

Ομιλία στο 10^ο ΕλλαδοΚυπριακό Χειρουργικό Συνέδριο, Λευκωσία, 18 Νοεμβρίου 2011, και στην εκδήλωση προς τιμή του καθηγητή Παναγιώτη Καραγιαννάκου, Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών, 12 Δεκεμβρίου 2011.

Στα όρια της επιστήμης: Επιστημονικά ερωτήματα χωρίς επιστημονικές απαντήσεις

Λουκάς Γ. Χριστοφόρου
της Ακαδημίας Αθηνών

1. Εισαγωγή

Η ικανότητα της σύγχρονης επιστήμης να απαντά σε ερωτήματα τα οποία μπορούν να ορισθούν επιστημονικά είναι σχεδόν χωρίς όρια.

Το φάσμα των επιστημονικών ερωτημάτων στα οποία επιδιώκονται επιστημονικές απαντήσεις είναι επίσης απέραντο. Εκτείνεται από τα απλά ερωτήματα που αποσκοπούν στην επικύρωση και τη συστηματοποίηση της επιστημονικής γνώσης ως τα ερωτήματα των πρωτοποριακών πεδίων αιχμής όπου οι απαντήσεις είναι δύσκολες και η επιστημονική μέθοδος βρίσκεται πολλές φορές στα όρια των δυνατοτήτων της. Αναζητούνται, ακόμη, απαντήσεις σε θεμελιακά ερωτήματα που θεωρούνται ότι έχουν απαντηθεί, όπως, για παράδειγμα, «είναι η ταχύτητα του φωτός στο κενό η μέγιστη δυνατή ταχύτητα, η απροσπέλαστη σταθερά της φύσης;» Ερωτήματα και αναζητήσεις απαντήσεων, που εν πολλοίς καταδεικνύουν τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη εξελίσσεται και η επιστημονική γνώση θεμελιώνεται.

Στην αποψινή μου ομιλία θα αναφερθώ σε δύο κατηγορίες επιστημονικών ερωτημάτων που βρίσκονται στα όρια της επιστήμης. Ερωτήματα τα οποία ενώ μπορούν να διατυπωθούν επιστημονικά, δεν επιδέχονται επιστημονική διευθέτηση, δεν μπορούν να απαντηθούν, τη χρονική στιγμή που διατυπώνονται γιατί βρίσκονται τη χρονική εκείνη στιγμή πέραν των δυνατοτήτων της επιστήμης. Ερωτήματα αυτού του είδους ανήκουν στην περιοχή της «τράνς-σάιενς» (trans-science) – στην περιοχή πέραν της επιστήμης.

Απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή, κυρίως εκ μέρους του επιστήμονα, ο οποίος καλείται να εκφέρει επιστημονική άποψη χωρίς να έχει επαρκή επιστημονικά δεδομένα. Τα ερωτήματα αυτά εμπίπτουν σε δύο κατηγορίες:

(1) Ερωτήματα που βρίσκονται πέραν των δυνατοτήτων της επιστήμης όταν διατυπώνονται *χωρίς όμως να αποκλείεται η επιστημονική λύση τους στο εγγύς μέλλον*, και

(2) Ερωτήματα που βρίσκονται πέραν των δυνατοτήτων της επιστήμης όταν διατυπώνονται *χωρίς να διαβλέπει κανείς τη δυνατότητα ανεύρεσης λύσης τους στο απότερο μέλλον*.

2. Παραδείγματα ερωτημάτων που βρίσκονται πέραν των δυνατοτήτων της επιστήμης όταν διατυπώνονται χωρίς όμως να αποκλείεται η επιστημονική λύση τους στο εγγύς μέλλον

1^ο Παράδειγμα. *Επιστημονική εξακρίβωση των επιπτώσεων στην υγεία μας της επίδρασης πολύ χαμηλής δόσης ιονίζουσας ακτινοβολίας ή ποσότητας ραδιενέργειας ή χημικών ενώσεων. Υφιστάμεθα όλοι την επίδραση χαμηλών ποσοτήτων ακτινοβολίας και χημικών ενώσεων και συνεπώς η επιστημονική διατύπωση του ερωτήματος: **Πόσο χαμηλή είναι η στάθμη της ακτινοβολίας ή της χημικής ένωσης που προκαλεί βλάβη στην υγεία μας;** Η επιστημονική απάντηση στο επιστημονικό αυτό ερώτημα τυχόν να μην είναι δυνατή για κάποιο χρονικό διάστημα μετά τη διατύπωση του ερωτήματος λόγω έλλειψης επιστημονικών δεδομένων. Σε χαμηλές ποσότητες, οι επιπτώσεις των αντιδράσεων της ακτινοβολίας ή των χημικών ενώσεων στον οργανισμό, εάν υπάρχουν, είναι πολύ μικρές και η διατύπωση ή μη αδιαμφισβήτητης και ποσοτικής σχέσης μεταξύ αιτίας και αποτελέσματος συχνά απαιτεί μεγάλους αριθμούς μετρήσεων και παρατηρήσεων και μελέτη σε βάθος χρόνου. Η πειραματική ή η θεωρητική διευθέτηση του ερωτήματος συνήθως επιτυγχάνεται στο μέλλον, για παράδειγμα, με τη χρήση νέων πιο ευαίσθητων οργάνων μέτρησης ή με θεωρητικά μοντέλα μοριακών μηχανισμών βλάβης.*

2^ο Παράδειγμα. *Η πιθανή επίδραση στην υγεία μας χαμηλής έντασης και συχνότητας μαγνητικών πεδίων από τις ηλεκτρικές γραμμές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Το θέμα ορίζεται επιστημονικά: Ηλεκτρικές γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής*

ενέργειας διασχίζουν το χώρο γύρω μας και είμαστε όλοι χρονικά εκτεθειμένοι στα χαμηλής συχνότητας και έντασης μαγνητικά πεδία που παράγουν. **Επομένως το επιστημονικό ερώτημα: Τι επιπτώσεις έχουν στην υγεία μας;** Επί του παρόντος δεν μπορεί να δοθεί οριστική επιστημονική απάντηση στο ερώτημα αυτό, αν και υπάρχουν σοβαρές μελέτες που μάλλον υποδεικνύουν ότι δεν υπάρχουν επιπτώσεις στην υγεία, υπό τις υφιστάμενες προδιαγραφές και νομοθεσίες.

3° Παράδειγμα. *Ποία είναι η πιθανή επίδραση στην υγεία μας μικροκυμάτων από διάφορες πηγές και συσκευές που καθημερινά χρησιμοποιούμε, π.χ. από τα κινητά τηλέφωνα;* Και γι' αυτό το επιστημονικό ερώτημα δεν υπάρχουν προς το παρόν επαρκή επιστημονικά δεδομένα και κατάλληλη επιστημονική γνώση για ακριβή επιστημονική απάντηση. Βρίσκεται και αυτό το ερώτημα, προς το παρόν, στην περιοχή της trans-science.

4° Παράδειγμα: *Γενετικά μεταλλαγμένα τρόφιμα (Genetically Modified Foods).* Υπάρχει σήμερα η δυνατότητα παραγωγής γενετικά μεταλλαγμένων τροφίμων. Υπάρχει μάλιστα μία τεράστια και συνεχώς επεκτεινόμενη βιομηχανία μεταλλαγμένων τροφίμων η ποσότητα και η ποικιλία των οποίων αυξάνεται καθημερινά στην αγορά, κυρίως σε μερικές χώρες όπως λ.χ. οι ΗΠΑ. Συνεπώς, το επιστημονικό ερώτημα. *Συνιστούν τα γενετικά μεταλλαγμένα τρόφιμα κίνδυνο στην υγεία της ανθρωπότητας και στη βιοποικιλότητα (biodiversity) και είναι ο όποιος τυχόν κίνδυνος επαρκής να αποκλείσει τη χρήση τους, όταν αυτή προσφέρει τη δυνατότητα ελευθερίας από την πείνα για εκατομμύρια ανθρώπους;*

Στη νέα αυτή επιστημονική τεχνολογία, με μεθόδους της σύγχρονης γενετικής μηχανικής, το γενετικό υλικό, τα γονίδια (τα genes) φυτικών οργανισμών μεταλλάσσονται δημιουργώντας νέους οργανισμούς. Οι νέοι διαγονιδιακοί (transgenic) οργανισμοί, τα νέα φυτά που έχουν παραχθεί από την εισαγωγή στο γονιδίωμά τους μεταλλαγμένου γενετικού υλικού, μπορεί να έχουν καλύτερα χαρακτηριστικά: καλύτερη ποιότητα και ποσότητα καρπών, μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε περιβαλλοντικές συνθήκες ή σε βλαβερά έντομα ή σε παρασιτοκτόνα (herbicides), κ.λπ.

Η τεράστια βιομηχανία γενετικά μεταλλαγμένων τροφίμων ισχυρίζεται ότι τα μεταλλαγμένα τρόφιμα είναι ασφαλή. Άλλοι όμως διαφωνούν και τονίζουν ότι δεν

έχουν γίνει οι αναγκαίες πειραματικές μελέτες για τις τυχόν μακροχρόνιες επιδράσεις τους στη υγεία. Ούτε, λέγουν, έχουν γίνει επαρκείς μελέτες ικανές να καθυστερήσουν τους φόβους για τυχόν περιβαλλοντικούς κινδύνους από τους γενετικά μεταλλαγμένους οργανισμούς, ιδιαίτερα στην τυχόν αρνητική επίδρασή τους στη βιοποικιλότητα της περιοχής όπου καλλιεργούνται.

Τα γενετικά μεταλλαγμένα τρόφιμα είναι μία περιοχή της επιστήμης και της τεχνολογίας με σημαντικότερες κοινωνικές επιπτώσεις (θετικές και τυχόν αρνητικές) και με ουσιώδη αναπάντητα επιστημονικά ερωτήματα που, τουλάχιστον μέρος τους, βρίσκεται ακόμη στο χώρο της trans-science. Οριστικές επιστημονικές απαντήσεις μετατίθενται στο μέλλον.

Προφανώς υπάρχουν και άλλα παρόμοια ερωτήματα.

Θα μπορούσα ωστόσο να αναφέρω ένα ακόμη παράδειγμα, αντιπροσωπευτικό των ερωτημάτων που βρίσκονται στη μεθόριο της επιστήμης και της τεχνολογίας αφενός, και των ηθικών αξιών της κοινωνίας αφετέρου, και που έχουν χρονική αλλά και τοπική διάσταση (εξαρτώνται από τα ηθικά και τα αξιολογικά συστήματα των τοπικών κοινωνιών). *Πότε αρχίζει η ανθρώπινη ζωή; Σε ποια φάση της ανάπτυξής του το ανθρώπινο έμβρυο γίνεται πρόσωπο με ανθρώπινα δικαιώματα και άρα με νομικές υποχρεώσεις απέναντι του; Αναζητώντας επιστημονική απάντηση στα ερωτήματα αυτά βρισκόμαστε αντιμέτωποι με το ρόλο της επιστημονικής γνώσης στην ηθική και τις αξίες της κοινωνίας και στην επίδραση των τελευταίων στην εκτέλεση της επιστημονικής έρευνας (λ.χ., τη χρήση βλαστοκυττάρων για ερευνητικούς και ιατρικούς σκοπούς). Διαφαίνεται και εδώ πάλι, η ανάγκη ενός σοβαρού και συνεχούς διαλόγου ανάμεσα στην επιστήμη και την κοινωνία για την ανεύρεση απαντήσεων σύμφωνων με τα επιστημονικά δεδομένα και τις επιστημονικές ανάγκες αφενός, και σύμφωνων με τις ανθρώπινες αξίες και ηθική αφετέρου. Στην αντιμετώπιση αυτού του είδους ερωτημάτων η επιστήμη πρέπει μάλλον να αναζητήσει εναλλακτικές λύσεις, περισσότερο αποδεκτές από την κοινωνία, και η κοινωνία απ' την πλευρά της να αναζητήσει τρόπους συμβιβασμού της νέας επιστημονικής γνώσης με τα αξιολογικά και ηθικά της συστήματα, ώστε να επωφεληθεί και η επιστήμη και η κοινωνία από τη νέα γνώση.*

Τα παραδείγματα επιστημονικών ερωτημάτων που ανάφερα ως τώρα, βρίσκονται στη μεθόριο της επιστήμης και της τεχνολογίας αφενός, και των πολιτικών αποφάσεων και κοινωνικών συμφερόντων και αξιών αφετέρου. Στην επιστημονική και κοινωνική τους διευθέτηση, υπεισέρχονται πολλές φορές η εκτίμηση του κινδύνου και του οφέλους της επιστημονικής τεχνολογίας με βάση τα όποια επιστημονικά δεδομένα υπάρχουν, και η κοινωνική ανάγκη λήψης αποφάσεων όπως, λ.χ., νέας νομοθεσίας και κανονισμών. Αναπόφευκτα, τέτοια ερωτήματα πάντοτε θα υπάρχουν. Ορίζονται επιστημονικά, δεν μπορούν όμως να απαντηθούν πλήρως από την επιστήμη τη χρονική στιγμή που τίθενται. Ο επιστήμονας, εν τούτοις, πολλές φορές καλείται να εκφέρει την επιστημονική του άποψη πριν την τελική επιστημονική διευθέτηση του ερωτήματος. Οφείλει, λοιπόν, ο επιστήμονας να εκθέσει την όποια επιστημονική γνώση κατέχει επί του θέματος και να αποφύγει την εξαγωγή συμπερασμάτων πέραν των όσων επιτρέπουν τα επιστημονικά δεδομένα. Δυστυχώς υπήρξαν περιπτώσεις στο παρελθόν που αυτό δεν έγινε, όπως λ.χ. στην καπνοβιομηχανία σχετικά με τις επιπτώσεις του καπνίσματος στην υγεία. Έχει καθήκον ο επιστήμονας να διασαφηνίσει τη μεθόριο στην οποία η επιστήμη σταματά και η trans-science αρχίζει.

3. Παραδείγματα ερωτημάτων που βρίσκονται πέραν των δυνατοτήτων της επιστήμης όταν διατυπώνονται χωρίς να διαβλέπει κανείς τη δυνατότητα ανεύρεσης λύσης τους στο απώτερο μέλλον, ίσως για πάντα

Ας προχωρήσουμε όμως και στα ερωτήματα της δεύτερης κατηγορίας της trans-science, στα ερωτήματα που αν και μπορούν να διατυπωθούν επιστημονικά δεν επιδέχονται επιστημονική διευθέτηση όταν τίθενται, ίσως γιατί βρίσκονται για πάντα **πέραν της δικαιοδοσίας της επιστήμης**, στη μεθόριο μεταξύ της επιστήμης και της φιλοσοφίας, της επιστήμης και της μεταφυσικής, της επιστήμης και της θρησκείας.

1^ο Παράδειγμα. «Ποια είναι η αρχή της ζωής;» Υπάρχει η ζωή. Είμαστε εδώ, εσείς και εγώ. Επομένως το επιστημονικό ερώτημα: *Πώς αναδύθηκε η ζωή από την ανόργανη ύλη; Από πού προήλθε ο πρώτος ζωντανός οργανισμός; Πώς από τα νεκρά άτομα και μόρια φτάσαμε στην ενσυνείδητη ύπαρξη;* Ουσιώδη υπαρξιακά ερωτήματα, δύσκολα, και αναπάντητα. Μέρος της δυσκολίας τους έγκειται στο ότι και ο απλούστερος οργανισμός είναι αφάνταστα πολύπλοκος.

Η αρχή της ζωής παραμένει ένα θεμελιώδες επιστημονικό ερώτημα στο οποίο η επαγωγική μέθοδος της σύγχρονης επιστήμης αδυνατεί να απαντήσει. Δεν γνωρίζουμε πώς άρχισε η ζωή. Επιστήμονες, από διάφορους κλάδους, εκφράζουν γνώμη σχετικά με την αρχή της ζωής, δεν έχουν όμως επιστημονική απάντηση. Τον περασμένο Σεπτέμβριο, είχα την τιμή να εκπροσωπήσω την Ακαδημία Αθηνών στη Συνέλευση του Παγκόσμιου Συμβουλίου Επιστημών (International Council for Science) στη Ρώμη, όπου παρευρέθησαν εκπρόσωποι από 141 Ακαδημίες επιστημών του κόσμου. Εκεί ο καθηγητής Werner Arber, κάτοχος του βραβείου Νόμπελ στη Physiology or Medicine, έδωσε μία ενδιαφέρουσα διάλεξη με θέμα “Updated scientific knowledge on biological evolution” (τελευταίες εξελίξεις στη βιολογική εξέλιξη) και τόνισε εμφατικά: “I must say right now and clearly that I do not understand the origin of life.” («Πρέπει να τονίσω τώρα και ξεκάθαρα ότι δεν κατανοώ την αρχή της ζωής»). Όπως ακριβώς αποφάνθηκε νωρίτερα και ο Max Perutz, κάτοχος του βραβείου Νόμπελ χημείας 1962, «Η ύπαρξη της ζωής πρέπει να θεωρηθεί ως ένα στοιχειώδες δεδομένο το οποίο δεν μπορεί να απαντηθεί,» είπε.

Υπάρχουν προφανώς επιστήμονες που υποστηρίζουν ότι είναι θέμα χρόνου μέχρις ότου η επιστήμη ανακαλύψει την αλληλουχία των χημικών αντιδράσεων, τα φυσικοχημικά μονοπάτια, που οδήγησαν στη δημιουργία των πρώτων μονοκύτταρων οργανισμών στη Γη. Μάλιστα, η υλιστική άποψη για τη ζωή υποστηρίζει ότι η ζωή έχει αναχθεί στο επίπεδο της φυσικής και της χημείας και ότι όλα, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, μπορούν να αναχθούν στα άτομα και στα μόρια που τα απαρτίζουν. Και αντίστροφα, υποστηρίζει η υλιστική άποψη για τη ζωή, ότι επαγωγικά μπορούμε να οδηγηθούμε από τα μόρια στον άνθρωπο, από κάποιον αρχικό μονοκύτταρο οργανισμό που αναδύθηκε από την ανόργανη ύλη σε μας.

«Πώς όμως αναδύθηκε από την ανόργανη ύλη ο πρώτος αυτό-οργανωνόμενος (self-organizing) και αυτό-αντιγραφόμενος (self-replicating) οργανισμός που είναι φορέας κωδικοποιημένης πληροφορίας και συνιστά τον εξελικτικό σύνδεσμο μεταξύ της νεκρής ύλης και των ζώντων οργανισμών (μεταξύ των νεκρών ατόμων και μορίων και των ζώντων κυττάρων);» Οι γνωστοί νόμοι της φυσικής και της χημείας, αδυνατούν να απαντήσουν. Αν η ύλη ή η ενέργεια έχει τάσεις για αυτό-οργάνωση, *«πώς απέκτησε η ύλη και η ενέργεια αυτές τις ικανότητες και από πού προήλθε η ύλη και η ενέργεια με αυτές τις ιδιότητες;»* Και αν ακόμη δεχθούμε την ανάδυση του αρχικού μονοκύτταρου

οργανισμού από τα άτομα και τα μόρια της ύλης, το ερώτημα «*πώς φτάσαμε από τον μονοκύτταρο αυτό οργανισμό στον άνθρωπο;*» παραμένει αναπάντητο.

Δεν γνωρίζουμε τι είναι αναγκαίο για να αναδυθεί η ζωή, ούτε και γνωρίζουμε πώς φτάσαμε στον άνθρωπο ομολογούν πολλοί επιστήμονες. Η ζωή δεν μπορεί να αναχθεί στις ιδιότητες των μερών από τα οποία απαρτίζεται ένας οργανισμός. Τα ερωτήματα λοιπόν που αφορούν σ' αυτά τα θέματα βρίσκονται, τουλάχιστον προς το παρόν, στο χώρο της trans-science.

2^ο Παράδειγμα. «*Πώς άρχισε το σύμπαν;*», «*Τι προκάλεσε την κοσμική έκρηξη;*». Η σημερινή επιστήμη έχει σοβαρές ενδείξεις [όπως η διαστολή του σύμπαντος, η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου (the cosmic background radiation), η σχετική ποσότητα των διάφορων στοιχείων, λ.χ. του H και του He] ότι το σύμπαν δεν υπήρχε πάντοτε και ότι άρχισε σε κάποια στιγμή. Μάλιστα, η φυσική επιστήμη και η κοσμολογία συμπέραναν ότι το σύμπαν άρχισε πριν από 14 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια με μία στιγμιαία έκρηξη, ένα big bang. «*Πώς έφτασε η επιστήμη στην αρχή του κόσμου, στο big bang (την κοσμική έκρηξη);*»

Η επιστήμη έφθασε εκεί αρχίζοντας από τα σημερινά δεδομένα και τη σημερινή επιστημονική γνώση και με βάση τους φυσικούς νόμους όπως τους γνωρίζουμε σήμερα, έφτασε, προχωρώντας πίσω στο χρόνο, στη στιγμή όπου το σύμπαν ήταν αφάνταστα **μικρό** (ένα σημείο μηδενικών διαστάσεων), αφάνταστα **πυκνό** (ολόκληρη η μάζα του σύμπαντος περιεχόταν σ' αυτό των μηδενικών διαστάσεων σημείο), και αφάνταστα **θερμό** (σύμφωνα με ορισμένες θεωρίες η θερμοκρασία του σύμπαντος αμέσως μετά την κοσμική έκρηξη ξεπερνούσε τους 10^{32} K βαθμούς, 1 ακολουθούμενο από 32 μηδενικά βαθμούς Κέλβιν).

Η σύγχρονη κοσμολογία και φυσική θεωρούν ότι η κοσμική έκρηξη σηματοδοτεί όχι μόνο την αρχή της ενέργειας (της ύλης), αλλά και την αρχή του χρόνου και του χώρου. Ο χρόνος άρχισε όταν άρχισε ο χώρος, όταν δημιουργήθηκε η ενέργεια και άρχισε από τη στιγμή εκείνη η αέναη, η ακατάπαυστη, αλλαγή και εξέλιξη του φυσικού κόσμου. Η διαστολή του σύμπαντος και η συνακόλουθη πτώση της θερμοκρασίας και της πυκνότητάς του, κυρίως στα πρώτα λεπτά της ηλικίας του, καθόρισε και **την υλική σύνθεση του σύμπαντος υπό την αέναη επίδραση των** δυνάμεων της φύσης και των ακατάπαυστων μετασχηματισμών της ενέργειας.

«Πώς και γιατί έγινε η κοσμική έκρηξη;» Επιστημονικά δεν γνωρίζουμε. «Τι υπήρχε πριν από την κοσμική έκρηξη;» Πάλι επιστημονικά δεν γνωρίζουμε. «Ποιοι φυσικοί νόμοι επικρατούσαν τότε και από που προήλθαν;» Και πάλι επιστημονικά δεν γνωρίζουμε.

Παρά ταύτα, υπάρχουν βασικά στοιχεία των ερωτημάτων αυτών για τα οποία η επιστήμη γνωρίζει και μπορεί να αποφανθεί.

Γνωρίζουμε, για παράδειγμα, ότι στην αρχή του κόσμου όλα ήσαν ενέργεια, ασύλληπτη ποσότητα ενέργειας. Αν το big bang είναι η απόλυτη αρχή του κόσμου, είναι και η απόλυτη αρχή της ενέργειας. Από αυτήν την πρωταρχική ενέργεια προήλθε ό,τι υπήρξε έκτοτε και ό,τι υπάρχει σήμερα.

Γνωρίζουμε, ακόμη, επιστημονικά, ότι η ενέργεια έχει διάφορες μορφές (λ.χ. θερμική, ηλεκτρική, ηλεκτρομαγνητική, μηχανική, κινητική, χημική, κ.ο.κ.) και ότι η μάζα (η ύλη) είναι συμπυκνωμένη μορφή ενέργειας.

Γνωρίζουμε ότι η ενέργεια μετατρέπεται από τη μία μορφή στην άλλη και ότι οι μετασχηματισμοί της ενέργειας και η ροή της ενέργειας καθορίζουν τα φυσικά φαινόμενα και την εξέλιξη του φυσικού κόσμου. Γνωρίζουμε, επί πλέον, ότι η ποσότητα της ενέργειας στο σύμπαν παραμένει η ίδια (σταθερή): όση ποσότητα ενέργειας υπήρχε στην αρχή του κόσμου τόση υπάρχει και σήμερα -- είναι όμως σήμερα διαφορετικών μορφών και άπειρα και διαφορετικά κατανεμημένη στο σύμπαν. Γνωρίζουμε, μάλιστα, ακόμη, ότι στην αρχή του σύμπαντος υπήρχε μόνο άυλη ενέργεια (φως και «καθαρή» ακτινοβολία) και ότι η υλική σύσταση του φυσικού κόσμου άλλαξε σταδιακά ανάλογα με τη θερμοκρασία του σύμπαντος. Δεν υπήρχαν, για παράδειγμα, ουδέτερα άτομα για πολλές χιλιάδες χρόνια μετά το big bang. Υπήρχε κυρίως φως και ακτινοβολία, και πολύ μικρή ποσότητα ύλης υπό μορφή σωματιδίων και αντισωματιδίων.

Όταν η ηλικία του σύμπαντος ήταν περίπου 380,000 χρόνια και η θερμοκρασία του ~3,000 K, τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια που υπήρχαν άρχισαν να σχηματίζουν σταθερά ουδέτερα άτομα (αρχικά τα άτομα του υδρογόνου και του ηλίου). Έκτοτε, το σύμπαν άρχισε να γεμίζει από ουδέτερη ύλη, το φως που ως τότε ήταν εγκλωβισμένο άρχισε να διαφεύγει στο διάστημα, και η ενεργειακή σύνθεση του

σύμπαντος άρχισε να αλλάζει δραματικά. Η απλή ουδέτερη ύλη άρχισε να γίνεται πολυπλοκότερη, να σχηματίζει μεγαλύτερα συστήματα, και ακολούθως άστρα, γαλαξίες, κοκ.

Γνωρίζουμε ακόμη ότι η εξέλιξη του σύμπαντος και η ανάδυση και εξέλιξη της ζωής είναι προϊόντα της αέναης αλλαγής που συνοδεύει τους ακατάπαυστους μετασχηματισμούς της ενέργειας. Παντού και πάντοτε, ακατάπαυστα, η ενέργεια αλλάζει και διαφοροποιεί τη σύσταση του φυσικού κόσμου. *Υπήρχε ενέργεια πριν αρχίσει η ζωή, υπήρχε ενέργεια που προετοίμασε το γήινο περιβάλλον για τη ζωή, υπάρχει ενέργεια σήμερα που καθιστά δυνατή τη ζωή, και κατά πάσα πιθανότητα θα υπάρχει ενέργεια στο μέλλον για ένα συνεχώς εξελισσόμενο κόσμο.* Αν ο Θαλής ο Μιλήσιος θεωρούσε ότι ο κόσμος αποτελείτο από «νερό», ο σύγχρονος επιστήμονας θεωρεί ότι κατά πάσα πιθανότητα ο κόσμος αποτελείται από «ενέργεια».

Εντούτοις, η επιστήμη αδυνατεί να απαντήσει επαρκώς στο ερώτημα «*τι είναι ενέργεια;*». Μάλιστα, η επιστήμη αδυνατεί να ερμηνεύσει όλες τις μορφές ενέργειας που γνωρίζουμε. Υπάρχουν, για παράδειγμα, επιστημονικές ενδείξεις ότι η συνηθισμένη ύλη συνιστά μόνο μερικά εκατοστά της μάζας του σύμπαντος και ότι η πλειονότητα (το 73%) της μάζας του σύμπαντος συνίσταται από «σκοτεινή ύλη» και «σκοτεινή ενέργεια» («dark matter» και «dark energy»). *Τι είναι η «σκοτεινή ενέργεια;* Προς το παρόν δεν γνωρίζουμε. Και προφανώς υπάρχουν και άλλες μορφές ενέργειας που δεν γνωρίζουμε ακόμη.

Και αυτό με φέρνει στο τελικό ερώτημα της trans-science που επιθυμώ να αναφέρω.

3^ο Παράδειγμα: *Από που προήλθε η πρωταρχική (primordial) ενέργεια; Αν η ενέργεια και η ύλη εξελίχθηκαν σύμφωνα με τους νόμους και τις δυνάμεις στον φυσικό κόσμο, από που προήλθαν αυτοί οι νόμοι και αυτές οι δυνάμεις;*

Αναζητώντας επιστημονικές απαντήσεις στα ερωτήματα αυτά διαπιστώνουμε ότι έχουμε φτάσει και πάλι στα όρια της επιστήμης. Αδυνατεί η επιστήμη να εξηγήσει πώς από το τίποτα, από το μηδέν, μπορεί να γεννηθεί το κάτι, η πρωταρχική ενέργεια. Ακόμη και η εισήγηση μερικών ότι το κβαντικό κενό μπορεί να αποτελέσει πηγή ενέργειας, προϋποθέτει την ύπαρξη αυτού τούτου του κβαντικού κενού και τους νόμους που διέπουν τη συμπεριφορά του -- μετατοπίζει το ερώτημα, δεν απαντά το ερώτημα.

4. Προέκταση της επιστημονικής γνώσης

Η αναζήτηση απάντησης στα ερωτήματα αυτά *αναγκαστικά οδηγεί πέραν της επιστήμης*. Στις περιπτώσεις αυτές που η επιστήμη φτάνει στα όριά της, νομίζω ότι ο επιστήμονας είναι προφανώς ελεύθερος να προεκτείνει την επιστημονική του γνώση και να μετατοπισθεί στο χώρο της trans-science - στην προκειμένη περίπτωση, στο χώρο της φιλοσοφίας, της μεταφυσικής, και ίσως της θρησκείας. Πρέπει όμως να διασαφηνίσει ότι *έστω και αν η προέκτασή του στηρίζεται σε επιστημονική γνώση, παραμένει προέκταση πέραν των επιστημονικών δεδομένων*, βρίσκεται σε άλλο χώρο.

Ας μου επιτραπεί να δώσω ένα παράδειγμα μιας τέτοιας προέκτασης.

Θα κινηθώ λοιπόν πέραν της επιστήμης, στη φιλοσοφική διάσταση της ενέργειας.

Κατά τον Αριστοτέλη, η *Ύλη* είναι *ἄφθαρτος και ἀγέννητος*. «ἄφθαρτον και ἀγέννητον ἀνάγκη αὐτὴν εἶναι», γράφει. Κατά τον Αριστοτέλη, λοιπόν, η *ἐνέργεια* είναι αιώνια. Αν όμως δεχθούμε ότι το σύμπαν άρχισε απότομα σε μία στιγμή, σε ένα big bang, αυτή η στιγμή είναι η αρχή του χρόνου και δεν υπήρχε τίποτα «πριν» από αυτή. Επομένως, η απότομη μετάβαση από το απόλυτο «τίποτα» στον κόσμο, σημαίνει ότι η ενέργεια στην αρχή του κόσμου δεν υπήρχε πάντοτε, ότι δεν είναι αιώνια.

Πολλοί προεκτείνουν ακόμη περισσότερο και επιχειρηματολογούν ότι η ύπαρξη αρχής του σύμπαντος οδηγεί στην ύπαρξη μίας έσχατης πραγματικότητας, ενός όντος, πέραν του φυσικού σύμπαντος, *διότι τίποτα δεν μπορεί να αρχίσει να υπάρχει αν τίποτα δεν υπήρχε πριν απ' αυτό*. Επομένως, η ασύλληπτη σε μέγεθος ενέργεια στην αρχή του χρόνου είναι ποσοτικά και χρονικά πεπερασμένη και δημιουργήθηκε από κάτι άλλο που υφίσταται εκτός χώρου και χρόνου, που είναι αιώνιο. Η αρχή, επομένως, του σύμπαντος, το big bang, αποτελεί τη στιγμή της *δημιουργίας*, την πρωταρχική μετάβαση από το τίποτε στον κόσμο.

Αν λοιπόν δεχθούμε ότι ο κόσμος δημιουργήθηκε από κάποιο ανώτερο ον που βρίσκεται εκτός χώρου και χρόνου, τότε, όχι μόνον η ενέργεια στην αρχή του χρόνου δημιουργήθηκε εκ του μηδενός τη στιγμή της κοσμικής έκρηξης από το εκτός χώρου και χρόνου αιώνιο όν, αλλά και οι νόμοι που επικρατούσαν στην αρχή του σύμπαντος και αυτοί που ακολούθησαν έκτοτε συνιστούν προεκτάσεις του αιωνίου αυτού όντος στον πεπερασμένο κόσμο. ***Αν, λοιπόν, ο κόσμος είναι έργο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ, τότε το big bang είναι η διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στο αιώνιο και το πεπερασμένο.***

Ας προεκτείνουμε, ωστόσο, λίγο ακόμη στη φιλοσοφία του Αριστοτέλη για την ενέργεια. Ο Αριστοτέλης θεωρούσε την πρώτη ύλη *ως την πηγή όλων των πραγμάτων, όλων των εν ενεργεία όντων*. Κατά τον Αριστοτέλη, η πρώτη ύλη εμπεριείχε τη *μορφή (το εἶδος) ἐν δυνάμει*. Η μετάβαση από την *πρώτη ύλη στη μορφή, από τὸ ἐν δυνάμει εἰς τὸ ἐν ἐνεργείᾳ* ὄν είναι η φυσική συνέπεια της μεταξύ τους υφιστάμενης αέναης κίνησης. Εάν λοιπόν θεωρήσουμε ότι η πρώτη ύλη του Αριστοτέλη ταυτίζεται με την πρωταρχική ενέργεια στην αρχή του σύμπαντος, αναγνωρίζουμε στοιχεία της Αριστοτελικής φιλοσοφίας που σαφώς σχετίζονται με την επιστημονική άποψη. Η αρχική ενέργεια, μέσω των φυσικών πεδίων που δημιουργεί και των δυνάμεων που αυτά παράγουν, μετασχηματίζεται ακατάπαυστα και οι μετασχηματισμοί αυτοί της ενέργειας επιφέρουν την ακατάπαυστη αλλαγή του φυσικού κόσμου και την εξέλιξή του, και κατά συνέπεια τη μετάβαση από τὸ ἐν δυνάμει εἰς τὸ ἐν ἐνεργείᾳ ὄν. Όλα ἦσαν δυνατά «εν δυνάμει», *όπως υποστήριζε ο Αριστοτέλης, και όλα γίνονται υπαρκτά, εν ενεργεία όντα, με την πάροδο του χρόνου.*

Ας αποδεχθούμε, λοιπόν, τελικά, μία αρχή της ενέργειας, του χρόνου και του χώρου, η ερμηνεία της οποίας βρίσκεται πέραν της επιστήμης (όχι όμως και πέραν της φιλοσοφίας) και, σε αντίθεση με τον Αριστοτέλη, αλλά σύμφωνα με τη σύγχρονη επιστήμη, ας αποδεχθούμε ότι η ενέργεια (η ύλη) δεν είναι ούτε άπειρη ούτε αιώνια. Τότε μπορούμε να περιγράψουμε την κοσμική δημιουργία και τη διαδοχική πορεία που την ακολούθησε ως εξής:

Αρχική Πηγή (Επιστημονικά Άγνωστη) → Αρχική Ενέργεια → Ύλη (Μάζα και Ακτινοβολία) → Φυσικά Δυναμικά Πεδία (Fields) → Δυνάμεις → Μετασχηματισμοί Ενέργειας → Αέναη Αλλαγή → Εξέλιξη → Κόσμος

Ένας κόσμος που είναι πάντοτε εφήμερος γιατί συνεχώς αλλάζει και συνεχώς εξελίσσεται.

Αυτό, λοιπόν, είναι ένα παράδειγμα προέκτασης από την επιστημονική γνώση στη φιλοσοφία και τη μεταφυσική. Σε μία μεθόριο με βαθιά υπαρξιακή σημασία.

5. Συμπεράσματα

Κλείνοντας, επιθυμώ να συμπεράνω ότι και οι δύο κατηγορίες ερωτημάτων της «trans-science» που ανάφερα δείχνουν ότι:

- Υπάρχουν όρια στις δυνατότητες της επιστήμης, όρια τα οποία αν και συνεχώς μετατοπίζονται με την πρόοδο της επιστήμης, μερικά, εντούτοις, παραμένουν.
- Επιβάλλεται η αναγνώριση της σημασίας των επιστημονικά αναπάντητων ερωτημάτων, κυρίως σε ό,τι αφορά τον επιστήμονα, ο οποίος καλείται να προσφέρει την όποια επιστημονική γνώση κατέχει επί αυτών, αλλά και να διασαφηνίσει το σημείο στο οποίο η επιστήμη σταματά και η «trans-science» αρχίζει.

Ως επιστήμονες και ως πολίτες, έχουμε καθήκον να αναβάλλουμε απαντήσεις και σε καυτά ακόμη επιστημονικά ερωτήματα της trans-science όταν δεν υπάρχουν επιστημονικά δεδομένα που να δικαιολογούν επιστημονικές απαντήσεις.

Τελικά, κυρίες και κύριοι, νομίζω, ότι είναι επιτρεπτή η προέκταση της επιστημονικής γνώσης πέραν των αυστηρών επιστημονικών ορίων, υπό την προϋπόθεση ότι διαχωρίζουμε, με αυστηρή σαφήνεια, πότε κινούμαστε εντός της επιστήμης και πότε προεκτείνουμε τη γνώση μας πέραν της επιστήμης.

Η υποχρέωση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, κυρίως όταν διδάσκουμε τους νέους.

Ευχαριστώ.