

Σύγχρονη κοσμολογία: Αδιέξοδα, προοπτικές και η θρησκευούσα στάση

Τα περισσότερα ορόσημα στην ιστορία της επιστήμης αφορούσαν ανακαλύψεις σχετικά με τη φύση. Υπήρξαν όμως ορισμένες κρίσιμες περιπτώσεις στις οποίες οι ανακαλύψεις αφορούσαν την ίδια την επιστήμη. Αυτού του είδους οι ανακαλύψεις αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο αξιολογούμε το έργο μας και κρίνουμε τι συνιστά αποδεκτή θεωρία [...] Ίσως σήμερα βρισκόμαστε σε ένα νέο κομβικό σημείο, που θα αλλάξει ριζικά τι αποδεχόμαστε ως θεμέλιο μιας φυσικής θεωρίας.¹

St. Weinberg

Μια τέτοια ομολογία όπως αυτή του Γουάινμπεργκ ηχεί σαν προειδοποίηση σε όσους φιλοσόφητα πιστεύουν πως η άκρατη μαθηματικοποίηση της φυσικής –κυρίαρχη στις μέρες μας– θα απαντήσει στα μεγάλα κοσμολογικά προβλήματα και θα αποκαθάρει τα θεμέλιά της.

Στην πρώτη ενότητα του άρθρου θα συνοψίσω βασικές αιτίες του ανθρώπινου σφάλλιν. Στη δεύτερη θα καταγράψω μερικές «μεγάλες» φυσικές θεωρίες αλλά και κάποιες «απόπειρες», με σκοπό να τις ταξινομήσω από τη στάση τους σε θεμελιακά ερωτήματα, που εντούτοις συνήθως σιωπηλά παρακάμπτον. Τέλος, στην τρίτη ενότητα, ο προηγούμενος προβληματισμός υποβάλλει τις δυσκολίες τους, ώστε να φανούν ενδεχομένως κάποιες ριζικά νέες προοπτικές.

Οι προοπτικές αυτές είναι ικανές, νομίζω, να ακυρώσουν κάποιες άλλες «προοπτικές» που διαπλέκονται από μια, υπόδηλη ή όχι, θρησκευούσα στάση.

I. Αδιέξοδα και σφάλλιν

Δεν είναι τυχαία η παράθεσή τους: όταν σφάλλω, κλείνω ή παίρνω λάθος δρόμο – οδηγούμαι σε αδιέξοδο. Δύο οι γενικές αιτίες του σφάλλιν.

¹ Ο Ν. Ταμπάκης είναι δρ Φιλοσοφίας και μηχανικός του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Πρώτα, η απλοποίηση, όπως όταν νομίζω πως ένας είναι ο δρόμος, πως κάτι είναι άσπρο ή μαύρο. Ή ακόμη, όταν μιλούσαν για «θάλασσα ηλεκτρονίων» παραβλέποντας την αλληλεπίδρασή τους² – γενικότερα, όταν αμελούμε την ανάδραση που θα μας οδηγούσε σε μη γραμμικότητα. Ωστόσο η απλοποίηση είναι συχνά και ενεργητική στις περιορισμένες δυνατότητές μας: ο Λαβουαζιέ δεν θα κατέληγε στη διατήρηση της μάζας, αν ο ζυγός του μετρούσε το ισοδύναμο της ακτινοβολίας καύσης, ούτε ο Γαλιλαίος στους νόμους του εκκρεμούς, αν συνυπολόγιζε τη θέρμανση του αέρα από τα κεριά του πολυέλαιου.

Δεύτερη, γενική αιτία, ο ανθρωπομορφισμός. Η έννοια της συνέχειας που μας υπαγορεύει ο μακρόκοσμος της καθημερινότητας μάς κάνει αμήχανους στα παράδοξα του Ζήνωνος ή στα κβαντικά άλματα. Ανθρωπομορφισμός ανέδειξε τους αρχαίους θεούς, αλλά και ίσως ανθρωπομορφισμός μας έκανε ευπρόσδεκτη και τη Μεγάλη Έκρηξη – πεποίθηση πως καθετί έχει αρχή³.

Ωστόσο και πλήθος επιστημολογικών αιτιών προετοιμάζει το σφάλλιν. Συνηθέστερη η ανεπαρκής εμπειρία – όπως στην αριστοτελική φυσική, αλλά και στο πλήθος των σημερινών κοσμολογικών προτύπων.

Συχνή επίσης η παγίδα της αυτοαναφοράς⁴. Οι φαύλοι κύκλοι είναι γνωστοί από τότε που εκείνος ο αρχαίος «ψευδόμενος Κρης» δήλωνε πως «αυτό που σας λέω είναι ψέμα», ρωτώντας αν η πρόταση είναι αληθής ή ψευδής. Ο αγαθούλης του Μολιέρου ορίζει τα υπνωτικά χάπια σαν αυτά που φέρνουν ύπνο, ο μαθητάκος συγγέει την υπόθεση με το συμπέρασμα. Αλλά και στην ιστορία της Μεγάλης Έκρηξης ο χρόνος «αρχίζει» μαζί της ανέμελα χρησιμοποιώντας μια χρονική έννοια, χωρίς να έχει οριστεί ο χρόνος⁵. (Και παρομοίως για το «τι ήταν πριν» από τη Μεγάλη Έκρηξη.)

Ακόμη μία, πιο αθόρυβη από τις άλλες αιτίες, που όμως αφορά τον ίδιο τον επιστημονικό εξοπλισμό μας στην πολυτιμότερη μορφή του: την αξιοπιστία των μαθηματικών, όσο βέβαια αφορά την εφαρμογή τους στον φυσικό κόσμο. Το πρόβλημα είναι βαρυσήμαντο και πολύπτυχο⁶, και εδώ θυμίζω μόνον ότι έγινε επίκαιρο από τον Βίγκνερ όταν έγραφε για την «παράλογη αποτελεσματικότητα των μαθηματικών στις φυσικές επιστήμες», ενώ στον αντίποδα ο Γουάιτχεντ διατύπωνε την υποψία «μήπως η θεωρητική φυσική είναι ένα τεράστιο παραμύθι»⁷! Η πεποίθηση στην αξιοπιστία και αποτελεσματικότητα των μαθηματικών στις φυσικές επιστήμες, παρ' όλη την ασύλληπτη προσφορά τους, δεν παύει να είναι μια εμπειρική πρόταση – για όσους τουλάχιστον δεν προσχωρούν σε έναν άκρατο ιδεαλισμό – και ονοματίστηκε από τον Wigner Εμπειρικός Νόμος της Επιστημολογίας.

Στην επόμενη ενότητα η σπουδαιότητα αυτού του προβληματισμού ελπίζω να γίνει ανάγλυφη, σημειογραφώντας μερικές φυσικές θεωρίες με κοσμική εμβέλεια.

II. Κοσμολογικά παραδείγματα: μεγάλες θεωρίες και απόπειρες

Η μικρή επιλογή μου⁸ επιδιώκει μόνον ένα ευρύτερο φάσμα ιδεών, ενώ οι χαρακτηρισμοί «μεγάλες» και «απόπειρες» είναι σχετικοί – και μάλιστα σήμερα (!), όπου οι θεωρίες φαίνεται να ζουν λιγότερο από τους δημιουργούς τους. Στην ταξινόμησή μου εστιάζω αδρά και μόνο στη στάση των θεωριών αυτών ως προς τρία θεμελιακά ερωτήματα, μολοντί ενίοτε αυτά δεν τις απασχολούν ρητά: (α) Ανάγεται η φυσική στη γεωμετρία; (β) Ο χώρος και ο χρόνος (ή ο χωροχρόνος) έχουν οντολογική υπόσταση ή είναι απλώς έννοιες; (γ) Η δομή των θεωριών είναι αναγωγική;

1. Νευτώνεια Θεωρία. Η φυσική δεν ανάγεται στη γεωμετρία. Χώρος και χρόνος διαμορφώνουν το σκηνικό όπου εκτυλίσσεται η φύση και υπάρχουν ως οντότητες, έστω ως *sensorium Dei*. Η φύση ανάγεται στα άτομα που υπάρχουν μέσα στο χώρο και στο χρόνο.
2. Γενική Σχετικότητα (ΓΣ). Η φυσική ανάγεται στη γεωμετρία ενός υποστασιοποιημένου χωροχρόνου. Η ΓΣ είναι πεδιακή θεωρία – και μάλιστα θεωρία βαθμίδος (*gauge theory*), ώστε η οντολογία της είναι διαλεκτική σχέση μέρους - όλου.
3. Θεωρία Χορδών⁹. Η φυσική συμπλέκεται με τη γεωμετρία ενός υποστασιοποιημένου χωροχρόνου με πρόσθετες διαστάσεις. Η φύση ανάγεται στις χορδές.
4. Βαρυτική Θεωρία Βρόχων (*Loop Quantum Gravity*)¹⁰. Και πάλι η φυσική συμπλέκεται με τη γεωμετρία ενός υποστασιοποιημένου χωροχρόνου, επίσης με περισσότερες διαστάσεις. Ο αναγωγισμός επεκτείνεται εκτός από άτομα ύλης και σε «χωροχρονικά άτομα» (με τα οποία εξασφαλίζεται απωστική «βαρύτητα» σε ένα υποκβαντικό επίπεδο, ώστε το σύμπαν να αναγεννάται αποφεύγοντας μια τελική σύνθλιψη). Ενδιαφέρουσα παραλλαγή της θεωρίας είναι μια άλλη θεώρηση των «στοιχείων» του χωροχρόνου: καθαρά μαθηματικές οντότητες («πλόκαμοι») που συμπεριφέρονται ως φορείς κβαντικής πληροφορίας (*qubits*).
5. Θεωρία Αιτιακών Δυναμικών Τριγωνισμών (*Causal Dynamic Triangulations*)¹¹. Η φυσική ανάγεται στη γεωμετρία ενός υποστασιοποιημένου χώρου (τριών διαστάσεων) χωρίς χρόνο. Η αιτιότητα επιδιώκεται μέσω χωρικών διατάξεων σε μια «προγεωμετρική» κατάσταση από όπου τελικά αναδύονται οι τρεις χωρικές διαστάσεις του χώρου και η μία του χρόνου. Αναγωγισμός σε μαθηματικές «οντότητες» («τρίγωνα»).
6. Εσωτερική Σχετικότητα (*Internal Relativity*)¹². Και πάλι αναγωγή της φυσικής σε «γεωμετρία», όπου αντί για «χωροχρονικά άτομα» εισάγουν μια υβριδική οντότητα («spin») ώστε να συνθέσουν μαζί χωροχρόνο και ύλη.
7. Κβαντική Θεωρία Πεδίου (*Quantum Field Theory*)¹³. Η ισχυρότερη (μαζί με τη Γενική Σχετικότητα) φυσική θεωρία προς το παρόν. Ο χωροχρόνος δεν υποστασιοποιείται αλλά είναι πλαίσιο περιγραφής (*Fiber Bundle Theory*). Γνήσια πε-

διακή θεωρία (gauge theory) διαπραγματεύεται διαλεκτικά ως οντότητες τα μέρη (events) και το όλον (field).

III. Προβληματισμοί και νέες ιδέες

Από τα τρία θεμελιακά ερωτήματα που θέσαμε στην ταξινόμηση των παραπάνω θεωριών, το πρώτο –η αναγωγή ή όχι της φυσικής στη γεωμετρία– εγκυμονεί τους περισσότερους κινδύνους να παρασύρει τις θεωρίες σε αδιέξοδα ή εξωπραγματικές λύσεις. Οι κίνδυνοι αυτοί εντάσσονται στο πλαίσιο του ευρύτερου προβλήματος, του Εμπειρικού Νόμου της Επιστημολογίας που θίξαμε στην πρώτη ενότητα: σε τι έκταση και με ποιες προϋποθέσεις και κριτήρια ένα φυσικομαθηματικό πρότυπο είναι αξιόπιστο, ισομορφικό προς μια δυσπρόσιτη πραγματικότητα; Πόσο βάσιμη είναι η υποψία του Γουάιτχεντ για «ένα τεράστιο παραμύθι», σε αντιδιαστολή με τις αισιόδοξες προοπτικές μιας πλημμυρίδας μαθηματικά δυσανάγνωστων θεωριών;

Η προσπάθεια να εντυφώσει κανείς στις θεωρίες αυτές –ιδίως στις πιο σύγχρονες– αφήνει μια περιέργη γεύση. Κάποιες πολύ ενδιαφέρουσες ιδέες νοθεύονται με ακατανόητες συλλήψεις. Τι καταλαβαίνει κανείς διαβάζοντας π.χ. «αν θεωρήσουμε τον κενό χωροχρόνο ως κάποια άυλη ουσία, αποτελούμενη από ένα τεράστιο πλήθος στοιχείων χωρίς εσωτερική δομή...»! (θεωρία αριθ. 5). Ή πάλι το πώς από μαθηματικές οντότητες περνούν σε φυσικές, όπως η χιμαιρική οντότητα «spin» (θεωρία αριθ. 6). Αρχίζει κανείς να δυσπιστεί με την αιτία των δεινών, το «χωροχρόνο»: μήπως ο βασιλιάς είναι γυμνός, μήπως η οντολογική υπόσταση του χώρου και του χρόνου είναι μια κληρονομημένη μυθολογία¹⁴; Μήπως ο «χωροχρόνος» εκφράζει μόνο σχέσεις πραγμάτων – γραμμή σκέψης του αρχαίου σκεπτικισμού αλλά και του Λάιμπνιτς; Αλλά, κι αν ο χρόνος είχε οντολογική υπόσταση, είναι άραγε μια παγωμένη διάσταση, μια παρμενίδεια οντότητα, όπως απαιτεί η Γενική Σχετικότητα, ή μήπως μια ηρακλείτεια ροή, όπως τον θεωρεί η κλασική φυσική και μέρος της κβαντικής;

Προς μια άλλη κατεύθυνση, διερωτάται κανείς μήπως το γνωσιοθεωρητικό πλαίσιο του αναγωγισμού, που εξυπηρέτησε λαμπρά μέχρι τώρα τη φυσική, έχει πια εξαντληθεί. Από διάφορες πλευρές, ιδίως από την περιοχή της Φυσικής Στερεάς Κατάστασης, τις εξελίξεις στον τομέα υπεραγωγιμότητας, υπεργρών κ.λπ., αρχίζει να διαφαίνεται ένα νέο πρότυπο¹⁵. Στο μαθηματικό πλαίσιο της θεωρίας Μη Γραμμικών Δυναμικών Συστημάτων νέες θεμελιακές έννοιες διαμορφώνονται, όπως πολυπλοκότητα, πληροφορία και ανάδυση (emergence). Στο νέο κοσμοείδωλο δεν επιδιώκεται μια τελική αναγωγή σε σωματίδια ή ό,τι άλλο. Η φύση διαμορφώνεται σε επίπεδα πραγματικότητας, όπου κάποιες τελειώς νέες ιδιότητες αναδύονται από το ένα στο άλλο, ενώ ο αναγωγισμός περιορίζεται μόνο στο κάθε επίπεδο. Αυτός ο ανα-

δυτισμός δεν θα είναι μια ευφάνταστη φιλοσοφική δημιουργία αλλά ένα στέρεο φυσικομαθηματικό οικοδόμημα.

Φιλοσοφία και σκεπτόμενος άνθρωπος δεν θα πάντουν να θέτουν κάποια μεγάλα ερωτήματα που αφορούν την προέλευση του σύμπαντος, των φυσικών νόμων, της ζωής και της συνείδησης. Σε αυτά μεγάλο πλήθος συνανθρώπων μας προσθέτει ακόμη ένα, την πανάρχαιη κληρονομιά: έχει άραγε η ιδέα ενός Θεού-Δημιουργού αχρηστευθεί από την επιστήμη;

Αναζωπυρωμένη στις μέρες μας –εποχή αβεβαιότητας και ανασφάλειας– η συζήτηση για τη σχέση επιστήμης - θρησκείας προωθείται κάπως συγκαλυμμένα: είναι ο κόσμος προϊόν ευφυούς σχεδιασμού (intelligent design);

Πρόκειται όμως πράγματι για επιστημονικό «μεγάλο ερώτημα»; Νομίζω πως όχι!

Μπορεί κάποιος επιστήμονας να τοποθετείται κατ' ιδίαν σ' αυτό το ερώτημα, όμως επιστήμη είναι μια συνολική δραστηριότητα που θέτει δικά της ερωτήματα τα οποία προσπαθεί να απαντήσει με τα δικά της μέσα – πείραμα και μαθηματικό λογισμό. Εάν η νέα γνώση που έτσι προσκομίζεται δεν μπορεί να ενταχθεί σε κάποιο ιδεολογικό σχήμα, τότε αυτό είναι άχρηστο για την επιστήμη – όχι όμως ενδεχομένως και για τον πρακτικό βίο.

Η θέση αυτή της επιστημονικής κοινότητας ενισχύεται περαιτέρω παρατηρώντας πως, ενώ τα όρια του κόσμου έχουν εκπληκτικά εκταθεί στην κλίμακα τόσο του πολύ μεγάλου όσο και του πολύ μικρού, τα επιχειρήματα του «ευφυούς σχεδιασμού» παραμένουν ουσιαστικά ακόμη περίπου εκεί που τα άφησε π.χ. ο Θωμάς Ακινάτης. Λέω «ουσιαστικά», διότι η ανθρώπινη φαντασία –και η επιστημονική– γίνεται αχαλίνωτη όταν εμπνέεται από κάποια βαθιά ριζωμένη ιδεοληψία. Τέτοια π.χ. φλογερή υποστήριξη έχει βρει ο καθολικισμός, τεντώνοντας προς ιλαρές ακρότητες την παρομοίωση του κόσμου με τεράστιο υπολογιστή¹⁶.

Πιο διαδεδομένη –αλλά πάντα με ιδεολογική αφετηρία– βρίσκουμε την περιβόητη ανθρώπινη αρχή (anthropic principle)¹⁷: την άποψη πως οι «φυσικές παγκόσμιες σταθερές» έχουν τις παρατηρούμενες ακριβέστερες τιμές τους μόνο και μόνο επειδή έτσι απαιτούσε η εμφάνιση και επιβίωση του ανθρώπινου είδους. Το σενάριο αυτό συμπληρώνεται με την εκδοχή ότι υπάρχουν άπειρα «παράλληλα σύμπαντα», χωρίς επικοινωνία μεταξύ τους, τα οποία συνθέτουν ένα «πολυσύμπαν» (multi-universe) – αν μη τι άλλο, όρος που διαστρεβλώνει βάνουσα τον αρχαίο όρο «Σύμπαν».

Εντύπωσή μου πάντως είναι ότι στο νέο πρότυπο του Αναδυτισμού (θεωρίες μη γραμμικών δυναμικών συστημάτων, πολυπλοκότητας κ.λπ.) που ήδη διαμορφώνεται πειστικά, οι παραπάνω ιδεολογικά προσανατολισμένες προσεγγίσεις θα παραμεριστούν από το νέο κοσμοείδωλο – ένας αυτοοργανωμένος κόσμος χωρίς αρχή και τέλος, που θυμίζει το ηρακλείτειο όραμα: «αυτόν τον ένα και μοναδικό κόσμο δεν τον έκανε ούτε Θεός ούτε άνθρωπος, αλλά ήταν, είναι και θα είναι “φωτιά παντοτινή που ανάβει και σβήνει με μέτρο”».

Σημειώσεις

1. Steinhardt, P./Turok, N. (2008), *Αέναο Σύμπαν*, Ωκεανός, σ. 289.
2. Ιδιαίτερα δηκτικός προς την παλιά αυτή ιδέα του Dirac, ο R. Laughlin (Νόμπελ, 1998): *A Different Universe: reinventing physics*, Basic Books, 2006, σ. 85, 89, 93.
3. Και όμως για τον Ηράκλειτο, «Κόσμον τόνδε τον αυτόν απάντων, ούτε τις θεών ούτε ανθρώπων εποίησεν, ἀλλ' ἦν αἰεὶ καὶ ἔστιν καὶ ἔσται...» (ἀπόσπ. 30, D.K.), Ταμπάκης, Ν. (2006), *Ηράκλειτος και σύγχρονος κόσμος*, Γκοβόστης, §18.1.
4. Ταμπάκης, Ν. (2005), «Το πρόβλημα της αυτοαναφοράς», *Ουτοπία* 64: 61-68.
5. Στο ίδιο.
6. Μια συστηματική ανάλυση και μια εξήγηση της «παράλογης» αποτελεσματικότητας κ.λπ. έχω επιχειρήσει στο Ταμπάκης, Ν. (2003), *Αναπαραστάσεις του κόσμου: Πραγματικότητα και σύγχρονη φυσική*, Γκοβόστης.
7. Σ. 26 στο [4]. Ο Α. Ν. Whitehead, μαθηματικός – φυσικός - φιλόσοφος, ένας homo universalis που μας άφησε μεταξύ άλλων και μια «γενική σχετικότητα» διατυπωμένη όμως σε ευκλείδειο χώρο.
8. Η βιβλιογραφία είναι τεράστια και διαδικτυακά προσεγγίσιμη. Οι ελάχιστες αναφορές στη συνέχεια είναι μόνον ενδεικτικά από κάποια άποψη χρήσιμες.
9. Green, Br. (1999), *Το κομψό σύμπαν*, Ωκεανός.
10. Bojowald, M., «The Bouncing Universe», *Scientific American* (Οκτώβρης 2008): 28-33· Rovelli, C. (2004), *Quantum Gravity*, Cambridge Uni. Press.
11. Loll, R. *et al.*, «The Self-Organizing Quantum», *Scientific American* (Ιούλιος 2008): 25-31.
12. Geffer, A., «Which way now?», *N. Sci.* (3 Μαΐου 2008): 31.
13. Zee, A. (2003), *Quantum Field Theory*, Princeton Uni. Press.
14. Ταμπάκης, Ν. (2009), «Χωροχρόνος, η προσφιλή κλίση της σύγχρονης κοσμολογίας», *Ουτοπία* 84: 77-88.
15. Ο.π. σημείωση 2.
16. Όπως από τον πολύ καλό φυσικό F. Tipler, που εντούτοις κατορθώνει να συμπεριλάβει ακόμη και το καθολικό καθατήριο: *The Physics of Immortality*, Pan Books, 1996.
17. Μπιτσάκης, Ε. (2009), *Από την πυρά στον άμβωνα*, Τόπος.



Εμίλ Νόλντε, «Άγια νύχτα» (η ζωή του Χριστού), 1912.