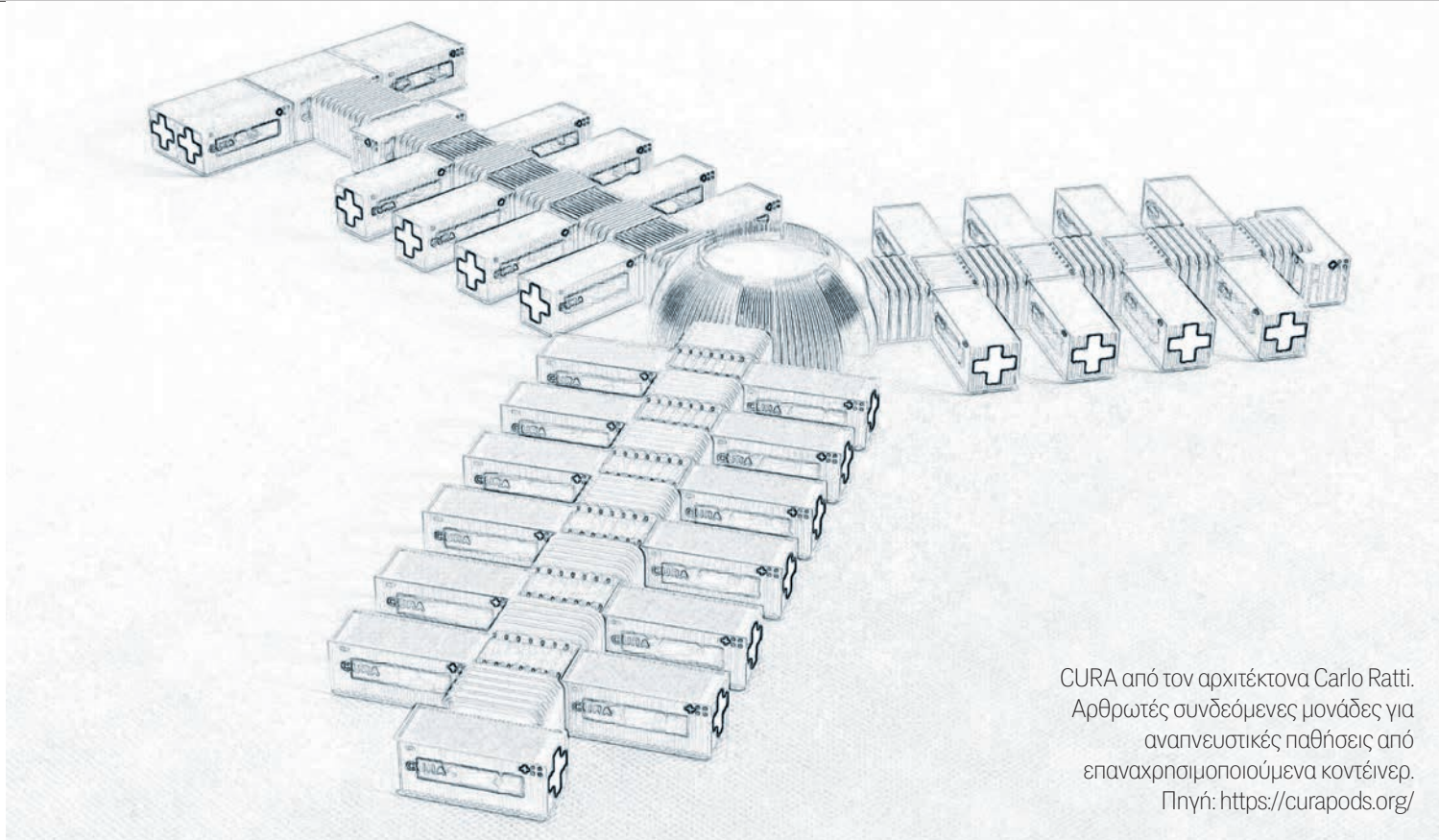
Οι κρίσεις αναδεικνύουν επιτακτικά τα αιτήματα κάθε εποχής, προσφέροντας ευκαιρίες για ριζικές μεταβολές στον σχεδιασμό. Δεν είναι οι πρώτη φορά που οι αρχιτέκτονες, ύστερα από την έξαρση μιας πανδημίας, καλούνται να επαναπροσδιορίσουν το τρόπο που σχεδιάζουν και κατασκευάζουν το δομημένο περιβάλλον, από την κλίμακα της πόλης, στην κλίμακα του δρόμου, του κτιρίου ή ακόμη και του επίπλου.

Η έξαρση του κίτρινου πυρετού τον 18^ο αιώνα, της ισπανικής γρίπης στις αρχές του 20^{ου}, αλλά και η εξάπλωση της φυματίωσης λίγο αργότερα σε ολόκληρη την Ευρώπη και την Αμερική επηρέασαν ριζικά το κίνημα του μοντερνισμού, αλλά και το κίνημα του μινιμαλισμού στην αρχιτεκτονική. Καθιέρωσαν τάσεις όπως αυτές των ζωνών χρήσεων, των λείων επιφανειών, της ανοιχτής κάτοψης, των άδειων ανοιχτόχρωμων τοίχων, των εκτεταμένων ανοιγμάτων και της πιλοτής. Η πανδημία της χολέρας στα μέσα του 19^{ου} αιώνα οδήγησε στη δημιουργία των προαστίων, στην διάνοιξη μεγαλύτερων δρόμων, στην κατασκευή πάρκων και πλατειών, καθώς και στην υλοποίηση νέων συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης στις περισσότερες Ευρωπαϊκές μεγαλουπόλεις.

Το Chorus Architecture, μια διεπιστημονική πλατφόρμα έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα της αρχιτεκτονικής, διοργάνωσε τον Δεκέμβριο συνέδριο με θέμα: «Ανθεκτικότητα: το χτισμένο περιβάλλον μετά τον Covid-19». Το συνέδριο αυτό είχε ως στόχο την διερεύνηση των χώρων διαβίωσης, τη σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον, τη βιωσιμότητα και τον νέο ρόλο που αποκτά ο αρχιτέκτονας μετά την εποχή του Covid-19. Τον Ιανουάριο, το Epidemic Urbanism Initiative διοργανώνει ένα αντίστοιχο διαδικτυακό συνέδριο με θέμα το μέλλον της αρχιτεκτονικής και του αστισμού στη μετά covid εποχή.

Στον τομέα της αρχιτεκτονικής οι εξελίξεις προκύπτουν συχνά, μέσα από τη διοργάνωση εκθέσεων και διαγωνισμών ιδεών, κάτι που έγινε εμφανές και με αφορμή το ζήτημα κορωνοϊού. Το Βασιλικό Ινστιτούτο Βρετανών Αρχιτεκτόνων (RIBA) διεξήγαγε τον Μάιο του 2020 διαγωνισμό με τίτλο «Rethink: 2025 – Design for life after Covid-19», καλώντας τους αρχιτέκτονες να εξετάσουν πώς μπορεί να μοιάζει η ζωή και το δομημένο περιβάλλον έως το 2025, με προτάσεις που αφορούσαν το σχεδιασμό σε διαφορετικές κλίμακες, από το κτίριο, έως την κλίμακα της πόλης και του δρόμου. Ένας αντίστοιχος διαγωνισμός με θέμα την αρχιτεκτονική την περίοδο της πανδημίας διοργανώθηκε από τον ελληνικό ιστότοπο archisearch.gr τον Μάρτιο του 2020. Είχε ως στόχο τόσο τον επαναπροσδιορισμό της φιλοσοφίας του σχεδιασμού που αφορά συνθήκες έκτακτων αναγκών, όσο και τον σχεδιασμό που αφορά τις καθημερινές συνθήκες διαβίωσης.

Πολλές νέες σχεδιαστικές τάσεις έχουν κάνει την εμφάνισή τους στην αρχιτεκτονική στο διάστημα αυτό. Κάποιες από αυτές προϋπήρχαν με στόχο την αντιμετώπιση περιβαλλοντι-



CURA από τον αρχιτέκτονα Carlo Ratti.
Αρθρωτές συνδεόμενες μονάδες για
αναπνευστικές παθήσεις από
επαναχρησιμοποιούμενα κοντέινερ.
Πηγή: <https://curapods.org/>

Αρχιτεκτονική και πανδημίες

Σχεδιάζοντας για τη ζωή μετά τον Covid-19

κών ή κοινωνικών προβλημάτων, και άλλες αναδύθηκαν μέσα από την επιτακτικότητα αντιμετώπισης της υγειονομικής κρίσης του κορωνοϊού. Οι νέες θεωρίες σχεδιασμού φαίνεται να ακολουθούν δύο διαφορετικές κατευθύνσεις. Η πρώτη αφορά την άμεση αντιμετώπιση των κρίσεων με τη δημιουργία έκτακτων χώρων υγείας, και η δεύτερη στοχεύει σε μια πιο έμμεση ανταπόκριση, ή ακόμη και στην πρόληψη, αποσκοπώντας στην εφαρμογή πιο ριζικών μεταβολών στις πόλεις και στα κτίρια, με στόχο τη διευκόλυνση της καθημερινότητας των ανθρώπων, τη δημιουργία υγιεινών συνθηκών αλλά και τη δημιουργία εμποδίων στην ανάπτυξη και στην εξάπλωση ιών.

Στην πρώτη κατεύθυνση ανήκουν σχεδιαστικές μέθοδοι όπως είναι οι αρθρωτές κατασκευές, δηλαδή κατασκευές που αποτελούνται από επεκτεινόμενες τυποποιημένες μονάδες που συνδέονται μεταξύ τους, η επαναχρησιμοποίηση κελυφών και ο ευέλικτος σχεδιασμός για την προσαρμογή κτιρίων κατασκευασμένων για να στεγάσουν διαφορετικές χρήσεις προκειμένου μελλοντικά να εξυπηρετήσουν νέες ανάγκες, αλλά και οι ελαφριές φορητές κατασκευές, που στήνονται εύκολα, εξοικονομούν πολύ χρόνο, και προσφέρουν ευελιξία στον σχεδιασμό και τον τρόπο χρήσης τους.

Στη δεύτερη κατεύθυνση ανήκουν μέθοδοι που αφορούν στην υγιεινή οικοδόμηση, δηλαδή την εξασφάλιση καλύτερων συνθηκών φυσικού φωτισμού και αερισμού, τη χρήση λιγότερο τοξικών υλικών, τον επαναπροσδιορισμό των εξωτερικών και των κοινόχρηστων

χώρων των κτιρίων και την ενσωμάτωση φυσικών υλικών καθώς και φύτευσης στον σχεδιασμό. Ανήκουν, επίσης, πρακτικές που εστιάζουν στην τάση αποκεντροποίησης από τα αστικά κέντρα, η οποία παρατηρήθηκε κατά την περίοδο έξαρσης του κορωνοϊού, καθώς και στο φαινόμενο των ψηφιακών νομάδων. Με την επιβολή της καραντίνας το δίκτυο έγινε ο «χώρος» που διαδραματίζονται οι περισσότερες πτυχές της καθημερινότητάς μας, από την εργασία, την εκπαίδευση, την ψυχαγωγία, τις αγορές μέχρι και την τηλεϊατρική. Η χωρική ελευθερία που προσφέρει το διαδίκτυο, σε συνδυασμό με τον βαθμό επικινδυνότητας των πυκνοκατοικημένων μεγαλουπόλεων αλλά και την ανάγκη αμεσότερης επαφής με τη φύση, συντέλεσε στο να ενισχυθούν πληθυσμιακά μικρότερες αστικές και μη περιοχές. Κάποιες μέθοδοι επικεντρώθηκαν στον επαναπροσδιορισμό του ρόλου των κοινόχρηστων χώρων και δομών, της πλατείας, των πεζόδρομων, των ποδηλατόδρομων, των πάρκων. Η μεταβολή του τρόπου κίνησης των ανθρώπων στην πόλη (από την αυτοκίνηση στον πεζό), και η μεγαλύτερη επιθυμία για επικοινωνία και ανθρώπινη επαφή ως αποτέλεσμα της κοινωνικής απόστασης, σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη τήρηση των απαραίτητων αποστάσεων ασφαλείας, είχε σαν συνέπεια ο τρόπος σχεδιασμού του δημόσιου χώρου να χρήζει αλλαγής.

Επιπλέον τίθενται ζητήματα επανεξέτασης σχεδιαστικών αρχών που επικρατούσαν μέχρι πρόσφατα, όπως η ανοιχτή κάτοψη (open plan), η οποία φαίνεται να μη λειτουργεί για τη

συνύπαρξη πολλών χρηστών με διαφορετικές ανάγκες οι οποίες πρέπει να καλυφθούν ταυτόχρονα, αλλά και ζητήματα ταχύτερης προσαρμογής τεχνολογιών όπως αυτές της αυτοματοποίησης και της τεχνητής νοημοσύνης στον συνολικό σχεδιασμό και στην κατασκευή κάθε κτιρίου για λόγους ασφάλειας, πρόληψης και αυτονομίας.

Η πανδημία κατέστησε εμφανή τη σχέση του σχεδιασμού και του δομημένου χώρου με τα κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά αιτήματα κάθε εποχής. Οι νέες συνθήκες δημιουργούν σχεδιαστικές σπαζοκεφαλίες. Πολλοί αρχιτέκτονες υποστηρίζουν ότι η αρχιτεκτονική πρέπει να ανταποκριθεί άμεσα στις νέες ανάγκες και απαιτήσεις που γεννήθηκαν με την έξαρση της πανδημίας προκειμένου να μη θεωρηθεί παρωχημένη και αναποτελεσματική. Από το «κτίριο μηχανή» του 20^{ου} αιώνα του Le Corbusier, απόρροια της βιομηχανικής επανάστασης, κατασκευασμένο με στόχο να ανταποκρίνεται σε προκαθορισμένες λειτουργίες, πρέπει να μεταβούμε στο «κτίριο ως ζωντανό οργανισμό», που έχει τη δυνατότητα να αφυγκράζεται τις μεταβαλλόμενες ανάγκες των χρηστών του και να ανταποκρίνεται σε αυτές. Κάποιοι υποστηρίζουν ότι η αλλαγή θα έρθει σταδιακά και μεμονωμένα. Κάποιοι ότι πρέπει να γίνει ραγδαία και ριζικά. Μένει μόνο να δούμε πώς θα ανταποκριθεί η ερευνητική κοινότητα των αρχιτεκτόνων στις νέες προκλήσεις.

Αρνέλλου Δάφνη

Αρχιτέκτων μηχανικός ΕΜΠ
Msc in Advanced Architecture Iaac

Αστρονόμοι και προφήτες

Η περίπτωση του Τύχο Μπράχε

Κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού του 16^{ου} αιώνα, ο Αντίχριστος και ο Μεσσίας περπάτησαν με το ίδιο πρόσωπο για λίγο στη Γη. Το πρόσωπο που φόρεσαν ήταν του Σουλεϊμάν του Μεγαλοπρεπή (1494-1566). Ο Σουλτάνος ήταν Μεσσίας για τους Μουσουλμάνους και Αντίχριστος για τους Χριστιανούς. Ποιοι ήταν εκείνοι που θα επιβεβαίωναν τις αποκαλυπτικές προφητείες περί τέλους του κόσμου, οριστικής νίκης επί του Αντίχριστου και Δευτέρας Παρουσίας; Φυσικά, οι αστρονόμοι. Στο παρόν άρθρο θα εστιάσουμε στον αστρονόμο εκείνο που πρόβλεψε τον θάνατο του Σουλεϊμάν, την καταστροφή του Αντίχριστου, την πτώση μιας ολόκληρης θρησκείας και μιας αυτοκρατορίας και την κυριαρχία της Ευρώπης. Πρόκειται για τον Δανό αστρονόμο Τύχο Μπράχε (1546-1601).

Η σταδιοδρομία του Τύχο Μπράχε στην αστρονομία ξεκίνησε το 1566 όταν παρατήρησε μια σεληνιακή έκλειψη και έφτιαξε το ωροσκόπιο του Σουλτάνου Σουλεϊμάν τον Μεγαλοπρεπή. Ο Τύχο προέβλεψε ότι ο Σουλτάνος, ο οποίος είχε βυθίσει την Ευρώπη στον τρόμο και είχε ονομαστεί από τον Μαρτίνο Λούθηρο ως ο Αντίχριστος, θα πέθαινε σύντομα. Ο Σουλεϊμάν, τελικά, πέθανε λίγες μέρες πριν την πρόβλεψη του Τύχο Μπράχε. Αυτό ήταν ένα οδυνηρό μάθημα για τον Δανό αστρονόμο. Σε επόμενες μελέτες του, οι αστρολογικές ερμηνείες του για τον υπερκαινοφανή αστέρα του 1572, τον κομήτη του 1577 και την πλανητική σύνοδο του 1592 προέβλεπαν ριζικές αλλαγές στον πολιτικό και θρησκευτικό κόσμο. Χωρίς να κάνει ρητή αναφορά, ήταν σαφές ότι οι προβλέψεις του αναφέρονταν στην Οθωμανική Αυτοκρατορία. Έλεγε, χαρακτηριστικά, για τον κομήτη του 1577 ότι προοιωνίζει εξαιρετικά μεγάλη θνησιμότητα, που όμοιά της δεν είχε φανεί για πολλά έτη. Τα αποτελέσματά της θα επηρέαζαν περισσότερο τα βασίλεια που βρίσκονταν προς τη Δύση της Ευρώπης και οι περιοχές εκείνες θα πλήττονταν περισσότερο από τους Οθωμανούς. Οι προβλέψεις του αφορούσαν γενικώς τους Οθωμανούς, κυρίως επειδή συσχέτιζε την πτώση της αυτοκρατορίας με την πτώση μιας συγκεκριμένης θρησκείας και έναν κοσμολογικό πόλεμο ανάμεσα στο καλό και το κακό. Η αστρονομία του Τύχο ήταν άμεσα συνδεδεμένη με την αστρολογική πρόβλεψη της πτώσης των Οθωμανών.

Στο δεύτερο μισό του 17^{ου} αιώνα κυκλοφορούσε ένα ανώνυμο αστρολογικό κείμενο με τον τίτλο «Προβλέψεις της αιφνίδιας και ολικής καταστροφής της Τουρκικής Αυτοκρατορίας και της θρησκείας του Μωάμεθ: Σύμφωνα με τις απόψεις του Λόρδου Τύχο Μπράχε...». Το κείμενο αυτό είχε σκοπό να δείξει ότι οι πολλές εμφανίσεις κομητών που είχαν παρατηρηθεί εκείνο το διάστημα αποτελούσαν οιωνούς μεγάλων αλλαγών και της οριστικής πτώσης της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας. Οι ίδιοι οι ουρανοί, δηλαδή, ήταν εκεί-

νοι που έφερναν ένα μήνυμα αισιοδοξίας που αφορούσε τον πολιτικό κόσμο. Ας επιστρέψουμε, όμως, στον Τύχο. Το ενδιαφέρον του Δανού αστρονόμου για την Ανατολή και τους Οθωμανούς δεν εξαντλούνταν στις αποκαλυπτικές ερμηνείες. Αρκετοί Δανοί σπουδαστές που βρίσκονταν στην Ιταλία ταξίδευαν προς την Ανατολή. Ο Τύχο αλληλογραφούσε με τον σημαντικό γεωγράφο Giovanni Antonio Magini, ο οποίος τον ενημέρωνε για τις έρευνές του σχετικά με κείμενα και γεωγραφικές περιοχές που ήταν σημαντικές για την αρχαία αστρονομία. Ο Τύχο, μάλιστα, συνέστησε στον Magini την κατασκευή ενός αστεροσκοπείου στην Αλεξάνδρεια του Πτολεμαίου με σκοπό τον προσδιορισμό του γεωγραφικού πλάτους. Ο Magini αξιοποίησε τις γνωριμίες του στην αυλή της Βενετίας για να έχει την υποστήριξη των Οθωμανών. Η κυβέρνηση της Βενετίας έστειλε έναν αστρονόμο στην Αλεξάνδρεια για να ξεκινήσουν οι πρώτες εργασίες. Από την πλευρά του, ο Τύχο επιχείρησε να προωθήσει αυτή την ιδέα μέσα από έναν σύνδεσμο που είχε στην αυλή των Αψβούργων, τον Jacob Kurtz, στενό σύμβουλο του Αυτοκράτορα Ροδόλφου II. Ο Τύχο πίστευε αρκετά σε αυτή την ιδέα και είχε προσπαθήσει να στείλει και έναν από τους καλύτερους μαθητές του στην αστρονομία, τον Gellius Sascridus (το όνομά του έχει πάρει και ένας κρατήρας στη Σελήνη), ενώ φιλοδοξούσε να στείλει και τον γιο του Tycho Tygesen Brahe. Τελικά, για άγνωστους λόγους, το εγχείρημα κατασκευής του αστεροσκοπείου δεν προχώρησε.

Οι αστρονομικές και αποκαλυπτικές έρευνες του Τύχο, οι οποίες έφερναν αρνητικές προβλέψεις για τους Τούρκους, λειτουργούσαν προς όφελος του Ροδόλφου II ο οποίος βρισκόταν σε σύγκρουση με την Οθωμανική Αυτοκρατορία. Η

αστρονομία/αστρολογία μπορούσε να αποτελέσει έναν πολιτικό μοχλό πίεσης στα πολιτικά πράγματα. Ο Τύχο, επομένως, εξοπλισμένος με αστρονομικά όργανα και μία αντι-Οθωμανική αστρολογία αποφάσισε να ταξιδέψει προς αναζήτηση ενός νέου πάτρωνα. Ήταν ήδη ένα από τα πιο κεντρικά πρόσωπα στην ευρωπαϊκή πολιτική σκηνή, χρησιμοποίησε τις επαφές του στην αυλή των Αψβούργων και επιδίωξε την πατρωνία του Ροδόλφου II. Εξαιτίας των επιδρομών των Οθωμανών στη Βιέννη, στη δεκαετία του 1580 ο Ροδόλφος II μετέφερε την πρωτεύουσα της Αγίας Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας από τη Βιέννη στην Πράγα. Στην επόμενη δεκαετία ο Ροδόλφος II έπρεπε να αντιμετωπίσει μια νέα κρίση. Ο πόλεμος με την Οθωμανική Αυτοκρατορία ξεκίνησε εκ νέου, επιδημίες βασάνιζαν τον λαό και οι γραφειοκρατικοί μηχανισμοί της Αυτοκρατορίας βρίσκονταν στα πρόθυρα κατάρρευσης. Αυτό που χρειαζόταν ήταν μια συσπείρωση απέναντι στον κίνδυνο των Οθωμανών. Άρχισαν να κυκλοφορούν κείμενα που είχαν έναν έντονο αποκαλυπτικό τόνο και έδιναν έμφαση στη μεγάλη απειλή που αντιμετώπιζε ο Χριστιανισμός από την Οθωμανική Αυτοκρατορία. Το τέλος του κόσμου έμοιαζε κοντά. Ο Ροδόλφος II αποτελούσε τη φυσική ενσάρκωση του προστάτη του Χριστιανισμού. Αυτό που έκανε ήταν να επινοήσει για τον εαυτό του μια νέα ταυτότητα. Εμφανιζόταν ως ο σωτήρας της Ευρώπης και ο πραγματικός κληρονόμος της Κωνσταντινούπολης. Η Πράγα, όχι μόνο με πολιτικούς αλλά και πολιτισμικούς όρους, θεωρείτο διάδοχος της Κωνσταντινούπολης. Ο Ροδόλφος χρειαζόταν απεγνωσμένα τον Τύχο Μπράχε και άλλους ανθρώπους των επιστημών και των τεχνών, όχι μόνο για να προβλέψει και να κηρύξει το τέλος του κόσμου αλλά και για να νικήσει πολιτισμικά τους Τούρκους. Η παρουσία του Τύχο στην αυλή του ήταν επίδειξη δύναμης απέναντι στην απειλή της Ανατολής. Υπό αυτή την έννοια, η διαμάχη με την Οθωμανική αυτοκρατορία δεν ήταν μόνο πολιτική και θρησκευτική αλλά αστρονομική και κοσμολογική.

Μέσα σε ένα σκηνικό αποκάλυψης, το οποίο τροφοδοτήθηκε και από την «άλλη» πλευρά και θα το δούμε στο επόμενο άρθρο, ο Τύχο Μπράχε έγινε γνωστός μεταξύ των Ευρωπαίων ως ο σπουδαιότερος αστρονόμος. Οι ακριβείς παρατηρήσεις του επικύρωναν τις αποκαλυπτικές προφητείες. Επομένως, ας θέσουμε δύο ερωτήματα. Είχαμε παραγωγή νέας αστρονομικής και αστρολογικής γνώσης από τον Τύχο; Ναι. Είχαμε παραγωγή συγκεκριμένης πολιτικής μέσω της νέας γνώσης; Ναι. Ο κόσμος άλλαξε μέσα από ένα σύμπλεγμα γνώσης και εξουσίας. Τα αποτελέσματα της γνώσης και της εξουσίας ήταν πέρα για πέρα αληθή και άφησαν το ιστορικό τους αποτύπωμα στον κόσμο.

