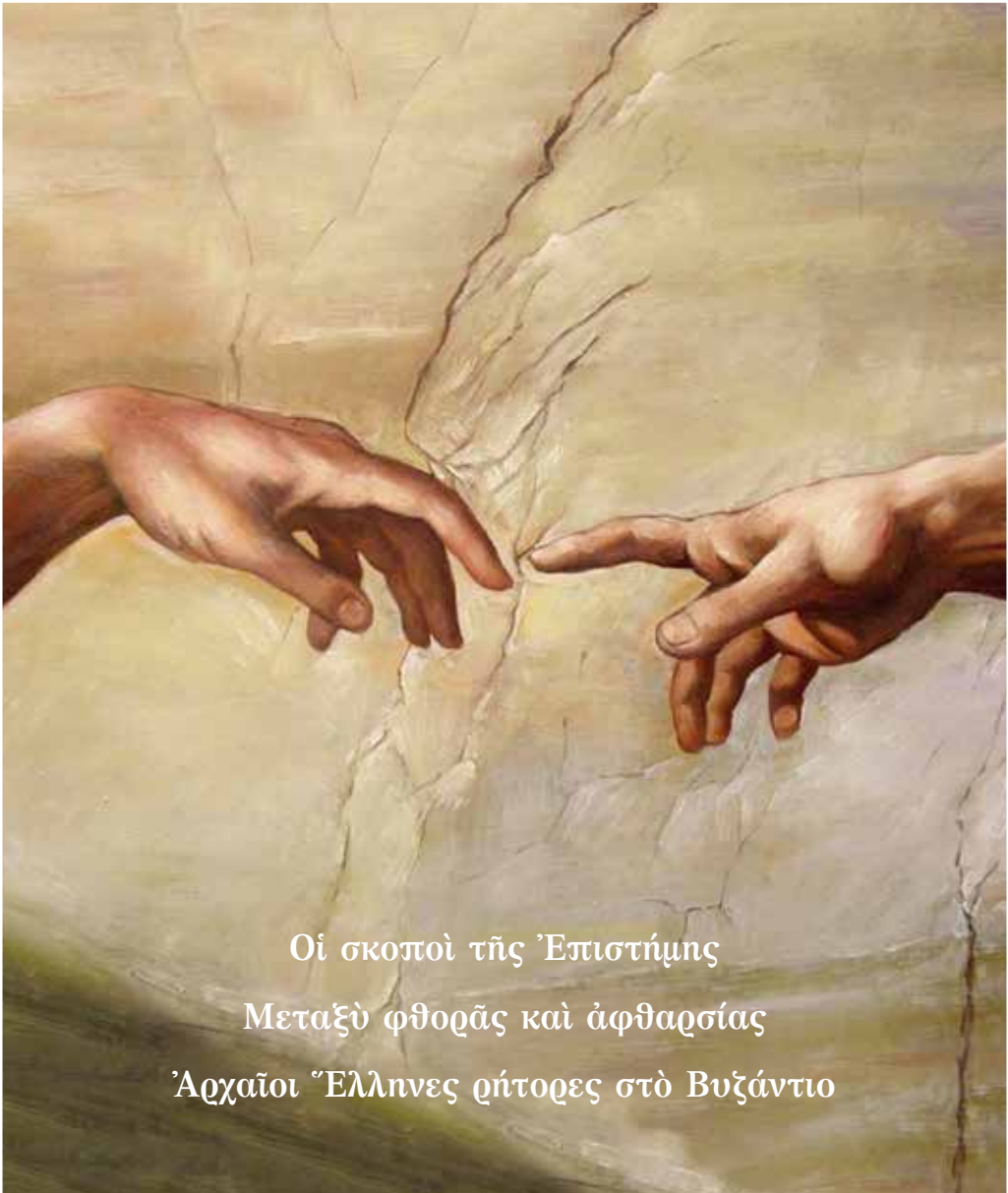


ΑΚΤΙΝΕΣ

ΕΠΙΣΤΗΜΗ-ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ-ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ-ΓΡΑΜΜΑΤΑ-ΤΕΧΝΗ

ΕΤΟΣ 76^ο | **ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ - ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2013** | ΑΡΙΘ. 742



Οί σκοποὶ τῆς Ἐπιστήμης
Μεταξὺ φθορᾶς καὶ ἀφθαρσίας
Ἄρχαῖοι Ἕλληνες ῥήτορες στὸ Βυζάντιο

ΟΙ ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

Τὸ ἐρώτημα ποιοὶ εἶναι «οἱ σκοποὶ τῆς Ἐπιστήμης» ἔχει διάφορες σημαντικὲς πλευρὲς. Εἶναι προφανὲς ὅτι ἡ κύρια ἀποστολὴ τῆς Ἐπιστήμης εἶναι ἡ γνώση. Ἀλλὰ γιὰ ποιοὺ σκοπὸ γίνεται ἡ αὐξηση τῆς γνώσης; Εἶναι μόνο γιὰ νὰ ικανοποιήσουμε τὴν περιέργειά μας, γιὰ νὰ κατανοήσουμε τὴ Φύση γύρω μας, ἢ ἔστω ὀλόκληρο τὸ Σύμπαν; Ἡ μήπως κύριος σκοπὸς τῆς Ἐπιστήμης εἶναι ἡ βελτίωση τῆς ζωῆς μας ὡς ἀτόμων καὶ ὡς κοινωνίας;



Ὁ ἄποστολὴς νὰ πεί κανεὶς ὅτι οἱ δύο αὐτοὶ σκοποὶ εἶναι συμπληρωματικοὶ καὶ ὄχι ἀντίθετοι. Ἀλλὰ τὸ θέμα τῆς προτεραιότητος ἔχει ιδιαίτερη σημασία, ὅταν τίθενται θέματα χρηματοδοτήσεως τῶν διαφόρων ἐρευνῶν.

Ὅταν ἡ κυβέρνησις τῶν Ἡνωμένων Πολιτειῶν πρόκειται νὰ χρηματοδοτήσῃ ἐρευνες γιὰ τὴν Ἀστρονομία ἢ γιὰ τὸν καρκίνο, σὲ ποῦδ θέμα θὰ δώσει προτεραιότητα; Ἡ ἀπάντησις εἶναι «οὔτε στὸ ἓνα οὔτε στὸ ἄλλο». Ἡ προτεραιότητα δίδεται πάντα στὴν πολεμικὴ βιομηχανία. Ἔτσι ἔρχονται στὴν ἐπιφάνεια ἄλλοι σκοποὶ, ποὺ μμποροῦν νὰ παίξουν σημαντικό ρόλο στὴν ἀνάπτυξη τῆς Ἐπιστήμης. Ἡ Ἐπιστήμη μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθῇ γιὰ τὴ βελτίωση τῆς ζωῆς τῶν ἀνθρώπων, ἀλλὰ καὶ γιὰ τὸν πόλεμο καὶ τὴν καταστροφή.

Ἐδῶ ὑπεισέρχονται πολὺ σοβαρὰ προβλήματα ἐπιστημονικῆς ἠθικῆς. Εἶναι ἐπιτρεπτό σὲ ἓναν ἐπιστήμονα νὰ ἐργάζεται στὴν ἀνάπτυξη πυρηνικῶν ὄπλων; Ἄς μὴ σπεύσουμε νὰ κάνουμε γενικοὺς ἀφορισμοὺς. Ὅταν ὑπῆρχαν σαφεῖς πληροφορίες ὅτι ὁ Χίτλερ σκόπευε νὰ ἀναπτύξῃ πυρηνικὰ ὄπλα, δὲν ἔκαναν καλὰ οἱ Ἡνωμένες Πολιτεῖες ποὺ ἔσπευσαν νὰ ἀναπτύξουν πρῶτες τὴν ἀτομικὴ βόμβα;

Ἄλλος, παράπλευρος σκοπὸς τῆς Ἐπιστήμης εἶναι ἡ οἰκονομικὴ ἀνάπτυξη καὶ ἐπικράτησις. Μὲ ἠθικὰ ἢ ἀνῆθικα μέσα. Π.χ., μπορεῖ ἡ βιομηχανία νὰ ἀναπτύξῃ φθηνότερα καὶ καλύτερα ὑλικά καὶ νὰ κερδίσει βοηθώντας τοὺς ἀνθρώπους. Ἀλλὰ μπορεῖ ὀρισμένα κράτη νὰ ἐκμεταλλευθοῦν μέχρις ἐξοντώσεως ἄλλα, ἀσθενέστερα κράτη.

Ἄλλος ἀκόμη παράγων ποὺ παίξει σημαντικό ρόλο στὴν ἀνάπτυξη τῆς Ἐπιστήμης εἶναι τὸ γόπτρο. Ὅταν οἱ Ρῶσοι ἔστειλαν πρῶτοι τὸν Sputnik στὸ

διάστημα, οί Άμερικανοί ταράχθηκαν τόσο πολύ, ώστε διέθεσαν άπεριορίστα χρήματα για την ανάπτυξη του διαστημικού προγράμματος και τελικά έστειλαν άστροναύτες στη σελήνη.

Άλλά τὸ γόπτρο εἶναι κίνητρο και για πολλά άλλα επιτεύγματα κρατῶν, έρευνητικῶν κέντρων ἢ ατόμων. Ὁ άγώνας για την προβολή ένδὸς έπιστήμονος μπορεί να ξεκινάει από την αναζήτηση μιᾶς θέσεως σὲ ένα πανεπιστήμιο ἢ σὲ ένα έρευνητικὸ κέντρο, αλλά συνεχίζεται στην προσπάθεια εξασφάλισης χρηματικῶν κονδυλίων, μέχρι τὴ δημιουργία ένός «μονοπωλίου» σὲ όρισμένους τομείς τῆς Ἐπιστήμης. Ἐνα παράδειγμα ἦταν ὁ συναγωνισμός στὸ CERN μεταξὺ δύο ομάδων πὸν προσπαθοῦσαν να βροῦν τὰ σωμάτια W^+ , W^- και Z . Ὁ Rubbia με τὸν van der Meer προηγήθηκαν και πῆραν τὸ βραβείο Nobel. Άλλά μερικοί αναφέρουν ὅτι, όταν ὁ Rubbia ανακοίνωσε τὰ πρῶτα αποτελέσματα, δὲν εἶχε άκόμη τὰ πλήρη στοιχεία και τὰ «συμπλήρωσε» με εικαζόμενα δεδομένα, δηλαδὴ με κάτι ανεπίτρεπτο έπιστημονικά.

Στὰ έπόμενα θὰ ασχοληθοῦμε με μερικούς έπιμέρους σκοποὺς τῆς Ἐπιστήμης.

1. Γνώση

Ὁ πρῶτος σκοπὸς τῆς Ἐπιστήμης εἶναι ἡ συγκέντρωση γνώσεων. Οἱ γνώσεις αὐτὲς αναφέρονται κατὰ πρῶτον στὴ Φύση, στὴν καταγραφή τοῦ περιβάλλοντος κόσμου και τῶν φαινομένων πὸν τὸν διέπουν. Ὁ άνθρωπος μελέτησε τὰ γύρω του φαινόμενα με τὴν παρατήρηση και τὸ πείραμα (Φυσική, Χημεία, Βιολογία). Προχώρησε στὴ μαθηματικὴ ανάλυση τῶν δεδομένων. Ἐπεκτάθηκε στὸ διάστημα πέραν τῆς Γῆς με τὴν Ἀστρονομία, και έφθασε να μελετᾷ τὸ

Οἱ πληροφορίες πὸν παίρνουμε ἀπὸ τὴ Φύση δὲν ἀρκοῦν για τὴν έρμηνεία τῆς. Χρειάζεται έπιπλέον ἡ κατανόηση τῶν νόμων τῆς Φύσεως. Τὰ διάφορα φυσικὰ φαινόμενα ὑπόκεινται σὲ νόμους, οἱ ὁποῖοι εἶναι παγκόσμιοι.

όλο Σύμπαν. Παράλληλα αναπτύχθηκαν οἱ ιατρικὲς έπιστῆμες, οἱ οικονομικὲς και κοινωνικὲς έπιστῆμες, ἡ ἱστορία κλπ.

Ὅλη αὐτὴ ἡ γνώση καταγράφηκε σὲ άπειράριθμα βιβλία, πὸν γεμίζουν τὶς βιβλιοθῆκες ὅλου τοῦ κόσμου. Άλλά σήμερα ἡ σημασία τῶν βιβλίων περιορίζεται, και πρῶτη θέση στὴν καταγραφή και διάδοση τῶν νέων πληροφοριῶν καταλαμβάνουν οἱ ὑπολογιστὲς και τὸ διαδίκτυο. Τὰ νέα παιδιὰ, ἀπὸ τὴ στιγμή πὸν μαθαίνουν να διαβάζουν, μπαίνουν στὸν κόσμο τῶν ὑπολογιστῶν, πὸν τοὺς χαρίζει άπίστευτες δυνατότητες να γνωρίσουν ὅλες τὶς πλευρὲς τῆς γνώσης. Ἐτσι, ένας νεαρὸς μαθητὴς μπορεί να παρακολουθεῖ ὄχι μόνο τί γίνεται στὴν ἄλλη ἄκρη τῆς γῆς, αλλά και τὶς τελευταίες έρευνες στὰ εργαστήρια, στὰ νοσοκομεία, στὸ διάστημα. Ἄρκει να σημειώσει μερικὲς λέξεις-κλειδιά, για να δει μπροστὰ του ὅλες τὶς εξελίξεις τῆς Ἐπιστήμης.

Τὰ τελευταία χρόνια παρακολουθήσαμε μερικὲς έντυπωσιακὲς εξελίξεις στὴν Ἐπιστήμη. Μιὰ τέτοια εξέλιξη ἦταν τὸ γονιδίωμα τοῦ ανθρώπου, πὸν άνοιξε τεράστιες δυνατότητες για τὴ μελέτη τῆς ζωῆς και για τὴ θεραπεία άσθενειῶν. Μιὰ ἄλλη σημαντικὴ ανακάλυψη άφορᾷ τὸ Σύμπαν, τὸ ὅτι ἡ διαστολή τοῦ Σύ-

μπαντος επιταχύνεται. Υπάρχουν δύο περίοδοι επιταχύνσεως της διαστολής του Σύμπαντος. Η πρώτη βρέθηκε από τον Έλληνα Δημοσθένη Καζάνα και έγινε κατά τα πρώτα στάδια της ζωής του Σύμπαντος. Η περίοδος εκείνη, που έφερε μια απότομη μεγέθυνση του Σύμπαντος κατά έναν παράγοντα 10^{50} - 10^{100} , ονομάζεται πληθωρισμός. Η δεύτερη περίοδος, που άρχισε πριν από επτά δισεκατομμύρια έτη, συνεχίζεται μέχρι σήμερα και οφείλεται σε μια σκοτεινή ενέργεια που σπρώχνει συνεχώς προς τα έξω το Σύμπαν. Από το άλλο μέρος, η ανακάλυψη του σωματίου Higgs στο CERN μας έδωσε στοιχεία για την εσώτατη δομή της ύλης.

1.1. Έρμηνεία της Φύσης – Φυσικοί νόμοι

Αλλά οι πληροφορίες που παίρνουμε από τη Φύση δεν αρκούν για την έρμηνεία της. Χρειάζεται επιπλέον η κατανόηση των νόμων της Φύσεως. Τα διάφορα φυσικά φαινόμενα υπόκεινται σε νόμους, οι οποίοι είναι παγκόσμιοι.

Όταν ο Νεύτων έκανε τη διαπίστωση ότι το μήλο πέφτει προς τη γη, ενώ η σελήνη δεν πέφτει, οδήγηθηκε στον νόμο της παγκόσμιας έλξης, της βαρύτητας. Ανάλογοι νόμοι διατυπώθηκαν για τις ηλεκτρικές και μαγνητικές δυνάμεις. Πολύ σημαντικό ρόλο στην περίπτωση αυτή έπαιξαν οι περίφημες εξισώσεις Maxwell. Τέλος, διατυπώθηκαν νόμοι για τις πυρηνικές δυνάμεις μεταξύ στοιχειωδών σωματίων. Οι νόμοι αυτοί ήταν βεβαίως προσεγγιστικοί, και άλλοι, ακριβέστεροι νόμοι διατυπώθηκαν αργότερα. Π.χ., η θεωρία του Νεύτωνος βελτιώθηκε με τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας του Einstein. Όμως οι έκτροπες από τον Νόμο του Νεύτωνος είναι εν γένει μικρές. Έπομένως, η νευτώνεια θεωρία παριστᾶ

με αρκετή ακρίβεια τις κινήσεις των πλανητών και των δορυφόρων του ήλιακού συστήματος. Μόνον σε εξαιρετικές περιπτώσεις, όπως στις μελανές όπες, οι διαφορές μεταξύ νευτώνειας και σχετικιστικής δυναμικής είναι σημαντικές (ένα πρόσφατο παράδειγμα που μελετήσαμε είναι ένα σύστημα δύο μελανών όπων· οι κινήσεις μικρών σωμάτων γύρω από τις δύο αυτές μελανές όπες είναι οργανωμένες στη νευτώνεια περίπτωση, ενώ είναι εν γένει χαοτικές στη σχετικότητα).

Μια σημαντική εξέλιξη στους φυσικούς νόμους προήλθε από την εισαγωγή της κβαντικής θεωρίας. Πολλά προβλήματα της φυσικής και της χημείας λύθηκαν με έντυπωσιακό τρόπο χάρη στην κβαντική θεωρία. Π.χ., κατανοούμε σήμερα με μεγάλη ακρίβεια τη δομή των ατόμων και των μορίων και τις αντιδράσεις μεταξύ τους. Επίσης, πολλά δεδομένα της πυρηνικής φυσικής και της φυσικής των στοιχειωδών σωματίων εξηγούνται με τις σύγχρονες θεωρίες που αναφέρονται στις πυρηνικές δυνάμεις.

Πολλοί θεωρούν ότι σήμερα γνωρίζουμε πολύ καλά τους πιο βασικούς και θεμελιώδεις νόμους της Φύσεως. Υπάρχουν τέσσερις βασικές δυνάμεις στη Φύση, η βαρύτης, η ηλεκτρομαγνητική, η ασθενής πυρηνική και η ισχυρή πυρηνική δύναμη. Αλλά ίσως υπάρχουν και άλλα φαινόμενα πέραν των τεσσάρων αυτών δυνάμεων ή νέες εκδηλώσεις των δυνάμεων αυτών. Π.χ., η επιταχυνόμενη διαστολή του Σύμπαντος μπορεί να αποδοθεί στο ότι η βαρύτης είναι άπωστική σε μεγάλες αποστάσεις. Ήξάλλου, η ίδια ή έννοια της δυνάμεως στη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας αντικαθίσταται από την καμπύλωση του χωροχρόνου.

Τα τελευταία χρόνια έγινε σαφές ότι πολύ μεγάλη σημασία στη Φύση παίζουν τα μη γραμμικά φαινόμενα, όπως το χάος, που υπάρχει τόσο στην κλασική όσο και

στην κβαντική φυσική. Ένα χαρακτηριστικό κλασικό παράδειγμα χάους εμφανίζεται στο πρόβλημα των τριών σωμάτων. Όταν δύο από τα τρία σώματα συγκρουστούν, δεν εμφανίζεται χάος, ενώ, αν τα τρία σώματα συγκρουστούν συγχρόνως, παρουσιάζεται χάος κοντά στο σημείο συγκρούσεως. Μερικοί ταυτίζουν το χάος με την τύχη. Όμως το χάος είναι απόλυτως ντετερμινιστικό, δηλαδή οι τροχιές των σωμάτων ακολουθούν αυστηρούς νόμους, ενώ ή τύχη ακολουθεί μόνον στατιστικούς νόμους. Γι' αυτό ή μελέτη του χάους αποτελεί ένα σημαντικό και ενδιαφέρον σύγχρονο θέμα έρευνας.

Σημαντικές προόδους στη σύγχρονη Φυσική αποτελούν οι μελέτες με ήλε-

που έντυπωσιάζουν. Επίσης, διαθέτουμε πληροφορίες για την εξέλιξη των αστέρων και των γαλαξιών, που ήσαν άδιανόητες τα προηγούμενα έτη. Τέλος, οι υπολογιστές βοήθησαν στην ανάπτυξη των ίδιων των μαθηματικών με τεράστια προγράμματα, όπως τό "Mathematica", που υπολογίζει μαθηματικούς τύπους και όχι άπλως αριθμητικά στοιχεία ή στατιστικά στοιχεία.

Μια άλλη σημαντική εξέλιξη της Έπιστήμης έγινε στη Βιολογία. Είναι έντυπιακό ότι, ενώ, όταν άρχισε επισήμως ή μελέτη του ανθρώπινου γονιδιώματος τό 1990, υπολόγιζαν ότι θα ολοκληρωθεί μέσα σε 15 χρόνια (και θα περιελάμβανε πάνω από 3 δισεκατομμύρια νουκλεοτίδια), έντούτοις, με την καλή οργάνωση της διεθνούς συνεργασίας υπό τον Francis Collins και με τη χρησιμοποίηση αυτοματοποιημένων μεθόδων, τό κύριο μέρος του προγράμματος αυτού ούσιαστικά τελείωσε σε δέκα μόνο χρόνια, τό 2000. Επίσης, έχουν γίνει τεράστιες πρόοδοι στη μελέτη της λειτουργίας των ίων και των κυττάρων και των πολυσύνθετων οργανισμών. Ένας ζωντανός οργανισμός δεν είναι άπλως τό άθροισμα των επιμέρους ατόμων και μορίων του. Καίτοι ό οργανισμός αποτελείται από άτομα και μόρια, έντούτοις έχει αναπτύξει νέες (όλιστικές) ιδιότητες, που δεν υπάρχουν στο άτομικό και τό μοριακό επίπεδο.

Μια από τις μεγαλύτερες ανακαλύψεις όλων των εποχών είναι τό ότι οι φυσικοί νόμοι που ισχύουν στη Γη ισχύουν μέχρι τα άκρα του ορατού Σύμπαντος. Από τα φάσματα των μακρινών αστέρων και γαλαξιών διαπιστώνουμε ότι παντού στο Σύμπαν υπάρχουν τα ίδια χημικά στοιχεία, και μάλιστα με τις ίδιες έν γενει αναλογίες. Οι φασματικές γραμμές άνταποκρίνονται πλήρως στους νόμους της κβαντικής φυσικής. Τα μαγνητικά

Όσο πιο πολύ προχωρεί ή Έπιστήμη, τόσο βαθύτερα και δυσκολότερα έρωτήματα τίθενται.

κτρονικούς υπολογιστές. Πριν από την ανάπτυξη των ήλεκτρονικών υπολογιστών, οι έρευνητές προσπαθοῦσαν να βροῦν μαθηματικούς τύπους που να περιγράφουν τα διάφορα φαινόμενα. Άλλά αυτό ήταν έν γενει αδύνατο. Ό διάσημος μαθηματικός Poincaré είχε προσπαθήσει να περιγράψει τα χαρακτηριστικά του χάους (γι' αυτό θεωρείται «πατέρας του χάους»), αλλά κατέληξε ότι τό θέμα αυτό όδηγοῦσε σε τόσο πολύπλοκες καμπύλες, «που δεν θα προσπαθοῦσε καν να τις ίχνογραφήσει».

Άργότερα όμως, με τη χρήση των ήλεκτρονικών υπολογιστών, μπορέσαμε να δοῦμε τα γενικά χαρακτηριστικά του χάους, όπως τα fractals και τα φαινόμενα διαχύσεως. Σήμερα διαθέτουμε καταπληκτικά σχήματα fractals με χρώματα

πεδία των αστερών εξηγούνται με τις εξισώσεις Maxwell. Οί πηγές ενέργειας στο έσωτερικό των αστερών εξηγούνται με βάση τις πυρηνικές δυνάμεις που μελετούμε στα πιά μεγάλα εργαστήρια της γης. Τέλος, οί κινήσεις των αστερών και των γαλαξιών εξηγούνται με τους νόμους του Νεύτωνος και του Einstein. Π.χ., ή διαστολή του Σύμπαντος άποτελεί μία άπό τις πιά σημαντικές συνέπειες της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας.

Άλλά ή έρμηνεία της Φύσεως δέν σταματάει έδω. Γιατί, όσο πιά πολύ προχωρεί ή Έπιστήμη, τόσο βαθύτερα και δυσκολότερα έρωτήματα τίθενται. Ύπάρχουν σήμερα τρία βασικά μέτωπα στην Έπιστήμη.

(1) Η μικροσκοπική δομή των ατόμων της ύλης άποτελείται άπό πρωτόνια, νετρόνια και ήλεκτρόνια (ή τά αντίστοιχα αντιπρωτόνια, αντινετρόνια και ποζιτρόνια). Τά πρωτόνια και τά νετρόνια άποτελούνται άπό κουάρκς που συνδέονται με γλουόνια. Ύπάρχουν άκόμη όμως τά σωματία W^+ , W^- , Z και άλλα «στοιχειώδη» σωματία. Άλλά μήπως και αυτά τά σωματία είναι σύνθετα; Μερικοί ύποστηρίζουν ότι τά κουάρκς άποτελούνται άπό μικρότερα σωματία, που όνομάζονται πρεόνια.

Τελευταία αναπτύχθηκαν θεωρίες που θεωρούν τά στοιχειώδη σωματία ως δονήσεις μικρών χορδών (ύπερχορδών). Οί ύπερχορδές αυτές είναι πολύ μικρότερες άπό τις διαστάσεις των βασικών σωματίων του πυρήνος (πρωτονίων και νετρονίων), που είναι της τάξεως των 10^{-13} cm. Αντιθέτως, οί ύπερχορδές έχουν διαστάσεις της τάξεως των 10^{-35} cm, δηλαδή είναι άσύγκριτα μικρότερες. Για τόν λόγο αυτό οί θεωρίες αυτές δέν κατόρθωσαν άκόμη νά ύποδείξουν ούτε ένα πείραμα που θά έλέγξει την ύπαρξη των ύπερχορδών. Έξάλλου, δέν ύπάρχει

μία μόνο θεωρία ύπερχορδών, άλλα πέντε βασικές θεωρίες, που έχουν κάποιες σχέσεις μεταξύ τους. Έτσι διατυπώθηκε ή άποψη ότι οί πέντε αυτές θεωρίες είναι έκφράσεις μιας «μυστηριώδους» ένοποιητικής θεωρίας Μ. Πολλοί προσπάθησαν νά βρουν την ένοποιητική αυτή θεωρία Μ, χωρίς όμως άποτέλεσμα. Και τελευταία ό S. Hawking και άλλοι διατύπωσαν την άποψη ότι ή θεωρία Μ δέν είναι τίποτε άλλο παρά τó σύνολο των πέντε θεωριών ύπερχορδών. Δέν ύπάρχει, λένε, μία παραγματικότητα, άλλα πολλές. Και μάλιστα κατ' έπέκταση ύποστηρίζουν ότι ύπάρχει ένα σύνολο 10^{500} θεωριών, που αντιπροσω-

*Η έσχατη δομή της ύλης
παραμένει σήμερα ένα θε-
μελιώδες πρόβλημα.
Τό δεύτερο μέτωπο της
Φυσικής άφορᾷ τή δομή
του Σύμπαντος.*

πεύουν όλα τά δυνατά Σύμπαντα. Τελευταία, μάλιστα, όρισμένοι μιλούν για περισσότερες άπό 10^{10000} θεωρίες, που άντιστοιχούν σε διάφορα σύμπαντα.

Οί τελευταίες έρευνες στο CERN, για τις όποιες έχει γίνει τόσος λόγος τελευταία, δέν πλησιάζουν καν την περιοχή ισχύος της θεωρίας των ύπερχορδών. Άσχολούνται κυρίως με την έπιβεβαίωση του βασικού προτύπου (του Standard Model) των στοιχειωδών σωματίων, και έχουν δώσει άποδείξεις για την ύπαρξη του σωματίου Higgs, που δημιουργεί τή μάζα των υπόλοιπων σωματίων. Προσπαθούν επίσης νά έλέγξουν όρισμένες θεωρίες πέραν του βασικού προτύπου, όπως είναι ή θεωρία της ύπερσυμμετρίας, χωρίς όμως νά έχουν μέχρι της

στιγμής αυτής καθόλου θετικά αποτελέσματα. Οι ενέργειες που επιτυγχάνουν στο LHC (Large Hadron Collider) του CERN θα φθάσουν τα 7000 GeV (Giga electron Volts). Άλλα, για να βρεθούν οι υπερχορδές, χρειάζονται ενέργειες της τάξεως των 10^{20} GeV! Έπομένως, η έσχατη δομή της ύλης παραμένει σήμερα ένα θεμελιώδες πρόβλημα.

(2) Το δεύτερο μέτωπο της Φυσικής αφορά τη δομή του Σύμπαντος. Το Σύμπαν αποτελείται από αστέρες και μεσοαστρική ύλη, που συγκροτούν τους γαλαξίες και τα σμήνη και υπερσμήνη

Όταν πλησιάζουμε προς τα πίσω, στην αρχή του Big Bang, χάνουμε πλέον τις έννοιες του χώρου και του χρόνου. Η αρχή του Σύμπαντος είναι πέρα από τα όρια της Έπιστήμης. Είναι καθαρά θέμα μεταφυσικής.

γαλαξιών. Άλλα εκτός από τους αστέρες και τη μεσοαστρική ύλη, οι γαλαξίες φαίνεται ότι περιέχουν τεράστια ποσά άορατης ύλης (σκοτεινής ύλης), της οποίας η φύση μᾶς είναι άγνωστη. Τέλος, η επιταχυνόμενη διαστολή του Σύμπαντος μαρτυρεί την ύπαρξη μᾶς τεράστιας σκοτεινής ενέργειας που κυριαρχεί σε όλο το Σύμπαν. Η όλη ύλη-ένεργεια του Σύμπαντος υπολογίζεται ότι κατά 73% αποτελείται από σκοτεινή ενέργεια, 23% σκοτεινή ύλη και μόνο 4% φωτεινή ύλη. Δηλαδή, όλο το πλήθος των αστερών και των γαλαξιών που παρατηρούμε με τα τηλεσκόπιά μας αποτελεί μόνο το 4%

του ύλικού που συγκροτεί το Σύμπαν.

Ένα άλλο τεράστιο πρόβλημα αποτελεί η αρχή του Σύμπαντος. Όσο πιο μακριά παρατηρούμε με τα τηλεσκόπιά μας, τόσο πιο κοντά φθάνουμε στην κατάσταση του αρχικού Σύμπαντος. Η ηλικία του Σύμπαντος είναι περίπου 14 δισεκατομμύρια έτη. Έπομένως, όταν παρατηρούμε έναν γαλαξία σε απόσταση 13 δισεκατομμυρίων ετών φωτός, βλέπουμε πώς ήταν ο γαλαξίας αυτός 1 δισεκατομμύριο έτη από την αρχική έκρηξη του Σύμπαντος.

Για να προχωρήσουμε πιο κοντά στην αρχή του Σύμπαντος, χρησιμοποιούμε όλες τις γνώσεις μας της αστρονομίας και της φυσικής των υψηλών ενεργειών. Έτσι γνωρίζουμε ότι, όσο πιο κοντά ήμασταν στην αρχή του Σύμπαντος, τόσο πιο μεγάλη ήταν η θερμοκρασία του. Παρατηρούμε την ακτινοβολία μικροκυμάτων, η οποία προέρχεται από τις αρχικές φάσεις του Σύμπαντος, όταν η θερμοκρασία του Σύμπαντος ήταν μερικές χιλιάδες βαθμοί. Πριν από αυτόν τον χρόνο δεν υπήρχαν άτομα, αλλά μόνο στοιχειώδη σωματία στο Σύμπαν. Άλλα στα πρώτα κλάσματα του πρώτου δευτερολέπτου του Σύμπαντος η θερμοκρασία ήταν εκατομμύρια και δισεκατομμύρια βαθμοί.

Οι σημερινές θεωρίες των υψηλών ενεργειών δέχονται ότι στα πρώτα κλάσματα του πρώτου δευτερολέπτου του Σύμπαντος οι διάφορες δυνάμεις της φυσικής ήσαν ένοποιημένες. Π.χ., όταν η ηλικία του Σύμπαντος ήταν 10^{-12} δευτερόλεπτα, ήσαν ένοποιημένες η ηλεκτρομαγνητική δύναμη με την ασθενή πυρηνική δύναμη. Όταν η ηλικία του Σύμπαντος ήταν 10^{-33} δευτερόλεπτα, ήταν ένοποιημένη και η ισχυρή πυρηνική δύναμη, και τέλος, όταν η ηλικία του Σύμπαντος ήταν 10^{-43} δευτερόλεπτα –ό χρόνος αυτός λέγεται «χρόνος Planck»–, ήταν ένοποιημένη και η βαρύτης. Άς μὴ

θεωρήσουμε ότι οί τόσο μικροί αυτοί χρόνοι είναι άσημαντοι· γιατί σ' αυτούς τους μικροσκοπικούς χρόνους ἔγιναν τὰ πιὸ σημαντικὰ γεγονότα στὸ Σύμπαν.

Πρὶν ἀπὸ τὸν χρόνο Planck δὲν ξέρουμε σχεδὸν τίποτε, ἐκτὸς ἀπὸ τὸ ὅτι ἡ Γενικὴ Θεωρία τῆς Σχετικότητας δὲν ἴσχυε στὴν κατάσταση ἐκείνη. Ἀλλὰ οἱ θεωρίες ποὺ προσπαθοῦν νὰ γενικεύσουν τὴ Θεωρία τῆς Σχετικότητας εἶναι ἀκόμη πολὺ ἀβέβαιες. Καὶ ὅταν πλησιάζουμε πρὸς τὰ πίσω, στὴν ἀρχὴ τοῦ Big Bang, ἡ θερμοκρασίᾳ καὶ ἡ πυκνότης τοῦ Σύμπαντος τείνει στὸ ἄπειρο, καὶ χάνουμε πλέον τὶς ἔννοιες τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου. Δὲν θὰ ἀσχοληθῶ σήμερα μὲ τὸ θέμα αὐτό, θὰ τονίσω μόνο ὅτι ἡ ἀρχὴ τοῦ Σύμπαντος εἶναι πέρα ἀπὸ τὰ ὄρια τῆς Ἐπιστήμης. Εἶναι καθαρὰ θέμα μεταφυσικῆς.

(3) Τὸ τρίτο μέτωπο τῆς Φυσικῆς ἀποτελεῖ ἡ μελέτη τῶν πολύπλοκων συστημάτων. Ἐνῶ κατανοοῦμε ἐν πολλοῖς τὴ συμπεριφορὰ τοῦ ἠλιακοῦ συστήματος καὶ ἀπλῶν δυναμικῶν συστημάτων ὅπως ἀτόμων καὶ ἀπλῶν μορίων, ἔχουμε πολλὲς δυσκολίες στὴν κατανόηση πιὸ πολύπλοκων συστημάτων.

Γίνονται συνεχῶς προσομοιώσεις μὲ μεγάλους ἠλεκτρονικούς ὑπολογιστὲς στὸ πρόβλημα τῶν N σωμάτων, ὅπου τὸ N φθάνει τὰ ἑκατομμύρια. Παραδείγματος χάριν, ἔχουν γίνει ἀξιόλογες μελέτες τῆς συμπεριφορᾶς τῶν ἀστέρων ποὺ ἀποτελοῦν ἓνα γαλαξία. Ἐπίσης, ἔχουν μελετηθεῖ ἀριθμητικὰ χημικὲς ἐνώσεις ποὺ περιλαμβάνουν ἑκατοντάδες καὶ χιλιάδες ἄτομα. Ἀλλὰ οἱ περισσότερες δομὲς ποὺ κατασκευάζουμε στοὺς ὑπολογιστὲς μας εἶναι ἀσταθεῖς. Εἴμαστε ἀκόμη στὰ πρῶτα στάδια κατανοήσεως τῶν εὐσταθῶν δομῶν ποὺ διέπουν τὴ ζωττανὴ ὕλη. Γιατὶ τὸ μόριο τοῦ DNA ἔχει τέτοια εὐστάθεια, ὥστε ἀναπαράγεται

πανομοιότυπα μὲ μικρὲς μόνο παραλλαγές; Γιατὶ ὑπάρχει τὸ RNA, οἱ πρωτεΐνες καὶ οἱ ἄλλες πολύπλοκες ἐνώσεις τῆς ζωῆς; Γιατὶ ὑπάρχουν τὰ κύτταρα μὲ τὶς τόσες θαυμαστὲς ιδιότητες; Τέτοια ἐρωτήματα ὑπάρχουν πολλὰ. Καὶ ὅταν μερικὰ ἀπὸ αὐτὰ βρίσκουν τὴ λύση τους, νέα ἐρωτήματα ἀνακύπτουν, ποὺ ἀπαιτοῦν συνεχῶς νέες ἔρευνες.

Ἐνα βασικὸ ἐρώτημα φυσικῆς καὶ μαθηματικῆς ὕφους ποὺ ὑπάρχει στὴ βάση ὅλων αὐτῶν τῶν προβλημάτων εἶναι ἡ διάκριση μεταξὺ τάξης καὶ χάους. Ἔως τώρα ἡ διάκριση αὐτὴ ἔχει γίνει ἐν πολλοῖς κατανοητὴ σὲ συστήματα δύο διαστάσεων. Ἀλλὰ πολὺ λίγα ἔχουν γίνει σὲ συστήματα πολλῶν διαστάσεων. Τὸ θέμα αὐτὸ ἔχει πολὺ μέλλον ἀκόμη καὶ δὲν φαίνεται καθόλου πῶς θὰ εἶναι τὸ τέλος του.

Τὸ συμπέρασμα εἶναι ὅτι τὰ τρία μέτωπα ποὺ ἀνέφερα συγκεντρώνουν τὸ ἐνδιαφέρον τῶν πιὸ σημαντικῶν ἐρευνητῶν τῆς ἐποχῆς μας, ἀλλὰ καὶ τῶν καλύτερων νέων σπουδαστῶν, ποὺ θὰ ἀποτελέσουν τὴν πρωτοπορία τῆς ἔρευνας τοῦ αὐριο.

2. Βελτίωση ζωῆς

Τὸ θέμα αὐτὸ εἶναι τόσο μεγάλο, ποὺ θὰ χρειαζόταν ὄρες, γιὰ νὰ ἀναπτυχθεῖ.

Ἡ ἀνάπτυξη τῆς τεχνολογίας καὶ οἱ ἐφαρμογὲς της στὴν καθημερινή μας ζωὴ, καὶ ἰδιαίτερα στὴν Ἰατρικὴ, ἀποτελοῦν τεράστια κεφάλαια τῆς σημερινῆς Ἐπιστήμης.

Εἶναι ἐντυπωσιακὸ τὸ ὅτι οἱ νέες ἀνακαλύψεις στὴν Ἐπιστήμη βρίσκουν πολὺ σύντομα ἐφαρμογὲς ποὺ πολλαπλασιάζουν τὴν ἀπόδοσί της καὶ βελτιώνουν τὴ ζωὴ τοῦ ἀνθρώπου. Π.χ., ἔχουν γίνει ἐντυπωσιακὲς ἐξελίξεις στὴν Πληροφορικὴ, στὶς τηλεπικοινωνίες καὶ στοὺς

υπολογιστές. Όταν είχαμε αρχίσει να χρησιμοποιούμε συστημιακά ηλεκτρονικούς υπολογιστές στην Αστρονομία γύρω στο 1962, εγώ είχα αναπτύξει τα προγράμματά μου στο Ίνστιτούτο Διαστημικών Έρευνών της NASA στη Νέα Υόρκη. Όταν επέστρεψα στην Ελλάδα, έστειλα σε ένα συνάδελφο στη Νέα Υόρκη τα στοιχεία που ήθελα να μου υπολογίσουν με τη μορφή τρυπημένων καρτών, και μετά από ένα μήνα είχα τα αποτελέσματα ταχυδρομικώς. Παρ' όλη την καθυστέρηση, είχαμε ουσιαστικά άποτελέσματα. Σήμερα, όμως, οί ίδιοι υπολογισμοί μπορούν να γίνουν σε λίγα δευτερόλεπτα με έναν έπιτραπέζιο

Ίατρική οφείλεται στις εφαρμογές της ναυοτεχνολογίας. Η ναυοτεχνολογία χρησιμοποιείται για διαγνωστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς. Π.χ., γίνεται μεταφορά φαρμακευτικών ούσιων, που άπελευθερώνονται μόνο πάνω στα πάσχοντα κύτταρα, χωρίς να πλήττονται τα υγιή. Επίσης, είναι δυνατόν να αντικατασταθούν έλαττωματικά γονίδια με άλλα, υγιή. Μια ανάπτυξη των εξέλιξεων αυτών στην Ελλάδα έγινε τò 2012 στο Ίατροβιολογικό Κέντρο της Ακαδημίας Αθηνών κατά την επέτειο των δέκα έτων λειτουργίας του.

Έρχομαι τώρα σε μερικούς άλλους σκοπούς της Έπιστήμης.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και οί εφαρμογές της στην καθημερινή μας ζωή και ιδιαίτερα στην Ίατρική άποτελούν τεράστια κεφάλαια της σημερινής Έπιστήμης.

υπολογιστί.

Μια τελευταία εξέλιξη που μου έκανε ιδιαίτερη έντύπωση ήταν η έγκατάσταση μιάς δθόνης στο Εύρωπαϊκό Άστεροσκοπείο του Νότου (ESO) στο Μόναχο, χωρίς στην όποία μπορούσαμε να κάνουμε άστρονομικές παρατηρήσεις με τα μεγάλα τηλεσκόπια της Χιλής μέσω δορυφόρου. Κάναμε τις παρατηρήσεις μας άπό τò γραφείο μας, χωρίς να χρειασθεί να πάμε στη Χιλί.

Έξάλλου, οί εφαρμογές της τεχνολογίας στην Ίατρική υπήρξαν θεαματικές. Μια τέτοια εξέλιξη υπήρξε η ρομποτική χειρουργική, με την όποία μπορούν να γίνουν έπεμβάσεις άπό μεγάλη άπόσταση. Η πιο πρόσφατη εξέλιξη στην

3. Άλλοι σκοποί

3.1. Άμυντικοί σκοποί – Πόλεμος

Τα ποσά που διατίθενται για άμυντικούς (και έπιθετικούς) σκοπούς είναι τόσο μεγάλα, ώστε θα μπορούσε να πεί κανείς ότι η πολεμική βιομηχανία είναι κύριος σκοπός της Έπιστήμης. Παρ' όλα αυτά, ό πόλεμος μόνον ως κακό –έστω και άναγκαίο– μπορεί να θεωρηθεί. Αυτό δέν σημαίνει ότι η άμυντική θωράκιση μιάς χώρας δέν είναι άπαραίτητη. Έπομένως, η άμυντική βιομηχανία και οί αντίστοιχη έπιστημονική έρευνα είναι άναγκαίες. Άλλα δέν υπάρχει άμφιβολία ότι οί συμφωνίες άφοπλισμού και έλέγχου των έξοπλισμών είναι άκόμη καλύτερες. Και έδω πρέπει να χρησιμοποιηθεί η Έπιστήμη, για να έλέγχει τις κρυφές πυρηνικές δοκιμές η τή διασπορά των χημικών και βιολογικών όπλων κλπ.

Πάντως, στο θέμα αυτό υπεισέρχονται πολλά ήθικά προβλήματα. Θα δώσουν οί έπιστήμονες ψεύτικα στοιχεία, για να υποστηρίξουν την πολιτική της

κυβέρνησής τους; Κάτι τέτοιο έγινε στην προετοιμασία του τελευταίου πολέμου στο Ιράκ. Δεν υπήρχαν πυρηνικά όπλα, ούτε χημικά και βιολογικά όπλα σε ποσότητες που να απειλούν ολόκληρο τον πλανήτη. Άλλο παράδειγμα αποτέλεσε η ανάπτυξη του πολέμου των άστρων (star war). Διετέθησαν άπιστευτα μεγάλα ποσά για την προετοιμασία ενός πολέμου στο διάστημα, που αποδείχθηκαν στο τέλος άχρηστα μετά την κατάρρευση της Σοβιετικής Ένωσης. Άλλά, βεβαίως, οι πολεμικές βιομηχανίες έχουν κάθε λόγο να προκαλούν πολέμους ή έστω απειλές πολέμων. Γι' αυτό αγωνίζονται με νύχια και με δόντια να διατηρήσουν την επιρροή τους και την παραγωγή των όπλων τους. Και δεν είναι καθόλου εύκολο να μεταφερθούν ξαφνικά όλα τα ποσά του Υπουργείου Άμυνας σε ειρηνικούς σκοπούς. Θυμάμαι μιά χρονιά στις Ήνωμένες Πολιτείες που περίσσεψαν μεγάλα ποσά από τον πόλεμο των άστρων και έπρεπε να διατεθούν εντός ενός ορισμένου έτους. Έβαλαν μιά επιτροπή καθηγητών, για να διαθέσουν τα ποσά αυτά, αλλά όλα έγιναν πρόχειρα.

3.2. Οικονομία

Το επόμενο θέμα είναι η οικονομία, που ενδιαφέρει ιδιαίτερα τη χώρα μας.

Ο πόλεμος δεν είναι ο μόνος τρόπος επικρατίσεως ενός κράτους ή του βιομηχανικού-στρατιωτικού κατεστημένου μέσα σε ένα κράτος. Η οικονομία αποτελεί ένα άλλο πεδίο τεράστιου ανταγωνισμού, που συνεχίζει τον πόλεμο με «ειρηνικά» μέσα. Ο πόλεμος αυτός αρχίζει με την κυριαρχία πάνω στις πρώτες ύλες. Ύδρογονάνθρακες, όρυκτά, σπάνιες ύλες. Οί πόλεμοι για το πετρέλαιο είναι απλώς το τελευταίο βήμα στον πόλεμο της οικονομικής επικρατίσεως. Η χρησιμοποίηση φθηνού εργατικού δυναμικού, ή δημιουρ-

γία εύρεσιτεχνιών (πατεντών) από τις φαρμακοβιομηχανίες, ή καταπάτηση των πατεντών από την Κίνα και από άλλες χώρες έξω από το σύστημα κλπ., αποτελούν επίσης όπλα οικονομικής επικρατίσεως. Π.χ., όταν αναπτύχθηκε η έρευνα του γονιδιώματος, έγιναν νόμοι που απαγορεύουν να γίνονται τα εύρηματα αυτά πατέντες. Άλλά γίνονται τεράστιες προσπάθειες να παρακαμφθούν οί νόμοι αυτοί με τη μεταφορά των εργαστηρίων σε άλλες χώρες, που δεν έχουν απαγορευτική νομοθεσία.

Είναι άπίστευτο το πόσο παγκοσμιοποιημένη είναι η οικονομία σήμερα. Μιά μικρή άναταραχή σε μιά άκρη του πλανήτη μπορεί να κατεβάσει άμέσως έντυπωσιακά τα χρηματιστήρια όλου του κόσμου. Και μιά αισιόδοξη δήλωση όρισμένων πολιτικών προσώπων μπορεί να τα ανεβάσει επίσης ταχύτατα. Άλλά η οικονομία μπορεί να αποτελέσει την ένοποιητική δύναμη μεταξύ των λαών. Όχι μόνο με την παροχή δωρεών στους άσθενέστερους, αλλά κυρίως με τη συνεργασία και την αξιοποίηση όλων των δυνάμεων όλων των λαών της γης.

Δεν θα έπεκταθώ περισσότερο στο θέμα αυτό. Θα αναφερθώ, όμως, σ' ένα τρίτο θέμα, που έχει πολύ σημαντικές προεκτάσεις.

3.3. Όλοκληρωτική κυριαρχία

Στις άρχές του 20ού αιώνα, ο Aldous Huxley έγραψε ένα προφητικό βιβλίο, τό *New Brave World* (Νέος, θαυμάσιος κόσμος), όπου περιγράφει ένα ολοκληρωτικό καθεστώς που κυριεύει τα πάντα, κυρίως τον νοϋ των ανθρώπων. Είναι ένα έφιαλτικό όνειρο. Οί άνθρωποι χωρίζονται από μωρά σε τάξεις. Και οί κατώτερες τάξεις μαθαίνουν μόνο να δουλεύουν και να υπηρετούν τον ήγέτη τους. Στα νηπιαγωγεία των εργατών, τα παιδιά

ἐκπαιδεύονται νὰ ἀποφεύγουν καθετὶ τὸ ὠραίο. Ὅταν πλησιάζουν λουλούδια ἢ ὠραῖες εἰκόνες, δέχονται ὀδυνηρὸς ἠλεκτρικὲς ἐκκενώσεις, ποὺ τὰ κάνουν νὰ τὰ μισήσουν. Καὶ κανεὶς – σχεδόν – δὲν τολμάει ν' ἀμφισβητήσει τὸ καθεστῶς.

Κανεὶς σχεδὸν τότε δὲν φανταζόταν ὅτι οἱ ἐφιαλτικὲς αὐτὲς συνθῆκες θὰ ἐπραγματοποιούντο τόσο γρήγορα. Ἀλλὰ οἱ συνθῆκες στὶς δικτατορίες τοῦ Χίτλερ καὶ τοῦ Στάλιν ξεπέρασαν κάθε φαντασία. Ἔχουν γραφτεῖ πολλὰ γιὰ τὶς

ἀρκετῶν ἐτῶν, εἶδα μιὰ τεράστια ἐκκλησία, τὴ μπρόπολη τοῦ Καζάν, ποὺ εἶχε μετατραπεῖ σὲ ἀθείστο κὸ μουσεῖο. Ἐκεῖ ἔκαναν, μὲ εἰκόνες καὶ σχέδια, ἀντιπαράθεση τῆς Θρησκείας μὲ τὴν Ἐπιστήμη. Π.χ., πλάι σὲ μιὰ εἰκόνα ποὺ παρίστανε τὴ δημιουργία τοῦ κόσμου, ἦταν σχέδια γιὰ μιὰ θεωρία προέλευσης τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος τοῦ Ρώσου ἀστρονόμου Ὁ. Σμίτ (πού, ἂς σημειωθεῖ, κανεὶς δὲν τὸν ἀναφέρει πλέον σήμερα). Δίπλα σὲ μιὰ ἀπλοῖκῃ εἰκόνα ποὺ παρίστανε τὴν ψυχὴ ποὺ φεύγει ἀπὸ τὸν ἄνθρωπο, ὅταν πεθαίνει, ὑπῆρχε περιγραφὴ τῶν πειραμάτων τοῦ Παβλόφ γιὰ τὰ «ὑποθετικὰ ἀντανακλαστικά», δηλαδὴ ὑποτίθεται ὅτι ἡ ψυχὴ δὲν εἶναι παρὰ τὰ «ὑποθετικὰ ἀντανακλαστικά» τοῦ Παβλόφ.

Εὐτυχῶς ὁ νέος, θαυμάσιος κόσμος τοῦ Huxley ἔπαυσε νὰ ὑπάρχει μὲ τέτοιο ἐμφανῆ τρόπο στὶς περισσότερες χώρες τῆς γῆς. Ἀλλὰ ἐξακολουθοῦν νὰ ὑπάρχουν ἐξαιρέσεις. Ὅσοι εἶδαν στὴν τηλεόραση τὴν κηδεῖα τοῦ προέδρου τῆς Βορείου Κορέας εἶδαν τὸν ἀπίστευτο σπαραγμὸ τοῦ λαοῦ κατὰ τὴ διάρκεια τῆς κηδεῖας – ἀληθινὸ ἢ ψεύτικο δὲν ἔχει σημασία.

Υπάρχουν καὶ ἄλλες μορφὲς ὀλοκλήρωσιμῶς σὲ διάφορες χώρες, ἀκόμη καὶ στὶς Ἠνωμένους Πολιτείες – ἀρκεῖ νὰ ἀναφέρω τὰ τελειοποιημένα βασανιστήρια ποὺ ἐπιτρέπονται στὸ Γκουαντάναμο ἢ τὰ βασανιστήρια ποὺ κάνουν Ἀμερικανοὶ σὲ ἄλλες χώρες.

4. Τὰ «ἔσχατα» ἐρωτήματα

Στὸ τελευταῖο μέρος τῆς ὁμιλίας μου, θὰ θίξω ἓνα βασικὸ ἐρώτημα. Δίνει ἢ Ἐπιστήμη ἀπάντηση σὲ ὅλα τὰ βασικὰ ἐρωτήματα τοῦ ἀνθρώπου;

Ἡ ἀπάντηση εἶναι βεβαίως ὄχι. Ὑπάρχουν θέματα ποὺ ξεπερνοῦν τὴν

Μιὰ διαφορετικὴ ἀπάντηση δίνει ἡ Ἀνθρωπικὴ Ἀρχὴ τῆς Φυσικῆς. Ἄν οἱ φυσικοὶ νόμοι ἦσαν διαφορετικοί, δὲν θὰ ὑπῆρχε ἡ ζωὴ, δὲν θὰ ὑπῆρχαμε ἐμεῖς νὰ κάνουμε τέτοιες ἐρωτήσεις. Οἱ φυσικοὶ νόμοι εἶναι ἀπολύτως κατάλληλοι γιὰ τὴν ἀνάπτυξη τῆς ζωῆς καὶ τοῦ ἀνθρώπου.

συνθῆκες ζωῆς στὴ ναζιστικὴ Γερμανία. Ἐξάλλου, ὁ Σολζενίτσιν ἔχει γράψει στὰ βιβλία του Ὁ πρῶτος κύκλος καὶ Γκουλάγκ τὶς συνθῆκες ποὺ ἐπεκράτησαν στὴ Σοβιετικὴ Ἐνωση τοῦ Στάλιν.

Τὸ τραγικὸ εἶναι ὅτι γιὰ τὴν ἐφαρμογὴ τῆς ὀλοκλήρωτικῆς κυριαρχίας χρησιμοποιήθηκαν ὅλα τὰ μέσα τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνολογίας. Ἐξάλλου, ἡ προπαγάνδα χρησιμοποίησε τὰ ἐπιστημονικὰ ἐπιτεύγματα, γιὰ νὰ ὑποβάλλει τὴν κυβερνητικὴ ἰδεολογία σὲ ὅλα τὰ ἐπίπεδα. Ὅταν ἐπισκέφθηκα τὸ Λένινγκραντ πρὸ

Δίνει ή Έπιστήμη απάντηση σε όλα τα βασικά έρωτήματα του ανθρώπου; Η απάντηση είναι βεβαίως όχι. Υπάρχουν θέματα που ξεπερνούν την Έπιστήμη, που βρίσκονται πέρα από τα όρια της έπιστημονικής έρευνας.

Έπιστήμη, που βρίσκονται πέρα από τα όρια της έπιστημονικής έρευνας. Το πρώτο θέμα είναι οί άξιες. Άλλά δέν θα έπεκταθώ στο θέμα αυτό. Η Άκαδημία Άθηνών έχει κάνει μερικά πολύ άξιόλογα διεθνή συνέδρια σχετικά με τις πανανθρώπινες άξιες και αντίστοιχες δημοσιεύσεις, που κυκλοφόρησαν εύρύτατα διεθνώς. Θα αναφερθώ μόνο σε ένα τελευταίο θέμα, που είναι το νόημα του Κόσμου.

4.1 Το νόημα του Κόσμου

Η Έπιστήμη αναζητεί συνεχώς όλο και βαθύτερα αίτια του Κόσμου. Γιατί την ήμέρα έχουμε φως και τη νύχτα σκοτάδι; Διότι την ήμέρα μās φωτίζει ο Ήλιος. Και γιατί φωτίζει ο Ήλιος; Διότι στο έσωτερικό του γίνονται πυρηνικές αντιδράσεις που παράγουν ενέργεια. Γιατί όμως γίνονται αυτές οί πυρηνικές αντιδράσεις; Έδω χρειάζεται να έπιστρατεύσει κανείς όλη τη Φυσική των ύψηλών

ένεργειών, την Κβαντομηχανική και τη Σχετικότητα, για να έξηγήσει πώς γίνονται οί βασικές πυρηνικές αντιδράσεις που μετατρέπουν το ύδρογόνο σε ήλιο, ένώ ένα μέρος της μάζας μετατρέπεται σε ενέργεια σύμφωνα με την έξίσωση του Einstein.

Άλλά τα έρωτήματα δέν σταματούν. Γιατί υπάρχουν αυτές οί φυσικές δυνάμεις, γιατί υπάρχουν τα κβαντικά φαινόμενα, γιατί ή μάζα ούσιαστικά ταύτιζεται με την ενέργεια; Έδω πλέον ή Έπιστήμη σταματά με μιá διαπίστωση: Διότι έτσι είναι οί φυσικοί νόμοι που διέπουν το Σύμπαν. Άρκει όμως αυτό;

Μιá διαφορετική απάντηση δίνει ή Άνθρωπική Άρχή της Φυσικής. Άν οί φυσικοί νόμοι ήσαν διαφορετικοί, δέν θα υπήρχε ή ζωή, δέν θα υπήρχαμε έμεις να κάνουμε τέτοιες έρωτήσεις. Οί φυσικοί νόμοι είναι άπολύτως κατάλληλοι για την ανάπτυξη της ζωής και του ανθρώπου. Άν ή βαρύτης, οί ήλεκτρομαγνητικές δυνάμεις ή οί πυρηνικές δυνάμεις άλλα-

Η ιδέα του Πολυσύμπαντος δέν είναι ούσιαστικά μιá έπιστημονική θεωρία. Διότι κάθε έπιστημονική θεωρία κάνει προβλέψεις και προεκτάσεις που είναι δυνατόν να έλεγχοθούν με την παρατήρηση και το πείραμα. Όταν όμως ξέρει κανείς ότι κανένας έλεγχος δέν μπορεί να υπάρξει στις προβλέψεις του Πολυσύμπαντος, τότε κάνει κάτι σαν μιá ταινία έπιστημονικής φαντασίας.

ζαν ἔστω καὶ ἐλάχιστα, δὲν θὰ ὑπῆρχαν ἀστέρες, δὲν θὰ ὑπῆρχαν πλανῆτες μὲ τις κατάλληλες θερμοκρασίες, δὲν θὰ ὑπῆρχε ὁ ἄνθρωπος καὶ τὰ ἄλλα χημικὰ στοιχεία ποὺ ἀπαιτίζουν τὴ ζωὴ, ἢ ἡ ζωὴ θὰ εἶχε ἐξαφανισθεῖ, πρὶν προλάβει νὰ ἐξελιχθεῖ μέχρι τὸν ἄνθρωπο. Ὑπάρχουν πάρα πολλές ἐκδηλώσεις τῆς Ἀνθρωπικῆς Ἀρχῆς ποὺ δείχνουν ὅτι οἱ φυσικοὶ νόμοι, οἱ σταθερὲς ποὺ εἰσέρχονται στοὺς φυσικοὺς νόμους καὶ οἱ ἀρχικὲς

Ὑπάρχει ἓνα πολὺ σημαντικὸ μαθηματικὸ θεώρημα, τὸ θεώρημα τοῦ Gödel, ποὺ ἀποδεικνύει ὅτι κανένα λογικὸ σύστημα δὲν εἶναι πλῆρες. Δηλαδή, ὅποια ἀξιώματα καὶ ἂν δεχθοῦμε, ὅποιες ὑποθέσεις καὶ ἂν κάνουμε, ὑπάρχουν πάντοτε ἀλήθειες ποὺ δὲν μποροῦν ν' ἀποδειχθοῦν, ποὺ εἶναι πάντα πέρα ἀπὸ τὰ ὅρια τοῦ συστήματός μας.

συνθῆκες ποὺ ὀδήγησαν στὴ σημερινὴ μορφή τοῦ Σύμπαντος εἶναι μὲ μεγάλη ἀκρίβεια αὐτὰ ποὺ χρειάζονται, γιὰ νὰ δημιουργηθεῖ ἡ ζωὴ καὶ ὁ ἄνθρωπος.

Ἀλλὰ ὑπάρχει, ἀλήθεια, σκοπιμότης μέσα στὸ Σύμπαν; Ἡ ὅλα ὅσα παρατηροῦμε καὶ διαπιστώνουμε εἶναι τυχαῖα; Μερικοὶ ὑποστηρίζουν ὅτι οἱ φυσικοὶ νόμοι εἶναι ἀποτέλεσμα τύχης. Καὶ ἐπειδὴ διαπιστώνουμε ὅτι οἱ φυσικοὶ νόμοι εἶναι παγκόσμιοι, δηλαδή οἱ ἴδι-

οὶ νόμοι ἰσχύουν σὲ ὅλο τὸ ὄρατο Σύμπαν, ἄρα θὰ ὑπάρχουν καὶ ἀπειράριθμα ἄλλα συστήματα, ἔξω ἀπὸ τὸ δικό μας, ὅπου οἱ φυσικοὶ νόμοι εἶναι διαφορετικοί. Ἔτσι δημιουργήθηκε ἡ ἰδέα τοῦ Πολυσύμπαντος. Π.χ., στὸ δικό μας Σύμπαν ἡ ἠλεκτρομαγνητικὴ δύναμη εἶναι 10^{40} φορές ἰσχυρότερη ἀπὸ τὴ βαρύτητα. Σὲ ἄλλα ὁμως σύμπαντα ἡ βαρύτης θὰ μπορούσε νὰ εἶναι ἰσχυρότερη ἀπὸ τὴν ἠλεκτρομαγνητικὴ δύναμη, κ.ο.κ. Ἄν ὑπάρχουν ἀπειράριθμα σύμπαντα στὸ Πολυσύμπαν, οἱ διάφορες σταθερὲς, οἱ διάφορες ἀρχικὲς συνθῆκες καὶ τελικὰ οἱ διάφοροι φυσικοὶ νόμοι θὰ μπορούσαν νὰ ἔχουν κάθε δυνατὴ μορφή. Ὅλα θὰ ἦσαν τυχαῖα.

Σὲ μερικὰ ἀπὸ αὐτὰ τὰ σύμπαντα ἴσως θὰ μπορούσε νὰ δημιουργηθεῖ ζωὴ, ἀλλὰ ἡ πιθανότης νὰ γίνῃ κάτι τέτοιο εἶναι ἀπίστευτα μικρή. Θὰ ἦταν πολὺ πρὸ πιθανὸ νὰ περπατήσει κανεὶς πάνω στὸ νερό, ἂν τὰ μόρια τοῦ νεροῦ κινοῦνται μὲ κατάλληλες ταχύτητες, ὥστε νὰ συγκρατοῦν τὰ πέλαμά μας καὶ νὰ μὴ βουλιάζουμε. Παρ' ὅλα αὐτὰ, ἡ πιθανότης νὰ περπατήσουμε ἄνετα πάνω στὸ νερό δὲν εἶναι μηδενικὴ, ἄρα κάτι τέτοιο μπορεῖ κάποτε νὰ γίνῃ, μέσα στὸν ἄπειρο χρόνο. Πολὺ μικρότερη εἶναι ἡ πιθανότης νὰ ὑπάρχει ἓνα σύμπαν μὲ τις κατάλληλες συνθῆκες γιὰ τὴ δημιουργία ζωῆς. Ἀλλὰ, ὅσο μικρὴ καὶ ἂν εἶναι, δὲν εἶναι μηδενικὴ. Ἄν λοιπὸν ὑπάρχουν ἄπειρα σύμπαντα, τότε θὰ μπορούσαν νὰ ὑπάρξουν κάπου σύμπαντα κατάλληλα γιὰ τὴ ζωὴ, ἔστω καὶ ἂν αὐτὰ εἶναι ἐλάχιστα, ἐν σχέσει μὲ τὰ μικρὰ σύμπαντα, ὅπου δὲν ὑπάρχει ἴχνος ζωῆς.

Καὶ γιὰ ν' ἀναφέρω ἓνα παράδειγμα, θὰ μπορούσε νὰ ὑπάρχει κάπου, σὲ τεράστια ἀπόσταση, κάποιον σύμπαν ποὺ νὰ μοιάζει πολὺ μὲ τὸ δικό μας, ὥστε νὰ ἔχει ἀνθρώπους σὰν ἐμᾶς, μὲ μόνη δια-

φορά ότι εκεί όλοι οι Έλληνες να είναι δισεκατομμυριοῦχοι. Μακάρι να βρίσκαμε ένα τέτοιο σύμπαν και να μάθουμε πώς τὰ κατάφεραν εκεί οι άνθρωποι.

Δυστυχῶς ὁμως δὲν ὑπάρχει ἡ παραμικρὴ δυνατότης νὰ ἐπικοινωνήσουμε με ἄλλα σύμπαντα τοῦ Πολυσύμπαντος, γιὰ νὰ διαπιστώσουμε τὴν ὑπαρξὴ τους. Ἐνας ἀπλὸς ὑπολογισμὸς τὸ δείχνει αὐτό. Οἱ διαστάσεις τοῦ Σύμπαντός μας εἶναι περίπου 14 δισεκατομμύρια ἔτη φωτός, καὶ τὸ ὄριο τοῦ ὁρατοῦ μας Σύμπαντος διαστέλλεται με τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Δηλαδὴ δὲν μπορούμε νὰ δοῦμε κἄτι ἔξω ἀπὸ τὸ Σύμπαν μας, γιὰτι χρε-

νας ἔλεγχος δὲν μπορεῖ νὰ ὑπάρξει στὶς προβλέψεις τοῦ Πολυσύμπαντος, τότε κάνει κἄτι σὺν μιὰ ταινία ἐπιστημονικῆς φαντασίας. Κάνει τέχνη, ἀσφαλῶς ἐνδιαφέρουσα τέχνη, ἀλλὰ ὄχι Ἐπιστήμη. Π.χ., σὲ μιὰ κινηματογραφικὴ ταινία μπορεῖ οἱ Έλληνες νὰ εἶναι δισεκατομμυριοῦχοι, ἀλλὰ αὐτὸ δὲν ἔχει δυστυχῶς σχέση με τὴν πραγματικότητα.

Τελικὰ, τὸ ἂν ὑπάρχει σκοπιμότης στὸ Σύμπαν εἶναι θέμα Θρησκείας ἢ Φιλοσοφίας. Βεβαίως, ἡ Θρησκεία ξεκινάει με τὴν πίστη ὅτι στὸ Σύμπαν, στὴ ζωὴ, στὸν ἄνθρωπο, ὑπάρχει σκοπιμότης. Ὁ ἄνθρωπος δὲν ἔγινε τυχαία, ἀλλὰ

Ἡ Ἐπιστήμη ἀγωνίζεται καὶ προχωρεῖ στὴν πραγμάτωση εὐγενικῶν σκοπῶν, ὅπως εἶναι ἡ γνώση καὶ ἐξυτηρέτηση τοῦ ἀνθρώπου. Ἀλλὰ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ προβλέψουμε ἕνα τέλος στὸν ἀγῶνα καὶ στὴν πρόοδό της. Γιατί, στὸ τέλος τέλος, ὁ κύριος σκοπὸς τῆς Ἐπιστήμης εἶναι ἀκριβῶς αὐτὸς ὁ ἀγῶνας γιὰ πρόοδο, ποὺ συνεχίζεται καὶ θὰ συνεχίζεται ἀπεριόριστα, χωρὶς ἕνα τέλος στὸν ὀρίζοντα.

αζόμαστε μιὰ ταχύτητα μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, πράγμα ποὺ ἀποκλείεται. Ἀλλὰ τὸ πλησιέστερο σύμπαν τοῦ Πολυσύμπαντος, ἔξω ἀπὸ τὸ δικό μας Σύμπαν, ἀπέχει κάπου $10^{100000000}$ ἔτη φωτός. Δηλαδὴ, με ὅσα γνωρίζουμε ἀπὸ τὴ Φυσικὴ καὶ τὴν Ἀστρονομία, εἶναι ἀδύνατο νὰ ἐλέγξουμε τὴν ὑπαρξὴ τῶν ἄλλων συμπάντων τοῦ Πολυσύμπαντος.

Ἐτσι φαίνεται ὅτι ἡ ἰδέα τοῦ Πολυσύμπαντος δὲν εἶναι οὐσιαστικὰ μιὰ ἐπιστημονικὴ θεωρία. Διότι κάθε ἐπιστημονικὴ θεωρία κάνει προβλέψεις καὶ προεκτάσεις ποὺ εἶναι δυνατόν νὰ ἐλεγχθοῦν με τὴν παρατήρηση καὶ τὸ πείραμα. Ὄταν ὁμως ξέρει κανεὶς ὅτι κανέ-

ὑπῆρχε ἀνέκαθεν στὸ σχέδιο τοῦ Θεοῦ. Ἀπὸ αὐτὴν τὴν ἀρχικὴ θέση προκύπτουν ὅλες οἱ θρησκευτικὲς καὶ ἠθικὲς ἔννοιες. Ὑπάρχουν αἰώνιες ἀξίες, ποὺ ἀποτελοῦν τὴ βάση τῆς ἠθικῆς. Ὑπάρχει ἕνας αἰώνιος προορισμὸς τοῦ ἀνθρώπου, ποὺ δὲν περιορίζεται στὴ ζωὴ του ἐδῶ στὴ γῆ.

Προφανῶς αὐτὲς τὶς προτάσεις ἢ Θρησκεία δὲν μπορεῖ νὰ τὶς ἀποδείξει ἐπιστημονικά. Δὲν μπορεῖ νὰ βγάλει συμπεράσματα με τὸν τρόπο με τὸν ὁποῖο βγάζουν συμπεράσματα οἱ φυσικὲς ἐπιστῆμες. Ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν ἄλλη πλευρά, δὲν μπορεῖ νὰ ἀποδειχθεῖ ἐπιστημονικά ὅτι δὲν ὑπάρχει σκοπιμότης στὴ Φύση. Δὲν μπορεῖ νὰ ἰσχυρισθεῖ κανεὶς ὅτι

μόνον ή a priori άρνηση κάθε σκοπιμότητας στη φύση είναι επιστημονική. Όταν, μάλιστα, για να υποστηρίξει κανείς την άρνητική αυτή άποψη, αναγκάζεται να δεχθεί, χωρίς καμμία άποδειξη, ότι υπάρχουν άπειρα ουσιαστικά σύμπαντα πέρα από το δικό μας Σύμπαν.

Η πιο σοβαρή και τίμια απάντηση του επιστήμονος στο θέμα αυτό είναι «δεν ξέρω». Άλλωστε, υπάρχει ένα πολύ σημαντικό μαθηματικό θεώρημα, το θεώρημα του Gödel, που άποδεικνύει ότι κανένα λογικό σύστημα δεν είναι πλήρες. Δηλαδή, όποια αξιώματα και άν δεχθούμε, όποιες υποθέσεις και άν κάνουμε, υπάρχουν πάντοτε αλήθειες που δεν μπορούν ν' άποδειχθούν, που είναι πάντα πέρα από τα όρια του συστήματός μας. Έτσι είναι όχι έντελώς άπίθανο, αλλά ουσιαστικά άδύνατο να υπάρξει κάποτε μια πλήρης επιστημονική απάντηση σε όλα τα έσχατα έρω-

τήματα της ύπαρξης, του κόσμου, και του ανθρώπου ειδικότερα.

Και τότε τί κάνει ή Έπιστήμη;

Η Έπιστήμη άγωνίζεται και προχωρεί στην πραγμάτωση εύγενικών σκοπών, όπως είναι ή γνώση και έξυπνηρέτηση του ανθρώπου. Άλλά δεν είναι δυνατόν να προβλέψουμε ένα τέλος στον άγώνα και στην πρόοδό της. Γιατί, στο τέλος τέλος, ό κύριος σκοπός της Έπιστήμης είναι ακριβώς αυτός ό άγώνας για πρόοδο, που συνεχίζεται και θα συνεχίζεται άπεριόριστα, χωρίς ένα τέλος στον όρίζοντα.

Το ίδιο θέμα παρουσιάστηκε κατά τη λίξη της θητείας μου ως Προέδρου της Άκαδημίας Άθηνών το 2012

Γ. ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ
Άκαδημαϊκός