

σε και κατέστρεψε τὸ σπίτι του, ὅπου εἶχε ἀποσυρθεῖ. Σώθηκε τὴν τελευταία στιγμή ὡς ἐκ θαύματος.

Ὁ Μαλπίγχι, ἀποτραβηγμένος μετὰ ἀπὸ αὐτὰ ἔσβησε σὰν ἓνα ἀστέρι, τὸ ὁποῖο ὁ Καρλιόττι τὸ παρομοίωσε μὲ τὸ ἀστέρι τοῦ Χριστόφορον Κολόμβου, γιατί κι αὐτὸς ἀνακάλυψε τοὺς νέους κόσμους τῆς μικροσκοπικῆς ἀνατομικῆς καὶ θεμελίωσε τὴ σύγχρονη Ἱατρικὴ Ἐπιστήμη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. *Fratelli Fabri Editori, Storia della Medicina, Μιλάνο 1968.*
2. *B. Καρακατσάνης, Ρομάντσο τῆς Ἱατρικῆς, ἐκδόσεις Μένανδρος 1970.*
3. *N. Λοῦρος, Μεγάλοι χειρουργοί, Ἐκδόσεις Φιλιπότη 1980.*
4. *K. Τούντας, Ὁ χειρουργὸς καὶ ἡ χειρουργικὴ. XII Πανελλήνιο Συνέδριο Χειρουργικῆς, 1980.*
5. *K. Τούντας, Ἡ χειρουργικὴ ὡς τέχνη καὶ ἐπιστήμη, ΠΑΑ, τόμος 66, 1991.*

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 29^{ΗΣ} ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 1994

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗ ΔΙΑΝΝΕΛΙΔΗ

ΠΕΡΙΠΛΑΝΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΖΗΤΗΣΕΙΣ
ΜΕ ΤΟ ΛΥΧΝΑΡΙ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΓΓΚΟΥ κ. ΠΑΝΟΥ ΛΙΓΟΜΕΝΙΔΗ

Κύριε Πρόεδρε,
Κύριοι Συνάδελφοι Ἀκαδημαϊκοί,
Κυρίες και Κύριοι,

Με τὴν πα ρ α τ ῆ ρ ῆ σ η ἔχουμε πρόσβαση σὲ σύμβολα καὶ ἐν γένει «σχήματα» ποὺ παρέχουν πληροφορίες τὶς ὁποῖες φιλτράρουμε καὶ ἐπεξεργαζόμαστε μὲ ἀφαίρεση καὶ ἐννοιολογικὴ ὀλοκλήρωση, ἔτσι ὥστε νὰ τοὺς δίνουμε συσχετισμένη θέση καὶ σημασία. Σχηματίζουμε ἐννοιες καὶ δημιουργοῦμε λέξεις ποὺ τὶς ἐκφράζουν, ὅλα ἀνθρώπινες ἐπινοήσεις, ποὺ μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ κατασκευάζουμε λίγο-πολὸ ἀξιόπιστα πρότυπα γιὰ τὴν περιγραφή τοῦ κόσμου μας.

Στὴν συνεχῆ προσπάθειά μας νὰ κατανοήσουμε τὸν κόσμον μας καὶ τὴν «ὑπαρξη» ἀνακρίνουμε ἐπίμονα καὶ ἐξαντλητικὰ τὸ ἄψυχο καὶ τὸ βιολογικὸ περιβάλλον μας, ἀπὸ τὶς ὑποατομικὲς δομὲς καὶ σχέσεις τοῦ μικροκόσμου μέχρι τοὺς μακρινοὺς γαλαξίες τοῦ Σύμπαντος. Ἔτσι, ἐπεκτείνουμε τὰ πρότυπα, ἢ καὶ τὰ ἀντικαθιστοῦμε μὲ φαντασία, τόλμη καὶ δημιουργικὴ ἔμπνευση, σὲ στιγμὲς συναρπαστικὲς γιὰ τὸν ἐρευνητὴ καὶ ἐπαναστατικὲς γιὰ τὴν ἐπιστήμη. Εἶναι γεγονός ὅτι ὁ αἰώνας μας ὑπῆρξε ἰδιαίτερα πλούσιος σὲ τέτοιες ἐπαναστατικὲς ἐπιστημονικὲς ἀναθεωρήσεις, οἱ ὁποῖες ὀδήγησαν συχνὰ σὲ καινοτομικὲς τεχνολογίες.

Σὲ ἐποχὲς ριζικῶν ἀλλαγῶν στὴν ἐπιστημονικὴ θεώρηση τοῦ κόσμου ὁ ρόλος τῆς Παιδείας εἶναι καθοριστικός, ὥστε νὰ μὴν μεγαλώνει τὸ χάσμα ἀνάμεσα σὲ ἐ-

κείνους πού πλουτίζουν τὸ περιεχόμενο τῆς Γνώσης καὶ σὲ ἐκείνους πού τὸ χρειάζονται γιὰ μία προικισμένη, συμμετοχική, διαβίωση.

Θὰ ἐπιχειρήσω νὰ σᾶς ὀδηγήσω σὲ μία θεώρηση τοῦ κόσμου μας καὶ τῆς ἀντιλήψεώς μας γιὰ τὴν «ὑπαρξη» φωτίζοντας τὸν δρόμο μὲ τὸ λυχνάρι πού μᾶς παρέχει ἡ Ἐπιστήμη τῆς Πληροφορίας. Θὰ ἐξετάσουμε τὴν ἔννοια τῆς «πληροφορίας» ὅπως αὐτὴ ἀπορρέει ἀπὸ τὸ παρατηρούμενο «σχῆμα» σὰν ἐννοιολογική καὶ διὰ συμβόλων ἐπαφή μας μὲ τὸ περιβάλλον, καὶ θὰ ὀδηγηθοῦμε σὲ μία ἀναθεώρηση τῆς Φύσεως σὰν μία κατάσταση τῆς «πληροφορίας» ὅπως καὶ τῆς ἀντιλήψεώς μας γιὰ τὴν «ὑπαρξη» πού ἀπορρέει ἀπὸ τὴν ἀνταλλαγή τῆς πληροφορίας. Γιὰ νὰ ἐπιβεβαιώσουμε ἀκόμη μία φορὰ τὶς εὐθύνες πού ἀπορρέουν ἀπὸ τὴν ἐπέκταση τῶν κυρίαρχων δυνατοτήτων τοῦ ἀνθρώπου μὲ τὴν ἀνάπτυξη τῆς ἐπιστημονικῆς γνώσεως καὶ τῆς τεχνολογίας, θὰ ἀναφερθοῦμε καὶ σὲ ἐφικτὲς ἀρνητικὲς συνέπειες τῶν τεχνολογιῶν τῆς Πληροφορικῆς.

1. ΣΧΗΜΑ, ΜΟΡΦΕΣ, ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

Ἡ «πραγματικότητα» τοῦ φυσικοῦ κόσμου γίνεται ἀντιληπτὴ ἀπὸ ἐμᾶς μὲσω πολυπλόκως δομημένων «σχημάτων». Σχήματα στὸν χῶρο καὶ στὸν χρόνο, ὅπως εἰκόνες καὶ ἀκολουθίες συμβόλων, ἢ καὶ σχήματα λειτουργικῆς ὁργανώσεως, ἐμφανίζονται σὰν συμβολικὲς ἐκδηλώσεις τῶν φυσικῶν φαινομένων καὶ διαδικασιῶν πού τὰ ὑπογραμμίζουν.

Τὰ χωροχρονικὰ καὶ λειτουργικὰ σχήματα, τὰ ὁποῖα ἀντιλαμβανόμαστε μέσα ἀπὸ παρατηρήσεις, γεννιῶνται στὴν φύση μὲ διαδικασίες πού ὑπακούουν σὲ φυσικὲς δυνάμεις συντηρήσεως καταστάσεων ἐλαχίστης ἐνεργείας, ὅπως στὶς περιπτώσεις τῶν κρυσταλλικῶν δομῶν, τῶν πρωτεϊνῶν, ἢ τῶν ἀστερισμῶν τοῦ στερεώματος, ἢ μὲ διαδικασίες μακριὰ ἀπὸ θερμοδυναμικὴ ἰσορροπία σὲ δυναμικὰ μὴ-γραμμικὰ καὶ ἀνοικτὰ συστήματα, ὅπως συμβαίνει μὲ τοὺς ἐν ζωῇ βιολογικοὺς ὁργανισμούς.

Οἱ συντηρητικὲς δυνάμεις πού ὑπάρχουν στὴν φύση ἐπιδρῶν πάνω σὲ ὕλικά σύνολα καὶ δημιουργοῦν καὶ διατηροῦν, σὰν προϊόντα τύχης καὶ νόμου, χωροχρονικὰ σχήματα εὐσταθῶν καταστάσεων ἐλαχίστης ἐνεργείας, ὅπως συμβαίνει στὶς συμμετρικὲς δομὲς τῶν κρυσταλλικῶν καταστάσεων, σὲ κατανομὲς ἀτόμων στὰ μόρια, στὴν χωροταξικὴ δομὴ μιᾶς πρωτεΐνης, στὰ σχήματα τῶν βουνῶν, ἢ στοὺς σχηματισμοὺς τῶν ἀστερισμῶν. Αὐτὰ τὰ στυλιζόμενα σχήματα ἐλαχίστης ἐνεργείας δὲν ἀπαιτοῦν μεταβολισμό, δηλαδὴ κατανώλιση ἐνεργείας, γιὰ νὰ διατηροῦν τὴν εὐσταθὴ ἰσορροπία τους καὶ νὰ ὑπάρχουν. Ἀντίθετα, οἱ ἐν ζωῇ βιολογικοὶ

όργανισμοί όπως και όρισμένα δυναμικά φυσικά και κοινωνικά συστήματα τών όποιων ή συμπεριφορά χαρακτηρίζεται από ιδιαίζουσες μη-γραμμικές σχέσεις, από δυναμική ίσορροπία, και από προσθετικές περιβαλλοντικές ή και έσωτερικές διακυμάνσεις τής καταστάσεώς των — τυχαίες, ή σχεδιασμένες —, μπορούν να όδηγήσουν τό δυναμικό σύστημα μακριά από θερμοδυναμική ίσορροπία σε νέες καταστάσεις δυναμικής ίσορροπίας χαμηλότερης έντροπίας, δηλαδή σε νέα σχήματα και νέες διαφοροποιημένες και όργανωμένες μορφές, οί όποίες συντηροϋνται με συνεχή κατανάλωση ένεργείας. Τά άνοικτά δυναμικά αυτά συστήματα είναι γνωστά ως «καταναλωτικές δομές» (*dissipative structures*).

Και αυτή ή ίδια ή δημιουργία τοϋ Σύμπαντος στην άρχή τοϋ χρόνου ταυτίζεται με τήν εμφάνιση τοϋ «σχήματος». Στην Παλαιά Διαθήκη (στό βιβλίο τής Γενέσεως) άναφέρεται στις πρώτες γραμμές ότι: «...ή δέ Γῆ ἦν άόρατος και άκατασκεύαστος, και σκότος επί τής άβύσσου...», δηλαδή στην άρχή τής δημιουργίας ή Γῆ ἦταν χωρίς σχῆμα, και άδεια. Ἡ Δημιουργία, κατά τις Γραφές, δέν άφοροϋσε τήν σύσταση κάποιου άρχέγονου ύλικού μέσου, αλλά μάλλον τήν ανάδυση τών δομών τοϋ χρόνου και τοϋ χώρου από μία άμορφη άρχέγονη κατάσταση.

Ἐξετάζοντάς το από τήν πλευρά τοϋ παρατηρητή, τό σχῆμα μπορεί να τό διακρίνει κανείς σαν κάτι πού ξεχωρίζει από τήν πλημμύρα τών στατιστικά άσυσχέτιστων αισθητηρίων έρεθισμάτων πού προέρχονται από τό χωροχρονικό περιβάλλον χωρίς «να μάς λείει τίποτε», δηλαδή χωρίς να μάς μεταδίδει τήν έννοια κάποιας ταυτότητας. Ἔτσι, ένα μικρό παιδί μπορεί να αντίληφθεϊ «σχῆμα» σε ένα μόριο DNA ή σε μία πολύπλοκη μαθηματική συνάρτηση, χωρίς να παίρνει πληροφορία πέραν από τήν στοιχειώδη ιδέα ότι «είναι κάτι». Ὅμως, τό χωροχρονικό σχῆμα, μπορεί, με έρμηνεία, να άποκτήσει ολοκληρωμένη ύπόσταση (*gestalt*), δηλαδή «μορφή», με κάποια ταυτότητα πού περιέχει πληροφορία, ή όποία είναι περισσότερο από τό άθροισμα τής πληροφορίας πού περιέχεται στα επί μέρους τμήματά του, και πού μπορεί «να λείει κάτι» στόν παρατηρητή πού τό αντιλαμβάνεται. Ἔτσι, ή «μορφή» ένέχει συμφραζόμενη (*contextual*) πληροφορία, πού έχει άμεση σχέση με τις προηγούμενες έμπειρίες τοϋ παρατηρητή, όπως θα δοϋμε στην συνέχεια. Ὁ παρατηρητής-δέκτης άναγνωρίζει τήν πληροφορία ή όποία ένέχεται στην μορφή, τήν έπεξεργάζεται και τήν επικοινωνεί.

Ἡ δυναμική μορφογένεση, στην όποία άναφερθήκαμε πριν, έπιτελείται σε δυναμικά φυσικά ή και κοινωνικά συστήματα με ανταλλαγές ύλης, ένέργειας και πληροφορίας, και άφορά στην δημιουργία νέων μορφών με σημασιολογική και λειτουργική ταυτότητα. Είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστική στις έξελικτικές άλυσίδες τοϋ

βιολογικοῦ κόσμου, ἀπὸ τὶς μοριακὲς καὶ ὑποκυτταρικὲς δομὲς μέχρι τοὺς βιολογικοὺς ὀργανισμούς. Ἡ βιολογικὴ μορφογένεση στὶς δομὲς τῶν βιολογικῶν ὀργανισμῶν καθορίζει μὲ τὴν σειρὰ τῆς τὴν μορφοποιῶ συμπεριφορὰ τῶν βιολογικῶν ὀργανισμῶν. Αὐτὴ ἢ διαδικασία τῆς μορφογένεσεως μπορεῖ νὰ ἐφαρμοστεῖ στὶς δομὲς φυσικῶν, χημικῶν, ἢ καὶ κοινωνικο-οἰκονομικῶν συστημάτων, ἀκόμη καὶ στὶς κωδικοποιημένους δομὲς βιολογικῶν ὀργανισμῶν, μὲ σχεδιασμὸ καὶ μὲ πείραμα, ἔτσι ὥστε νὰ διαμορφώσει τὴν λειτουργία καὶ τὴν δυναμικὴ συμπεριφορὰ τέτοιων συστημάτων κατὰ ἓνα συγκεκριμένο ἐπιθυμητὸ τρόπο.

Μορφογένεση μέσα στὶς δομὲς φυσικῶν συστημάτων μὲ σκοπὸ τὴν ἀνάπτυξη ἐπιθυμητῶν ἰκανοτήτων πὸν μποροῦν νὰ χαρακτηριστοῦν ὡς εὐφρεῖς (τεχνητῆς νοημοσύνης), ὅπως ἡ ἰκανότητα συσχέτισεως καὶ ἀναγνωρίσεως χωροχρονικῶν εἰκότων, ἐπιτυγχάνεται ἤδη σήμερον μὲ τὰ τεχνολογικὰ νευρωνικὰ δίκτυα ἐπεξεργασίας πληροφοριῶν. Γενικότερα, ἡ μεθοδολογία τῆς ἐλεγχόμενης καὶ κατευθυνόμενης «ἐκπαιδεύσεως» τῶν νευρωνικῶν δικτύων δημιουργεῖ δυνατότητες σχεδιασμένης ἐπεμβάσεως μὲ σκοπὸ τὴν διαμόρφωση ἐπιθυμητῆς συμπεριφορᾶς σὲ φυσικὰ συστήματα καὶ σὲ βιολογικοὺς ὀργανισμούς, καὶ γενικότερα σὲ δυναμικὰ κυβερνητικὰ συστήματα. Ὅπως ὅμως θὰ διαπιστώσουμε, ἡ ἐφαρμογὴ τῆς ἐπιστήμης τῆς πληροφορίας σὲ τέτοιες κατευθύνσεις ἀπαιτεῖ περὶσκεψη καὶ ἰδιαίτερη προσοχή.

Ἕ λ η καὶ Π ε δ ί α

Τὰ σχήματα τῆς φύσεως ἐκδηλώνονται στὶς δομὲς τῶν ὑλικῶν σωμάτων, ἀλλὰ καὶ στὰ διαδιδόμενα σήματα τῶν πεδίων δυνάμεων τὰ ὁποῖα μεταφέρουν καὶ ἐπικοινωνοῦν τὴν πληροφορία τῆς πηγῆς των.

Ἡ Γενικὴ Θεωρία τῆς Σχετικότητος προέβλεψε πρὶν 80 χρόνια, καὶ τὸ ἔχουμε διαπιστώσει πειραματικὰ ἐπανελημμένα ἀπὸ τότε, ὅτι ἡ ὑλικὴ ὑπόσταση «τσαλακώνει» τὴν γεωμετρία τοῦ χωροχρόνου, καὶ ἔτσι κάνει αἰσθητὴ τὴν παρουσία της μὲ τὶς «δυνάμεις τῆς βαρύτητος», μὲ αὐτὸ πὸν συνήθως ὀνομάζουμε τὸ «πεδίο τῆς βαρύτητος». Γενικότερα, ὑλικά σώματα «διαδίδουν» τὴν παρουσία των μὲ τὰ «πεδία δυνάμεων», ὅπως εἶναι τὸ ἠλεκτρομαγνητικὸ, τὸ ἀσθενὲς πυρηνικὸ (μαζὶ ἔχει διαπιστωθεῖ νὰ ἀποτελοῦν τὸ «ἠλεκτροασθενὲς» πεδίο δυνάμεων) καὶ τὸ ἰσχυρὸ πυρηνικὸ, μαζὶ μὲ τὸ πεδίο τῆς βαρύτητος.

Στὰ στοιχειώδη σωματίδια, ἡ ὑλικὴ καὶ ἡ κυματικὴ ὑπόσταση ἀποτελοῦν τὴν διπλὴ ἔκφραση κόματος καὶ σωματιδίου μίας καὶ μόνης ὄντοτητος, πὸν ἀναφέρεται μὲ τὸ ὄνομα «κυματίδιο» (wavicle). Τὰ πεδία, τὰ ὁποῖα μὲ τὴν μορφή «κυματο-

πακέτων» (λόγω τῆς ἀρχῆς τῆς ἐντοπιστικότητος, γὰρ τὴν ὁποία μίλησα σὲ προηγούμενη ὁμιλία μου στὶς 8-3-94) ἀποτελοῦν τὶς διαδιδόμενες «μνηῆμες» πὸν ἐνέχουν τὴν ταυτότητα τῆς πηγῆς των μὲ τὴν μορφή σχημάτων πὸν καθορίζονται ἀπὸ τὰ χαρακτηριστικά τῆς δομῆς καὶ τῆς συμπεριφορᾶς τῆς πηγῆς των.

Ἔτσι ἡ ὕλη στὸ Σύμπαν, ὅπως συνήθως τὴν σκεπτόμαστε, — ἀέρας, μικρόβια, δένδρα, βιολογικὰ ὄντα, ἀστέρια, γαλαξίες — εἶναι φτιαγμένα ἀπὸ μικροσκοπικὰ ἄτομα, στοιχειώδη σωματίδια, καὶ πάρα πολὺ ἄδειο χῶρο. Στὸν κόσμον τῶν στοιχειωδῶν μεγεθῶν ξεχωρίζουμε διάφορα εἶδη σωματιδίων — τὰ ὀνομαζόμενα φέρμιονες— (ὅπως τὰ ἠλεκτρόνια καὶ τὰ πρωτόνια), καὶ τὰ σχετικὰ μὲ πεδία δυνάμεων —τὰ γνωστὰ ὡς μπόζονς— (ὅπως τὰ φωτόνια).

Τὰ πεδία δυνάμεων πὸν λειτουργοῦν μέσα στὶς ἀρχὲς τῆς παγκόσμιας ἐμβέλειας ἀλλὰ καὶ τῆς «ἐντοπιστικότητος», εἶναι οἱ ἀγγελιοφόροι τοῦ φυσικοῦ συστήματος ἐπικοινωνιῶν οἱ ὁποῖοι περνᾶνε τὰ μηνύματα μεταξὺ τῶν ὕλικῶν σωμάτων. Ἡ ἐπικοινωνία μεταξὺ τῶν ὕλικῶν σωμάτων πὸν ἐπιτελεῖται μὲ τὰ σχήματα πὸν διαδίδονται καὶ ἀλληλοεπιδρῶν, ἀφορᾶ, στὴν οὐσία της, στὴν ἀνταλλαγὴ πληροφοροφίας στὸν χῶρον τῶν συμβόλων, ὅπως τὸ χροῖμα ἀνταλλάσσεται στὴν οἰκονομία, ἢ ἡ ἐνέργεια ἀνταλλάσσεται στὸν χῶρον τῶν φυσικῶν φαινομένων.

2. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ: Η ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ ΣΑΝ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΟ ΑΓΑΘΟ

Ἔτσι, ἡ πληροφορία τὴν ὁποία ἐκφράζει μία μορφή, εἶναι ἓνα ἀγαθὸ (commodity) ἐπικοινωνίας. Μέσα ἀπὸ ἐνεργειακὲς ἀνταλλαγές, ὀλοκληρωμένα σχήματα, δηλαδὴ μορφές, διαδίδονται καὶ ἀποτυπώνονται στὶς δομὲς-μνηῆμες τῶν ἀποδεκτῶν μὲ νέες ἀφηρημένες μορφές, σὰν πληροφορία. Ἔτσι, ἀποκαθίσταται «ἐπικοινωνία» μεταξὺ τοῦ φυσικοῦ συστήματος πὸν δημιουργεῖ καὶ διαδίδει τὸ σχῆμα, σὰν ἔκφραση τῆς δυναμικῆς του καταστάσεως καὶ συμπεριφορᾶς, καὶ τοῦ συστήματος - ἀποδέκτου ὁ ὁποῖος συσχέτισε καὶ ἀποτύπωσε τὴν σχετικὴ «πληροφορία».

Ἡ «ἐσωτερικὴ ἀποτύπωσις» εἶναι ἡ διεργασία τῆς ἀφαιρέσεως καὶ τῆς ἀποτυπώσεως τῆς αἰσθητήριας πληροφορίας στὶς δομὲς-μνηῆμες τοῦ ἀποδέκτου. Ἐπιτελεῖται μὲ φυσικὲς διαδικασίες «γνωρίσεως καὶ ἀνα-γνωρίσεως» (cognition and recognition), δηλαδὴ μὲ τὶς διαδικασίες συσχέτισεως τῆς «μορφῆς» πὸν ἐνέχεται στὸ αἰσθητήριον σῆμα, καὶ τῆς ἐπακόλουθης γενικεύσεως, συμπίεσεως καὶ ἀποτυπώσεως, πὸν ἀφήνουν τὰ ἀφηρημένα συσσωρευόμενα ἔχνη τους στὶς ἀναθεωρημένες δομὲς τοῦ ἀποδέκτη. Ὁ ἀποδέκτης, μὲ τὴν σειρά του, ἐπικοινωνεῖ τὶς νέες του ἐμπειρίες πὸν ἀποτυπώθηκαν στὶς διαφοροποιημένες δομὲς-μνηῆμες του, μὲ τὴν διάδοσιν, τῆς δυναμικῆς συμπεριφορᾶς του, μέσῳ τῶν ἀγγελιοφόρων τῶν φυσικῶν πεδίων δυνάμεων.

Με τὸν τρόπο πὸν περιγράψαμε, ἡ ἐπικοινωνία καὶ ἡ ἐσωτερικὴ ἀποτύπωση παίζουν ἐνεργὸ ρόλο στὴν συνεχῆ διαφοροποίηση καὶ ὀργάνωση τοῦ φυσικοῦ κόσμου, ὅπως καὶ τῆς ἀνθρώπινης συμπεριφορᾶς. Ἡ ἀνταλλαγὴ πληροφοριῶν ἔχει κεντρικὸ ρόλο στὶς διαδικασίες προσαρμογῆς καὶ ἐξελίξεως τῶν δυναμικῶν φυσικῶν καὶ βιολογικῶν, ἀκόμα καὶ τῶν κοινωνικῶν, συστημάτων. Ἰδιαίτερα σημαντικὸς εἶναι ὁ ρόλος τῆς ἀνταλλαγῆς πληροφοριῶν στὴν ἐξελικτικὴ μιτρικὴ βιολογία, στὴν δημιουργία γλωσσῶν, ἀκόμα καὶ στὴν ἀνάπτυξη νέων μορφῶν αἰσθητικῆς. Ἡ ἐξέλιξη τῶν πρωτεϊνῶν, τῶν βιολογικῶν κυττάρων καὶ τοῦ ἀνθρωπίνου ἐγκεφάλου, μὲ διαδικασίες διαφοροποιήσεως, αὐτο-οργανώσεως, καὶ τελεονομικῆς δημιουργίας πληροφορίας ὑψηλότερας ποιότητος, εἶναι βασικὰ ἐξαρτημένη ἀπὸ τὴν ἀνταλλαγὴ πληροφοριῶν, δηλαδή ἀπὸ τὴν ἐπικοινωνία.

Τώρα θὰ ἐξετάσουμε τὴν ἄποψη πὸν μᾶς παρέχει ἡ παρατήρηση γιὰ τὴν φύση τῶν πραγμάτων, γιὰ τὸ Σύμπαν πὸν μᾶς περιβάλλει καὶ τοὺς νόμους τῆς Φυσικῆς.

3. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

Ἡ παρατήρηση εἶναι ἡ ἐπαφὴ μας μὲ τὴν «πραγματικότητα» καὶ τροφοδοτεῖ τὴν ἀντίληψή μας γιὰ τὸν κόσμον πὸν μᾶς περιβάλλει. Οἱ ἀποδόσεις καὶ οἱ περιορισμοὶ τῶν ὀργάνων πὸν χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὴν παρατήρηση, τῶν μέσων διαδόσεως τῶν σχημάτων πὸν φέρουν τὴν πληροφορία, οἱ ἐρωτήσεις πὸν θέτουμε στὴν παρατήρηση καὶ πὸν καθορίζουν τὸ ἐπίπεδο ἀφαιρέσεως αὐτοῦ πὸν ζητᾶμε, καὶ ἡ ποιότητα τῆς ἀφαιρετικῆς συσχετίσεως καὶ συμπερασματολογικῆς ἐπεξεργασίας τῆς πληροφορίας στὸν ἐγκέφαλό μας, διαμορφώνουν καὶ περιορίζουν τὴν ἀντίληψη πὸν ἀναπτύσσουμε ἀπὸ τὴν παρατήρηση.

Στὴν καθημερινή μας πείρα θεωρητικοποιοῦμε τὶς παρατηρήσεις μας μὲ τὴν ἀφαίρεση καὶ τὴν ἀλγοριθμικὴ συμπίεση τῶν δεδομένων πὸν προκύπτουν ἀπὸ τὴν παρατήρηση. Οἱ «θεωρίες» πὸν ἔτσι δημιουργοῦμε, χρησιμεύουν ὡς ὑπολογιστικὰ μοντέλα προβλέψων σὲ μελλοντικὲς παρόμοιες περιπτώσεις παρατηρήσεων. Θεωροῦμε, δηλαδή, ὅτι ἡ Φύσις, στὶς ἐκδηλώσεις της καὶ στὴν ἐξέλιξή της, συνεχῶς «ὑπολογίζει» (*computes*) συμφώνως μὲ τὶς θεωρίες μας.

Ποσοτικὴ ἐκτίμηση τῆς πληροφορίας. Μέτρα.

Γιὰ τὶς ἀνάγκες τοῦ ποσοτικοῦ (*quantitative*) προσδιορισμοῦ τῆς πληροφορίας ἔχουμε καθιερώσει διάφορα «μέτρα».

Συγκεκριμένα, ὅταν ἡ πληροφορία παρουσιάζεται σὲ ἀκολουθία ἀφρημένων συμβόλων σύμφωνα μὲ μία καθορισμένη «γραμματικὴ», ὅπως σὲ ἓνα γραπτὸ κείμε-

νο, τὸ μέτρο «Boltzmann-Gibbs-Shannon» ἐκφράζει τὴν στατιστικὴ ἐντροπία τῆς ἀκολουθίας, πὸν ὑπολογίζεται μὲ βάση τὶς κατανομὲς πιθανοτήτων ἐμφανίσεως τῶν συμβόλων τοῦ ἀλφαβήτου πὸν χρησιμοποιεῖται. Ὄταν τὸ ἀλφάβητο εἶναι δυαδικό, π.χ. $(0,1)$, ὅπως συμβαίνει μὲ τὶς ἐσωτερικὲς γραμματικὲς τῶν κομπιούτερς, καὶ οἱ πιθανότητες ἐμφανίσεως τῶν δύο συμβόλων εἶναι ἴσες, τότε κάθε σύμβολο τῆς ἀκολουθίας μετράει ποσοτικὰ σὰν ἓνα «bit», μία μονάδα, πληροφορίας.

Ἐνα ἄλλο μέτρο τῆς πληροφορίας, γιὰ τὴν ἀκρίβεια ἓνα μέτρο τῆς τυχαιότητας μᾶς ἀκολουθίας συμβόλων ἢ γενικότερα κάποιου φυσικοῦ ἢ μαθηματικοῦ ἀντικειμένου, εἶναι τὸ «Ἀλγοριθμικὸ Περιεχόμενο τῆς Πληροφορίας» (*Algorithmic Information Content*, ἢ *Solomonoff-Kolmogorov-Chaitin Complexity*), πὸν ἐκφράζει τὸ μέγεθος (σὲ bits) τοῦ πλέον συνοπτικοῦ (*nearly incompressible*) προγράμματος πὸν θὰ περιγράψει τὸ πληροφοριακὸ περιεχόμενο τῆς ἀκολουθίας (τὸ ἀντικείμενο) σὲ ἓναν Γενικὸ Κομπιούτερ.

Τὰ μέτρα αὐτὰ σχετίζονται μεταξὺ των, καὶ μὲ τὴν φυσικὴ ἐντροπία πὸν ἐκφράζει τὴν θερμοδυναμικὴ ἄποψη τοῦ παρατηρητοῦ τῆς μετρούσεως. Ἐπειδὴ οἱ μαθηματικὲς ἐκφράσεις τῶν μέτρων τῆς πληροφορίας καὶ τῶν σχέσεών των δὲν μᾶς εἶναι ἀπαραίτητες γιὰ τὴν κατανόηση τῶν ἐννοιῶν πὸν παρουσιάζουμε σήμερα, δὲν θὰ ποῦμε περισσότερα γιὰ τὰ θέματα αὐτά.

Δύο λόγια ἐδῶ γιὰ τοὺς περιορισμοὺς τοὺς ὁποίους θέτει ἡ Φύση στὸ $\kappa \acute{\epsilon} \rho \delta \omicron \varsigma$ πληροφορίας πὸν παίρνουμε ἀπὸ τὴν παρατήρηση.

Παρατήρηση: Τὸ $\kappa \acute{\epsilon} \rho \delta \omicron \varsigma$ σὲ πληροφορία.

Ὁ δαίμονας τοῦ Maxwell, αὐτὸ τὸ φανταστικὸ ὄν ὑψηλῆς νοημοσύνης καὶ πλήρους γνώσεως πὸν θὰ μπορεῖ νὰ μαζεύει πληροφορία μὲ τὴν παρατήρηση καὶ νὰ μετατρέπει τὴν θερμότητα σὲ χρήσιμο ἔργο, εἶναι ἓνα νοητικὸ ἐργαλεῖο γιὰ νὰ καταστήσει κανεὶς ἀκριβῆ τὴν ἔννοια τοῦ $\kappa \acute{\epsilon} \rho \delta \omicron \varsigma$ πληροφορίας ἀπὸ μία παρατήρηση. Μέσα στὸ νοητικὸ πλαίσιο τῶν ἐνεργειῶν τοῦ δαίμονα τοῦ Μάξγουελ, προτάσεις κέρδους πληροφορίας ἀπὸ παρατήρηση ἐπανατοποθετοῦνται ὡς ἐρωτήσεις πὸν ἀφοροῦν δυνατότητα λήψεως ἀποφάσεως καὶ ἐπεξεργασίας τῆς πληροφορίας (*decidability and computability questions*) σὲ σχέση μὲ τὴν θερμοδυναμικὴ καὶ τὸν 2ο νόμο. Ἀποκαλύπτοντας τὴν βασικὴ σχέση μεταξὺ τῆς θερμοδυναμικῆς ἐντροπίας ἀπὸ τὴν μία πλευρά, καὶ τῆς στατιστικῆς ἐντροπίας καὶ τῆς ἀλγοριθμικῆς ἐντροπίας ἀπὸ τὴν ἄλλη, ὁ δαίμονας τοῦ Μάξγουελ προσφέρει στὴν πράξη τὴν πειραματικὴ ἀπόδειξη τῆς σχέσεως μεταξὺ τοῦ κέρδους πληροφορίας καὶ τῆς ἐλαττώσεως τῆς ἐντροπίας. Μὲ

τὸν τρόπο αὐτό, τὸ κέρδος πληροφορίας συνδέεται ἀπ' εὐθείας μὲ τὴν ἰκανότητα ἐξαγωγῆς χρησίμου ἔργου.

Μία ἄλλη ἄποψη τοῦ κέρδους πληροφορίας ἀπὸ μέτρηση ἔχει νὰ κάνει μὲ τὴν ἀβεβαιότητα πὸν ἀναπόφευκτα συνοδεύει τὴν παρατήρηση καὶ τὴν μέτρηση συζυγῶν φυσικῶν μεγεθῶν.

Π α ρ α τ ῆ ρ ῆ σ η : Ἄ β ε β α ι ὀ τ η τ α

Ἡ ἀβεβαιότητα στὸν διπλὸ καθορισμὸ ἀπὸ μέτρηση τῆς θέσεως καὶ τοῦ ρυθμοῦ ἀλλαγῆς θέσεως ἐνὸς κυματιδίου εἶναι χαρακτηριστικὴ ιδιότητα τῆς φύσεως, ἡ ὁποία δὲν ὀφείλεται στοὺς περιορισμοὺς ἀκριβείας τῶν ὀργάνων μετρήσεως. Ἄλλωστε, ἀπ τὴν σκοπιὰ τῆς πληροφορίας πὸν κερδίζεται ἀπὸ τὴν μέτρηση, ὁ ἀκριβῆς καθορισμὸς μὲ σφάλμα μὴδὲν κάποιου φυσικοῦ μεγέθους καὶ τοῦ συζυγοῦς του μεγέθους, προϋποθέτει ἄπειρο κέρδος σὲ πληροφορία, ἄπειρη ἀρνητικὴ ἐντροπία καὶ ἄπειρη καταβολὴ ἐνεργείας, πὸν εἶναι ἀδύνατος (Leo Szillard, 1929).

Ἡ κβαντικὴ ἄποψη τῆς Φυσικῆς πὸν ἐπεβλήθη στὸν αἰῶνα μας, ἀφορᾷ καὶ τὸν χαρακτήρα τῆς πληροφορίας πὸν ἀποσπᾶται μὲ τὴν παρατήρηση. Σὲ ἓνα κβαντικὸ καὶ κντταρικὸ Σύμπαν, ἡ πληροφορία κερδίζεται σὲ μπιτς ἢ σὲ συνεχεῖς ἀναλογικὲς ποσότητες;

Π α ρ α τ ῆ ρ ῆ σ η : Μ π ῖ τ ς ἢ ἀ ν α λ ο γ ι κ ῆ ς π ο σ ὀ τ η τ ς ;

Ἡ κόρη τοῦ ὀφθαλμοῦ μας δέχεται σὲ ἓνα δευτερόλεπτο 50.000 φωτόνια ἀπὸ μία μικροσκοπικὴ σταγόνα χρώματος στὸν καμβὰ ἐνὸς ἱμπρεσιονιστικοῦ ἔργου ζωγραφικῆς. Κάθε ἓνα φωτόνιο εἶναι τυχαῖο ὡς πρὸς τὴν κατεύθυνση καὶ τὸν χρόνον ἀφίξεως. Στὸ χαλάζι αὐτὸ τῆς πληροφορίας, τὰ κβάντα εἶναι τόσο πολυάριθμα ὥστε νὰ δίδουν τὴν ἐντύπωση τῆς τέλειαις συνέχειας τοῦ φωτισμοῦ. Ποιὸς ἀπὸ ἐμᾶς τοὺς πολυάσχολους θνητοὺς θὰ εἶχε τὸν χρόνον νὰ μετρήσει τὰ κβάντα; Ἔτσι, βασιζόμεστε σὲ κάποιον χονδρικὸ καὶ βολικὸ μέτρο τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτός, ὅπως αὐτὸ πὸν τὸ μάτι ἐπιτυχῶς περνᾷ στὸν ἐγκέφαλο χωρὶς τὴν ἀνάγκη ἀπαριθμῆσεως τῶν κβάντα. Ἡ αἴσθησις τῆς «συνέχειας» (continuity) ἀποκτᾶται στοὺς πολὺ μεγάλους ἀριθμοὺς τῶν φωτονίων.

Πολὸν ἐνδιαφέροντα πράγματα, ὅμως, συμβαίνουν ὅταν κάνουμε παρατηρήσεις στὴν κλίμακα τῶν στοιχειωδῶν κβαντικῶν φαινομένων. Συναντᾶμε τοὺς πειραματικὰ ἐπιβεβαιωμένους περιορισμοὺς πὸν θέτει ἡ φύση —καὶ ἡ ἐπιστήμη τῆς πληροφορίας— μὲ τὴν ἀναπόφευκτὴ ἀπροσδιοριστία στὸν ἀκριβῆ προσδιορισμὸ συζυγῶν μεγεθῶν (ὅπως θέση καὶ ταχύτητα κάποιου στοιχειώδους σωματιδίου). Ἡ ἐπιστήμη τῆς πληροφορίας, μὲ τὴν ἄποψη τοῦ κόστους τῆς πληροφορίας σὲ ἀρνητικὴ ἐντρο-

πία, επιβάλλει ένα συμβιβασμό μεταξύ ακρίβειας στην μέτρηση και ενεργειακού κόστους, στὸν ὁποῖο συμφωνοῦν καὶ οἱ μετρήσεις στὸν κόσμο τῆς φυσικῆς. Πέραν ὅμως καὶ ἀπὸ αὐτὴν τὴν «ιδιοτροπία» τῆς φύσεως, ὁ πειραματισμὸς μὲ τὰ στοιχειώδη κβαντικά φαινόμενα ἀποκαλύπτει ἕναν κόσμο πὸν λειτουργεῖ μὲ τρομακτικὴ λιτότητα στὸν ὁποῖο κατασκευάζονται σωματίδια χωρὶς σωματίδια, πεδία δυνάμεων χωρὶς πεδία δυνάμεων, χωροχρόνος χωρὶς χωροχρόνο, καὶ νόμοι χωρὶς νόμους (θέματα πὸν θὰ ἐξετάσουμε σὲ μελλοντικὴ μας ἐπικοινωνία).

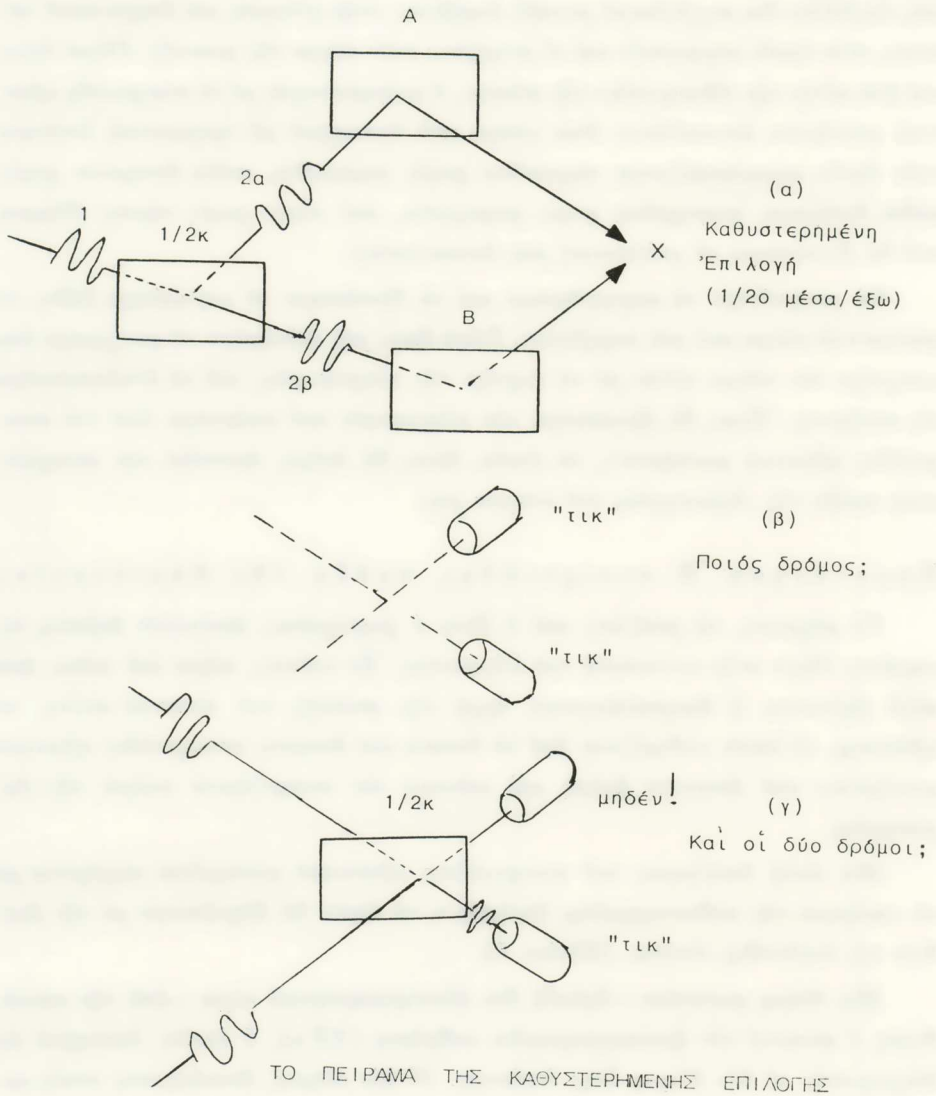
Θὰ μπορούσαμε νὰ περιγράψουμε καὶ νὰ ἐξετάσουμε σὲ μεγαλύτερο βᾶθος τὸ φανταστικὸν κόσμο πὸν μᾶς περιβάλλει. Τώρα ὅμως μᾶς ἐνδιαφέρει νὰ φωτίσουμε ὅσο μπορούμε τὸν κόσμο αὐτὸν μὲ τὸ λυχνάρι τῆς πληροφορίας, καὶ νὰ ἀναλογιστοῦμε τὶς συνέπειες. Ἔτσι, θὰ ἐξετάσουμε τὴν πληροφορία πὸν παίρνομε ἀπὸ «τὸ στοιχειῶδες κβαντικὸ φαινόμενο», τὸ ὁποῖο, ὅπως θὰ δοῦμε, ἀποτελεῖ τὴν συνεχιζόμενη πράξη τῆς Δημιουργίας τοῦ κόσμου μας.

Π α ρ α τ ῆ ρ ῆ σ η : Ἡ σ τ ο ι χ ε ι ὠ δ η ς π ρ ᾶ ξ η τ ῆ ς Δ η μ ι ο υ ρ γ ί α ς

Τὰ φέρμιονς, τὰ μπόζονς, καὶ ὁ ἴδιος ὁ χωροχρόνος, ἀποτελοῦν βεβαίως τὶς «πρῶτες ὕλες» στὴν κατασκευὴ τοῦ Σύμπαντος. Ἐν τούτοις, πέραν καὶ πάνω ἀπὸ αὐτὰ βρίσκεται ἡ ὑπερκαλύπτοσα ἀρχὴ τῆς φυσικῆς τοῦ εἰκοστοῦ αἰῶνα, τὸ κβάντομ, τὸ ὁποῖο καθορίζεται ἀπὸ τὸ ὕστατο καὶ ἄπιαστο «στοιχειῶδες κβαντικὸ φαινόμενο» πὸν ἀποτελεῖ ἀκόμη καὶ πάντοτε τὸν συνεχιζόμενο παλμὸ τῆς Δημιουργίας.

Μία ἀπλὴ ἐπεξέγησης τοῦ στοιχειώδους κβαντικοῦ φαινομένου παρέχεται μὲ τὸ «πείραμα τῆς καθυστερημένης ἐπιλογῆς», τὸ ὁποῖο θὰ ἐξηγήσουμε μὲ τὴν βοήθεια τῆς ἀκόλουθης εἰκόνας. (Εἰκόνα 1).

Μία δέσμη φωτονίων —δηλαδὴ ἕνα ἠλεκτρομαγνητικὸ κύμα— ἀπὸ τὴν κατεύθυνση 1 συναντᾷ τὸν ἡμιεπαγγυρωμένον καθρέφτη (1/2 κ), ὁ ὁποῖος ἐπενεργεῖ ὡς διαχωριστὴς σὲ δύο δέσμες ἴσης ἐντάσεως. Οἱ δύο δέσμες, ἀνακλώμενες στοὺς καθρέφτες Α καὶ Β φτάνουν στὸ σημεῖο συναντήσεως Χ, ὅπως φαίνεται στὸ μέρος (α) τῆς εἰκόνας. Οἱ μετρητὲς πὸν τοποθετοῦνται μετὰ τὸ σημεῖο συναντήσεως, ὅπως βλέπουμε στὸ μέρος (β) τῆς εἰκόνας, θὰ καταγράψουν ἀπὸ ποιά διαδρομὴ ἔχει ἔλθει κάποιον ἀφιχθὲν φωτόνιο. Σὲ ἐναλλακτικὴ διάταξη πὸν φαίνεται στὸ μέρος (γ) τῆς εἰκόνας, ἕνας ἡμιεπαγγυρωμένον καθρέφτης στὸ σημεῖο συναντήσεως φέρνει τὶς δύο δέσμες στὴν μία του πλευρὰ σὲ ἀντισταθμιστικὴ παρεμβολή, ἔτσι ὥστε ὁ μετρητὴς ἀπὸ τὴν πλευρὰ ἐκεῖνη νὰ σιωπᾷ, μὴ καταγράφοντας τίποτε. Στὴν ἄλλη του πλευρὰ οἱ δέσμες ἔρχονται σὲ ἐποικοδομητικὴ παρεμβολή ἀποκαθιστώντας τὴν δέσμη στὴν



1

Εικόνα 1: Το πείραμα της καθυστερημένης επιλογής.

ἀρχική της ἔνταση, I , καὶ προκαλώντας καταγραφή τοῦ φαινομένου στὸν δεύτερο μετρητή.

Μὲ τὴν πρώτη πειραματικὴ διάταξη (β), ὁ παρατηρητὴς βρίσκει ποῖ οὐδὲν δρόμο ἀκολούθησε τὸ ἐπερχόμενο φωτόνιο. Μὲ τὴν δεύτερη πειραματικὴ διάταξη (γ), ὁ παρατηρητὴς ἔχει ἀποδείξει ὅτι τὸ ἐπερχόμενο φωτόνιο —σὰν κύμα— ἤλθε ἀκολουθώντας καὶ τοὺς δύο δρόμους.

Μὲ τὴν ἄποψη τοῦ πειράματος «καθυστερημένης ἐπιλογῆς», ὁ παρατηρητὴς μπορεῖ νὰ ἀποφασίσει τὴν τελευταία στιγμή ἂν θὰ τοποθετήσει ἢ ὄχι τὸν ἡμιπαρυρωμένο καθρέφτη στὸ σημεῖο συναντήσεως X , καὶ ἔτσι νὰ ἀποφασίσει ἐκ τῶν ὑστέρων ἂν τὸ φωτόνιο θὰ ἔχει ἔλθει ἀπὸ ἓνα διάδρομο ἢ καὶ ἀπὸ τοὺς δύο, ἀφοῦ τὸ φωτόνιο θὰ ἔχει ἤδη τελειώσει τὸ ταξίδι του.

Νὰ δοῦμε τὶς συνέπειες ἀπὸ τὸ πείραμα αὐτό.

Συνέπειες

Ἡ καθυστερημένη ἐπιλογή τῆς τοποθετήσεως ἢ μὴ τοῦ ἡμι-καθρέφτη στὸ τελευταῖο πικο-δευτερόλεπτο, ἀφοῦ τὸ φωτόνιο ἔχει ἤδη συμπληρώσει τὸ πιθανῶς μακρινὸ ταξίδι του, δημιουργεῖ μία περιέργη ἀντιστροφή τῆς «φυσιολογικῆς» ροῆς τοῦ χρόνου. Φαίνεται πὼς εἶναι λάθος νὰ ἀποδίδεται «ἀπτότητα» στὸ φωτόνιο πὸν γεννήθηκε καὶ ξεκίνησε ἀπὸ κάποιον μακρινὸ κονέζαρ πολὺ πρὶν ὑπάρξει παρατηρητῆς πουθενὰ στὸν κόσμο, μέχρι τὴν στιγμή τῆς παρατηρήσεως. Στὸ κβαντικὸ ἐπίπεδο, ἡ φύσις δὲν λειτουργεῖ σὰν τελεολογικὴ μηχανή. Μὲ τὸ νὰ καθορίσουμε τὰ πειραματικὰ δεδομένα καὶ τὶς ἐρωτήσεις τῆς παρατηρήσεως, παρεμβαίνουμε ἀναπόφευκτα σὲ αὐτὸ πὸν παρατηρεῖται νὰ συμβαίνει. Ἀπὸ τὸ πείραμα τῆς καθυστερημένης ἐπιλογῆς συμπεραίνουμε ὅτι αὐτὸ πὸν διαλέγουμε νὰ παρατηρήσουμε καθορίζει τελεσίδικα αὐτὸ πὸν θὰ βροῦμε. Ὁ Ἑλεάτης φιλόσοφος Παρμενίδης (περίπου 515 μὲ 450 π.Χ.) ἔλεγε ὅτι «αὐτὸ πὸν ὑπάρχει... εἶναι ταυτόσημο μὲ τὴν σκέψη αὐτοῦ πὸν τὸ ἀναγνωρίζει».

Στὴν Φυσικὴ ἐπιχειροῦμε νὰ περιγράψουμε αὐτὸ στὸ ὅποιο ἔχουμε πρόσβαση μὲ τὴν παρατήρηση, πὸν δὲν εἶναι —καὶ δὲν μπορεῖ νὰ εἶναι— ἡ «πραγματικότητα» στὴν οὐσία της. Παρατηροῦμε τὶς συμβολικὲς ἐκδηλώσεις τῆς «πραγματικότητας» ὅπως αὐτὲς καθορίζονται ἀπὸ τὰ ὄργανα πὸν χρησιμοποιοῦμε καὶ ἀπὸ τὶς ἐρωτήσεις πὸν θέτουμε. Ἔτσι, ἡ «πραγματικότητα» μπορεῖ νὰ εἶναι καὶ «κύμα» καὶ «σωματίδιο», ὅπως καὶ «οὔτε κύμα οὔτε σωματίδιο». Αὐτὸ πὸν παρατηροῦμε «φτιάχνεται» ἀπὸ τὰ ὄργανα πὸν παρεμβάλλονται, ἀπὸ τὶς ἐρωτήσεις πὸν θέτουμε, καὶ ἀπὸ τὴν συμμετοχικὴ παρατήρηση. Ἡ κβαντικὴ φυσικὴ μᾶς λέει πὼς ἡ ἐρώτηση «τὸ φῶς εἶναι κύμα ἢ σωματίδιο;» ἔχει τεθεῖ ἐσφαλμένα. Μὲ τὴν βοήθεια τῶν παρατη-

ρήσεων στο πείραμα τῆς καθυστερημένης ἐπιλογῆς, ἐπινοοῦμε τὶς ἔννοιες καὶ λέξεις «κόμα» ἢ «σωματίδιο» πὸν ἀποδεικνύονται ἀνεπαρκεῖς γιὰ νὰ ἐξηγήσουν πλήρως τὴν συμπεριφορὰ τοῦ φαινομένου μὲ τὸ ὁποῖο πειραματιζόμαστε.

Κάποτε ὁ *Richard Feynman* (σὲ μία συνάντησή μας στὸ MIT τὸ 1981), ἀναφερόμενος στὰ «περίεργα» τῶν παρατηρήσεων, μού εἶχε πει πὼς ἡ Φυσικὴ φαίνεται νὰ λειτουργεῖ ὡσὰν ἡ ἐξέλιξις τῶν φυσικῶν φαινομένων νὰ ἐξαρτᾶται ὄχι μόνο ἀπὸ τὸ παρελθόν, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸ μέλλον, κάτι πὸν ἀποτελεῖ μία δραματικὴ ἐπέκταση στὴν ἔννοια τοῦ μαθηματικοῦ «αὐτόματου».

Θὰ συνοψίσουμε ἐδῶ μερικὲς συνέπειες αὐτῶν πὸν περιγράψαμε ὡς τώρα:

1. Τὰ παρατηρούμενα στοιχειώδη κβαντικὰ φαινόμενα εἶναι στοιχειώδεις «πράξεις τῆς Δημιουργίας», ἡ ὁποία Δημιουργία δὲν ἐτελείωσε, ἀλλὰ συνεχίζεται.

2. Τὸ «παρελθόν» ὑπάρχει μόνο ὅπως καταγράφεται στὴν παρατήρηση τοῦ παρόντος, ὅπου αὐτὸ πὸν μποροῦμε νὰ ποῦμε γιὰ τὸ παρελθόν ἀποφασίζεται ἀπὸ τὶς ἐρωτήσεις πὸν τίθενται καὶ ἀπὸ τὶς πειραματικὲς συνθῆκες τῆς παρατηρήσεως.

3. Αὐτὸ πὸν ὀνομάζουμε «πραγματικότητα» ἀποτελεῖται ἀπὸ σταθμὸς παρατηρήσεως τῶν ὁποίων τὰ δεδομένα θεωρητικοποιοῦνται καὶ «γεμίζουν» τὴν «ὑπαρξή» στὰ μεταξύ τους χωροχρονικὰ διαστήματα μὲ κατασκευάσματα θεωρίας, δόγματος, φαντασίας, μύθου καὶ ποιήσεως.

4. Μὲ ἓναν περίεργο τρόπο, ζοῦμε σὲ ἓνα Σύμπαν παρατηρητοῦ - μετόχου, τοῦ ὁποίου ἡ παρουσία γίνεται ἀποφασιστικὴ σὲ παρατηρήσεις κβαντικῶν φαινομένων. Ἐν τούτοις, σὲ παρατηρήσεις μὲ τὶς συνθῆκες τῆς καθημερινῆς ἐμπειρίας μας, ὁ νόμος τῶν μεγάλων ἀριθμῶν καὶ ἡ «ἀρχὴ τῆς ἀθροίσεως τῶν τροχιῶν» (*Feynman's «sum over histories» version of Quantum Mechanics*) μᾶς παρέχει τὴν συμβατικὴ εἰκόνα τοῦ διαχωρισμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ καὶ τῆς παρατηρήσεως ἀπὸ τὸ ὑπόλοιπο Σύμπαν. Μποροῦμε τότε νὰ λέμε ὅτι τὸ Σύμπαν «ὑπάρχει κάπου ἐκεῖ», ἀνεξάρτητο ἀπὸ τὴν ὑπαρξή μας.

5. Μία ἀρχὴ τῆς μοντέρνας Φυσικῆς λέει ὅτι «Τὸ περισσότερο εἶναι διαφορετικό», ἀναφερόμενη στὴν διαφοροποίηση καὶ στὴν ἐξελικτικὴ πορεία πὸν παρατηρεῖται στὴν φύση ἀπὸ τὴν αὔξηση τῆς πολυπλοκότητος. Δισεκατομμύρια ἐπὶ δισεκατομμυρίων στοιχειώδεις πράξεις δημιουργίας παρατηρητῶν - μετόχων παρήγαγαν τὶς δομὲς καὶ τὶς λειτουργίες πὸν ὀνομάζουμε Φυσικὴ, καὶ ἀποτελοῦν τὰ θεμέλια κάθε ἀντιλήψεώς μας γιὰ τὸ Σύμπαν καὶ τὴν «ὑπαρξή». Οἱ νόμοι τῶν μεγάλων ἀριθμῶν μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ «ἀγγίζουμε» αὐτὸ πὸν μετροῦμε, νὰ ἔχουμε κανόνες γιὰ τὸν χειρισμὸ τοῦ φυσικοῦ κόσμου, καὶ νὰ ἀναφερόμαστε σὲ ἓνα «προ-ὑπάρχον» πλαίσιο χρόνου-χρόνου γιὰ ἀναφορὰ τῶν παρατηρήσεών μας.

6. Ὅσον ἀφορᾷ ὁμως στὴν στοιχειώδη πράξη τῆς δημιουργίας, ἢ δυνατότητα ἀναγωγῆς τῶν πειραματικῶν ἐρωτήσεων κατὰ τὴν διάρκεια κβαντικῶν παρατηρήσεων σὲ ἐρωτήσεις τοῦ τύπου «ναί|ῶχι» δείχνουν τὴν πληροφοριακὴ πηγὴ αὐτοῦ πὸν ὀνομάζουμε «πραγματικότητα». Ὅπως τὸ συνόψισε ὁ Νομπελίστας John Archibald Wheeler, «It from Bit».

7. Πρέπει νὰ παρατηρήσουμε ἐδῶ, ὅτι στὸ ἐπίπεδο τῆς φυσικῆς τοῦ μικροκόσμου δὲν ὑπάρχει συνεχῆς χώρος ἢ συνεχῆς χρόνος, ἢ ἀκόμα χωροχρονικὸ συνεχές (*space-time continuum*). Ἡ κβαντικὴ φύση τοῦ χωροχρόνου καθορίζεται ἀπὸ τὴν παγκόσμια σταθερὰ τοῦ Πλάνκ, ἢ ὁποία καθορίζει ἐπίσης τὸ μέγεθος τῆς ἀβεβαιότητος στὴν μέτρηση τοῦ ἐλαχίστου ἐπιτρεπόμενου μήκους καὶ χρόνου. Τὰ θεμελιώδη κβάντα τοῦ μήκους (χώρου) καὶ τοῦ χρόνου, γνωστὰ ὡς «μῆκος καὶ χρόνος Πλάνκ», εἶναι βεβαίως μικροσκοπικά, περίπου 10^{-35} τοῦ μέτρου— μῆκος πολὺ μικρότερο ἀπὸ τὴν διάμετρο τοῦ πυρήνα ἑνὸς ἀτόμου — καὶ 10^{-43} τοῦ δευτερολέπτου, ἀντιστοίχως. Συμφώνως μὲ τοὺς κβαντικὸς κανόνες, ὅχι μόνο εἶναι ἀδύνατο νὰ μετρήσουμε κάποιον μῆκος ἢ χρόνο μὲ περισσότερη ἀκρίβεια ἀπὸ τόσο, ἀλλὰ καὶ ἡ ἴδια ἢ ἔννοια τοῦ χώρου καὶ τοῦ χρόνου χάνεται μέσα στὰ ὅρια τῶν μεγεθῶν Πλάνκ. Αὐτὸ σημαίνει πὼς ὁ χωροχρόνος τοῦ Σύμπαντος εἶναι κβαντικός. Οἱ συνέπειες αὐτῶν τῶν παρατηρήσεων εἶναι σημαντικές. Ἄν, γιὰ παράδειγμα, μία «μαύρη τρύπα» στὸ διάστημα συσταλεῖ μέχρι τὶς διαστάσεις τοῦ μήκους Πλάνκ, ἢ ἂν τὸ παλλόμενο Σύμπαν συσταλεῖ μέχρι τὶς διαστάσεις τοῦ μήκους Πλάνκ πλησιάζοντας τὴν Μεγάλη Σύνθλιψη, τότε ἢ μὲν μαύρη τρύπα θὰ ἐξατμιστεῖ, τὸ δὲ Σύμπαν θὰ περάσει σὲ μία νέα φάση τῆς ζωῆς του μὲ τὴν μετάβαση ἀπὸ τὴν Μεγάλη Σύνθλιψη στὴν Μεγάλη Ἐκρηξη (*Big Crash to Big Bang*). Στὴν ἀκόλουθη εἰκόνα τῆς χωροχρονικῆς σφαίρας, ὁ χώρος διαστέλλεται στοὺς παράλληλους κύκλους καὶ ὁ χρόνος κινεῖται μόνο ἐμπρὸς κατὰ τὸν μεσημβρινό. Ὅπως δείχνει καὶ ἡ εἰκόνα, τὸ περιοδικῶς παλλόμενο Σύμπαν (τὸ μοντέλο Freedman) περνᾷ ἀπὸ τὴν Μεγάλη Σύνθλιψη στὴν Μεγάλη Ἐκρηξη χωρὶς συρρίκνωση σὲ μαθηματικὸ «σημεῖο» — πράγμα πὸν τὸ ἀπαγορεύει ἢ ἀρχὴ τῆς ἀβεβαιότητος—χωρὶς τὴν ἀνάγκη «ἀπειρης» πυκνότητος— πάλι κάτι ἀπαγορευμένο — καὶ χωρὶς τὴν ἀνάγκη ἀπολότως καθορισμένης «ἀρχῆς» τοῦ χρόνου. Τὸ Σύμπαν γεννιέται σὲ ἡλικία ἴση μὲ τὸν χρόνο Πλάνκ καὶ σὲ ὄγκο ἴσον μὲ τὸ κύτταρο Πλάνκ, καὶ χωρὶς «μνήμη» ἀπὸ τὴν προηγούμενη ζωὴ του, ὅπως περνᾷ ἀπὸ τοὺς «πόλους» τῆς χωροχρονικῆς «σφαίρας» πὸν δείχνουμε στὴν εἰκόνα, ἐκτὸς ἀπὸ ἀταξίες μέσα στὸ ἐκρηγνύμενο κοσμικὸ «αὐγὸ» — ἴσως χαοτικὲς πληροφορίες πὸν θὰ καθορίσουν σχήματα καὶ μορφές στὴν νέα περίοδο τῆς ζωῆς του. (Καὶ αὐτὸ τὸ θέμα τὸ ἀφήνουμε γιὰ ἄλλοτε).

8. Τέλος, μπορούμε να παρατηρήσουμε πώς στον κοτταρικό χωροχρόνο που δρίζουν τα στοιχειώδη μεγέθη Πλάνκ (μήκος και χρόνος), τα κβαντικά του χωροχρόνου και της ενέργειας μᾶς μετουσιώνουν την Φυσική ως Πληροφορία, ως μπίτς που καταγράφονται σε στοιχειώδη κβαντικά πειράματα θέτοντας ναί/όχι ἐρωτήσεις.

Με την ἄποψη αὐτή θὰ μπορούσε να μετρηθεῖ σε μπίτς ἡ πληροφορία που θὰ χρειαζόταν για να καθοριστεῖ ἡ ἐσωτερικὴ δομὴ μιᾶς μᾶζης τρύπας ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ δρίζοντός της διαιρούμενη σε στοιχειώδη κότταρα Πλάνκ που τὸ καθένα τους περιέχει ἓνα μπίτ πληροφορίας, ἀποδίδοντας ἔτσι τὴν ἐντροπία τῆς μᾶζης τρύπας. Βλέπουμε τὴν σταθερὰ τοῦ Πλάνκ να ἀποκαλύπτει τὴν Φυσικὴ ὡς Πληροφορία.

Παρομοίως, ὑπολογίζοντας τὴν πτώση τῆς ἐντροπίας τῆς ἀρχέγονης κοσμικῆς πύρινης σφαίρας, ἡ ὁποία ψύχεται ἀπὸ τὴν θερμοκρασία τῆς Μεγάλης Ἐκρήξεως τῶν περίπου 30 δισεκ. βαθμῶν Κελσίου στὴν σημερινὴ θερμοκρασία ἀκτινοβολίας κοσμικῶν μικροκυμάτων τῶν 2,735 βαθμῶν Κελσίου, καὶ ἡ ὁποία διαστέλλεται τώρα σε ὄγκο ἀκτίνας 13,2 δισεκ. ἐτῶν φωτός (περίπου $1,25 \times 10^{26}$ μέτρα, προσδιορίζει κανεῖς τὸ πληροφοριακὸ περιεχόμενον τοῦ Σύμπαντος σε περίπου 8×10^{88} μπίτς, που εἶναι ἓνα μέτρο τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μπίτς που ἀπαιτοῦνται για να καθοριστεῖ ἡ δομὴ τοῦ σύμπαντος (ἀδύνατο βέβαια να καταγραφοῦν τόσα μπίτς ἀπὸ παρατηρήσεις, παρὰ μόνο ἐκεῖ που βρίσκονται!).

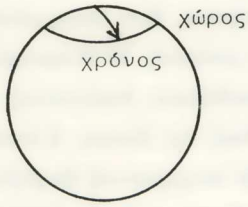
Κλείνοντας τὸ θέμα (για τώρα) τῆς περιγραφῆς τῆς Φύσεως ὡς Πληροφορίας, πρέπει να σημειώσουμε ὅτι οἱ ἀριθμητικὲς τιμὲς τῶν σταθερῶν μεγεθῶν που δίδουν ταντότητα στὸ Σύμπαν, ὅπως ἡ σταθερὰ τοῦ Πλάνκ, ἡ μᾶζα τοῦ ἠλεκτρονίου, κλπ. εἶναι ἀπλὰ ἱστορικὰ ἐπεισόδια τῶν ἀθαιρέτων κλιμάκων που ἔχουμε καθιερώσει για μετρήσεις, χωρὶς καθόλου διδακτικὴ ἀξία. Ἡ σημασία τους, ὅσον ἀφορᾷ στὴν πληροφορία που παρέχουν, βρίσκεται στὸ βαθύτερο νόημα τῆς μεγάλης λιτότητος που παρουνσιάζει ἡ Φύσις.

Τώρα, μερικὲς μόνο παρατηρήσεις σχετικὰ με τὴν ἀντίληψη που σχηματίζουμε για τὴν «ὑπαρξη».

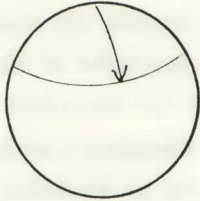
4. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ: Η ΑΝΤΙΑΛΗΨΗ ΜΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΑΡΞΗ

Τίθεται ἓνα θεμελιῶδες ἐρώτημα: Μποροῦμε ποτὲ να ἐλπίζουμε ὅτι θὰ λάβουμε τὴν «ὑπαρξη»; Ὅτι θὰ μπορέσουμε ποτὲ να χαράξουμε τὴν εὐθεία γραμμὴ που εἶναι ἡ ὑπαρξη, χρησιμοποιώντας τὰ καμπυλόγραμμα ἐργαλεῖα τῶν αἰσθήσεων καὶ τῆς διανοήσεως με τὰ ὁποῖα μᾶς προίκισε ἡ Φύσις;

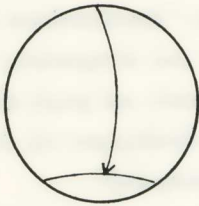
Η Γεωμετρία του χωρο-χρόνου : Χ ω ρ ί ς Ό ρ ι α



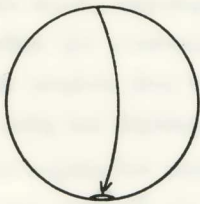
- στον μεσημβρινό μόνο μία κατεύθυνση: "προς ΝΟΤΟ" (εμπρός)



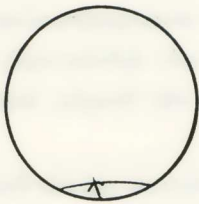
- ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ ΤΩΡΑ;



- ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΜΕΓΑΛΗ ΣΥΝΘΛΨΗ;



- Η ΜΕΓΑΛΗ ΣΥΝΘΛΨΗ



- ΛΙΓΟ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΜΕΓΑΛΗ ΕΚΡΗΞΗ
Ο χρόνος εξακολουθεί να κινείται προς "εμπρός" χώρο, χρόνος: ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΑ

Τ Ο Μ Ο Ν Τ Ε Λ Ο Τ Ο Υ F R E E D M A N

Ἦ ἄνθρωπος ἔχει ἐπιχειρήσει νὰ προσεγγίσει τὴν ἔννοια τῆς ὑπάρξεως μέσω διαφορῶν ὁδῶν. Ἡ Θρησκεία ὀρίζει τὴν ὑπαρξὴ μέσα ἀπὸ τὸ θεολογικὸ πλέγμα. Ἡ Τέχνη τὴν ὀρίζει μέσω τῆς αἰσθητικῆς ἀντίληψως, ἔτσι ὅπως αὐτὴ ἐκφράζεται μὲ τὸν λόγον, μὲ τὴν εἰκαστικὴ ἔκφραση, ἢ μὲ τὴν μουσικὴν. Ἡ Φιλοσοφία ὀρίζει τὴν ἀνθρώπινη ὑπαρξὴ μέσα ἀπὸ τὴν διατύπωση ὑποθέσεων, διαλεκτικῆς καὶ λογικῆς αἰτιολογήσεως. Ἡ Ἐπιστήμη θεμελιώνει τὴν δική της ἄποψη, ἢ ὅποια ἀπορρέει ἀπὸ τὴν παρατήρηση, τὴν θεωρητικοποίηση καὶ τὴν πειραματικὴ ἐπιβεβαίωση ἢ ἀπόρριψη. Ἐδῶ, ἀναφερόμαστε στὴν ἐπιστημονικὴ ἄποψη γιὰ τὴν ὑπαρξὴ, δηλαδὴ στὴν ἀντίληψη τῆς «πραγματικότητος» ποὺ ἀναπτύσσει γιὰ τὸ Σύμπαν ὁ «παρατηρητῆς - μέτοχος», αὐτὸς ποὺ παρατηρεῖ τὸ μεγάλο παιγνίδι τῆς λειτουργίας τοῦ Σύμπαντος στὸ ὁποῖο εἶναι καὶ ὁ ἴδιος παίκτης, καὶ προσπαθεῖ μὲ τὴν παρατήρηση καὶ τὴν θεωρητικοποίηση νὰ κατανοήσῃ τοὺς κανόνες τοῦ παιγνιδιοῦ.

Ἡ ἐπιστημονικὴ ὀρθολογικὴ ἀντίληψη περὶ «ὑπάρξεως», αὐτὴ δηλαδὴ ποὺ ἀναζητᾷ τις αἰτίες καὶ ὑποστηρίζει τις προτάσεις τῆς μὲ ἀποδείξεις, ποὺ ἐλέγχει καὶ ἀντιτίθεται στὴν ἀδθαίρετη ἢ καὶ τὴν παράλογη συμπερασματολογία, ἀναπτύσσεται μὲ δύο διαφορετικὰ προσεγγίσεις. Ἡ πρώτη βασίζεται στὴν καθαρὴ νόηση, σύμφωνα μὲ τὸ μοντέλο τῆς μαθηματικῆς ἐπιστήμης. Ἀποδεικνύεται ὁμως, ἀναμφισβήτητα, ὅτι τὰ προϊόντα τῆς μαθηματικῆς σκέψης καὶ οἱ προτάσεις τῆς καθαρῆς νόησεως μποροῦν νὰ εἶναι ταυτόχρονα λογικὰ ἐπαρκεῖς καὶ χωρὶς οὐσιαστικὸ περιεχόμενο. Ἐτσι, ἔγινε φανερὸ στοὺς πολλοὺς ὅτι ἡ οἰκοδόμησις τῆς ἀντίληψως γιὰ τὴν ὑπαρξὴ μόνον μὲ βᾶση τὸν καθαρὸ λόγον εἶναι ἐπισηφαλῆς.

Ἡ δευτέρη προσέγγιση βασίζεται στὰ δεδομένα τῶν αἰσθήσεων γιὰ τὴν ἀνάπτυξη τῆς ἀντίληψως, δηλαδὴ στὴν καθαρὴ ἐμπειρία. Ἀλλὰ καὶ τὸ θεμέλιο αὐτὸ μόνον τοῦ ἀποδεικνύεται ἐπισηφαλές, γιὰτὶ οἱ προτάσεις τῆς καθολικῆς ἰσχύος ποὺ φαίνεται πὼς χρειαζόμαστε γιὰ τὸν σχηματισμὸ μιᾶς στέρειας ἀντίληψως γιὰ τὴν ὑπαρξὴ δὲν μποροῦν νὰ ἐκπορευτοῦν ἀπὸ τὴν ἐμπειρία καὶ μόνον.

Τὸ θετικὸ καὶ ἀσηφαλές θεμέλιο τῆς γνώσεως τοῦ κόσμου καὶ τῆς ἀντίληψως γιὰ τὴν ὑπαρξὴ θὰ πρέπει νὰ ἀναζητηθεῖ σὲ μία ἐλεύθερη καὶ ἀλληλοελεγχόμενη ἀνάπτυξη ἀνάμεσα στὴν παρατήρηση (θέτοντας πάντοτε τὰ σωστὰ ἐρωτήματα) καὶ στὴν νοητικὴ ἐπεξεργασία, ποὺ ἐπεκτείνει τὴν συμπερασματολογία μᾶς καὶ πέραν τῶν ὁρίων τῆς ἀμέσου ἐμπειρίας. Αὐτὸς ὁ κριτικὸς ὀρθολογισμὸς ποὺ ξεκινᾷ ἀπὸ τὴν παρατήρηση μᾶς ὀδηγεῖ στὴν ἀντίληψη γιὰ τὴν ὑπαρξὴ, ὅπως θὰ τὴν ἀναπτύξουμε στὴν συνέχεια.

Στὴν οὐσία τῆς, ἡ κριτικὴ ὀρθολογικὴ προσέγγιση γιὰ τὴν ὑπαρξὴ μᾶς λέει ὅτι: «Παρατηρῶ κάποιον ἀντικείμενον καὶ ἐπεξεργάζομαι τὴν πληροφορία, καὶ ἔτσι αὐτὸ τὸ

ἀντικείμενο ὑπάρχει» (*I compute, therefore it exists*), πὸν εἶναι κἀτι ἀνάλογο μὲ ἀπὸ πὸν συνόψισε ὁ J. A. Wheeler, «*It from bit*», ὅπου *it* μπορεῖ νὰ εἶναι κἀθε στοιχειῶδες σωματίδιο ἢ πεδίο δυνάμεων, ἀκόμα καὶ ὁ ἀδιαίρετος χωροχρόνος. Κἀθε τι, κἀθε ὄν, ἀντλεῖ τὴν ἔννοιάν του, τὴν λειτουργία του, αὐτὴν τὴν ὑπαρξή του, ἐξ ὁλοκλήρου ἀπὸ τὴν πληροφορία πὸν προέρχεται ἀπὸ παρατήρηση. Αὐτὸ πὸν ὀνομάζουμε «πραγματικότητα» ἀπορρέει στὴν τελευταία ἀνάλυση ἀπὸ τὴν πληροφορία τὴν ὁποία καταγράφουμε στὶς δομῆς - μνήμες τοῦ βιολογικοῦ ὄργανισμοῦ μας. Αὐτὴ εἶναι ἡ ἄποψη τοῦ «μετόχου - παρατηρητοῦ» καὶ τοῦ «συμμετοχικοῦ - σύμπαντος», στὸ ὁποῖο ὄλα τὰ φυσικὰ ἀντικείμενα, τὰ «κἀθε τι», ὀφείλουν τὴν ὑπαρξή τους στὴν πληροφορία ἢ ὁποία χαρτογραφεῖται στὴν βιο-αντίληψή μας. Κατὰ τὴν ἄποψη αὐτή, ζοῦμε σὲ ἕναν κόσμον μεταξὺ φαντασίας, ποιήσεως καὶ φυσικῆς. Αὐτὸ πὸν ὀνομάζουμε «ὑπαρξη» εἶναι μία κατάσταση τῆς πληροφορίας (J. A. Wheeler).

Κατὰ τὴν τολμηρὴ αὐτὴ ἄποψη, «*I compute, therefore it exists*», ὁ φυσικὸς κόσμος, ἡ περιγραφή του (δηλαδή ἡ Φυσικὴ) καὶ ἡ αντίληψή μας γιὰ τὴν «ὑπαρξη», ὄλα παρουσιάζονται σὲ ἐμᾶς ὡς π λ η ρ ο φ ο ρ ι α. Στὸ κοντινὸ μέλλον, πιστεύω, θὰ ἔχουμε μάθει νὰ κατανοοῦμε καὶ νὰ ἐκφράζουμε ὄλη τὴν Φυσικὴ ὡς πληροφορία. Θὰ κατανοήσουμε ὅτι ἡ πράξη τῆς βιολογικῆς ἐπεξεργασίας τῆς πληροφορίας ἀποτελεῖ τὴν ὑπαρξιακὴ ἐπαφὴ τοῦ βιολογικοῦ μας «ἐγὼ» καὶ τοῦ φυσικοῦ περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένων καὶ τῶν ἄλλων «ἐγὼ».

Ὁ κρῖκος τῆς ἐρμηνείας πὸν συνδέει τὸ παρατηρούμενο «σχήμα» μὲ τὴν πληροφορία, ἀπὸ τὴν ὁποία ἀπορρέει ἡ αντίληψή μας γιὰ τὴν ὑπαρξη, καθιστᾷ τὴν αντίληψή μας ἀνθρωπομορφική, καὶ ἐμᾶς τοὺς ἀνθρώπους τὸ ἐπίκεντρο τοῦ κόσμου. Ἀντιλαμβανόμαστε τὸ Σύμπαν ἔτσι ὅπως «εἶναι» μόνο γιὰτὶ ἂν ἦταν ἄλλως, ἐμεῖς δὲν θὰ εἴμαστε ἐδῶ γιὰ νὰ τὸ παρατηρήσουμε.

Ἄς ἐξετάσουμε λίγο ἐδῶ τίς συνέπειες αὐτῆς τῆς ἀνθρωπομορφικῆς προσεγγίσεως γιὰ τὴν φύση τοῦ κόσμου καὶ τὴν ὑπαρξη. Οἱ συνθῆκες πὸν ἐπέτρεψαν τὴν ἀνάπτυξη τῶν γαλαξίων, τῶν ἀστέρων, τῶν πλανητῶν, τῆς βιολογικῆς ζωῆς καὶ τῆς νοημοσύνης, εἶναι οἱ δεδομένες καὶ ἀθθαίρετες σταθερὲς τοῦ κόσμου μας οἱ ὁποῖες ἀποτελοῦν τὴν ταυτότητά του, ὅπως εἶναι τὸ φορτίο καὶ ἡ μάζα τοῦ ἠλεκτρονίου, ἡ ταχύτητα τοῦ φωτός, ἡ ἔνταση τῆς βαρύτητος. Παρατηροῦμε ὅτι οἱ σταθερὲς αὐτὲς εἶναι τόσο ἐπακριβῶς καὶ εὐαίσθητα ρυθμισμένες, πὸν τυχαία δημιουργία των φαίνεται νὰ εἶναι τόσο ἀπίθανη πὸν θὰ μπορούσε νὰ δικαιολογηθεῖ μόνο στατιστικὰ ἀνάμεσα σὲ ἕνα τεράστιο πλῆθος καὶ ἄλλων δημιουργηθέντων συμπάντων. Ἄλλιῶς, τὸ σύμπαν μας θὰ πρέπει νὰ εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα πολὺ σκόπιμον καὶ προσεκτικοῦ σχεδιασμοῦ, ἰδιαίτερα ἂν δεχτεῖ κανεὶς ὅτι ἡ Γῆ, ἕνας φαινομενικὰ ἀσήμαντος πλα-

νήτης με τούς εδνοουμένους επιβάτες του, κομμάτι κάποιου συνηθισμένου ήλιακού συστήματος σε κάποιο προάστειο ενός από τὰ πολλὰ δισεκατομμύρια γαλαξίες, ήταν στο επίκετρο τῆς Δημοουργίας.

Ἐὐ Wheeler επέκτεινε τὴν ἀνθρωποκεντρικὴ ἀρχὴ τῆς ὑπάρξεως ἀκόμα πιὸ πέρα. Λέει πὼς δὲν θὰ ὑπῆρχαν φυσικοὶ νόμοι ἀν δὲν ὑπῆρχαμε εμεῖς ὡς παρατηρητὲς γιὰ νὰ τοὺς ὑπολογίσουμε. Ἔτσι, συμφώνως με τὴν ἀποψη αὐτή, ἀν ὑπάρχουν καὶ ἄλλα σύμπαντα με συνθήκες ὅμως πὸν δὲν ἐπιτρέπουν νοήμονα ζωὴ ὅπως τὴν ξέρουμε, δηλαδὴ χωρὶς ἐμᾶς, τότε δὲν ὑπάρχουν με τὴν ἔννοια πὸν ἐμεῖς ἀντιλαμβανόμαστε! Εἶναι σὰν νὰ λέμε πὼς ἕνα θέατρο παύει νὰ ὑπάρχει ὅταν ἀποχωρήσουν οἱ θεατῆς! Ἐὐ Wheeler βλέπει ἔτσι πολὺ οὐσιαστικὴ τὴν ιδιότητα τοῦ «παρατηρητῆ-μέτοχου» καὶ τῆς πληροφορίας πὸν κερδίζεται ἀπὸ τὴν παρατήρηση στὴν διαμόρφωση τῆς περιγραφῆς τοῦ Σύμπαντος καὶ τῆς ἀντιλήψεως γιὰ τὴν ὑπαρξη. Αὐτὴ ἢ ἀποψη προκαλεῖ ἐρωτήματα, ὅπως: Εἴμαστε τὸ σκόπιμο κατασκεύασμα κάποιου Δημοουργοῦ, ἢ μᾶς διαφεύγουν ἄλλες δυνατὲς ἐξηγήσεις:

Τί ἀποψη μπορεῖ νὰ ἔχουν γιὰ τὴν ὑπάρξη τὰ μυρμηγκία, οἱ γλάροι, ἢ τυχὸν ὄντα πὸν ἀναπτύχθηκαν σὲ ἄλλους πλανῆτες καὶ γαλαξίες; Τί λέει ἢ θρησκεία καὶ ἢ φιλοσοφία γιὰ τὸ ἀν ἐμεῖς εἴμαστε φτιαγμένοι καθ' ὁμοίωση τῆς εἰκόνας τοῦ Θεοῦ, καὶ ἀν ὁ Χριστὸς ἀνστήθη μὲν γιὰ ἐμᾶς; Ποιὲς εἶναι οἱ Θεολογικὲς καὶ οἱ φιλοσοφικὲς συνέπειές του νὰ μὴν εἴμαστε οἱ μοναδικοὶ κάτοικοι στοῦ Σύμπαν; Ἡ ἠθικὴ τοποθέτηση πάνω σὲ τέτοια ἐρωτήματα θὰ πρέπει νὰ στεγάζει καὶ τὶς ἀνάγκες τοῦ ἀνθρώπου γιὰ πίστη καὶ ἐξάρτηση.

Μία ἀκόμα συνέπεια τῆς ἀνθρωπομορφικῆς ἀρχῆς εἶναι ἢ ἀπορία: «Ἄν ἢ ὑπαρξη εἶναι πληροφορία, τότε ποιανοῦ πληροφορία εἶναι;» Πὼς εἶναι δυνατὸ τὸ ὄραμα ἐνὸς μοναδικοῦ κόσμου νὰ προκύψει ἀπὸ τὸ συνάθροισμα πληροφοριῶν πολλῶν μετόχων-παρατηρητῶν; Ἄκουνε ὅλοι οἱ παρατηρητῆς-μέτοχοι τὴν ἴδια μουσικὴ, ὅταν με τὶς παρατηρήσεις των «παίζουν» τὶς ἴδιες νότες στὰ πληκτρα τοῦ ἀρμόνιου τοῦ Σύμπαντος; Αὐτὸ πὸν ὀνομάζεται «ἀντικειμενικὴ ἀποψη» στὸν σχηματισμὸ ἔννοιῶν, εἶναι τὸ συλλογικὸ προῖν τῆς διανοητικῆς ἐπεξεργασίας καὶ ἐρμηνείας ὅλων τῶν δεδομένων τῆς παρατηρήσεως πὸν εἶναι διαθέσιμα στοὺς πολλοὺς πὸν ἐπικοινωνοῦν καὶ συμφωνοῦν. Καὶ ἀκόμα, ἀκούγοντας τὴν μουσικὴ πὸν ἀνακρούεται, εἶναι δυνατὸ νὰ καταλάβουμε πὼς εἶναι φτιαγμένο τὸ ἀρμόνιο καὶ πὼς λειτουργεῖ;

Ἐδῶ θὰ πρέπει νὰ παρατηρηθεῖ ὅτι οἱ μαρτυρίες πὸν καταγράφονται κατὰ τὶς παρατηρήσεις ἀφοροῦν συμβάντα τοῦ παρελθόντος. Ἔτσι τὰ συμπεράσματα πὸν ἀπορροῦν ἀπὸ τὴν νοητικὴ ἐπεξεργασία τῶν δεδομένων τῆς παρατηρήσεως ἀφοροῦν κάτι πὸν ἔχει ἤδη συμβεῖ, με τὴν ἔννοια πὸν ἀποδίδουμε στοῦ «παρὸν» καὶ τὸ «παραελθόν».

Ποιά συμπεράσματα δικαιούμεθα νὰ βγάλουμε ἀπὸ τὴν παρατήρηση τοῦ φωτονίου τῶν 4 δισεκατομμυρίων ἐτῶν ποὺ διασχίζει τὸ ὄρα τὸν φακὸ τοῦ τηλεσκοπίου μας; Ὅτι συμπεραίνουμε γιὰ τὴν καταγωγή τοῦ φωτονίου θὰ ἀφορᾷ μὴ ἐποχὴ πολὺ πρὶν τὴν ἐμφάνιση ὁποιουδήποτε παρατηρητοῦ. Ὅταν πρόκειται γιὰ παρατηρήσεις στοιχειωδῶν κβαντικῶν φαινομένων, τὸ «πείραμα καθυστερημένης ἐπιλογῆς» μᾶς θυμίζει πὼς ἡ μαρτυρία γιὰ τὸ παρελθὸν ὑπάρχει μόνο ὅπως καταγράφεται στὸ παρόν. Ὅπως εἶπε ὁ Bohr, ἕνα κβαντικὸ φαινόμενο κλείνει μὲ τὴν ἀναντίστροπτη (irreversible) πράξη τῆς μετροῦσεως.

Ἴσως σᾶς κούρασα μὲ τὶς συμπεκνωμένες ἔννοιες ποὺ σᾶς παρουσίασα. Ἡ βαθύτερη σημασία τῆς πληροφορίας εἶναι ἴσως ἀκόμα κρυμμένη. Θὰ ἤθελα, γιὰ νὰ κλείσω τὴν παρουσιάσή μου, νὰ ἀναφερθῶ μὲ δύο λόγια στὴν τεχνολογία τῆς Πληροφορικής, ποὺ ἀπορρέει ἀπὸ τὴν Ἐπιστήμη τῆς Πληροφορίας.

5. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Ἡ κατανόηση τοῦ κεντρικοῦ ρόλου τῆς πληροφορίας στὴν ἀνάλυση μορφογενετικῶν ἀλλαγῶν σὲ φυσικά, βιολογικά, ἢ κοινωνικά, κλπ. συστήματα, μᾶς βοηθάει στὴν διαμόρφωση βαθύτερης ἀντιλήψεως γιὰ τὴν «πραγματικότητα» ποὺ μᾶς περιβάλλει. Μᾶς βοηθάει ἐπίσης στὴν ἀνάπτυξη νέων τεχνολογιῶν ἐπεξεργασίας τῆς πληροφορίας, ποὺ ὀδηγοῦν σὲ συστήματα μὲ αὐξημένη ἀποδοτικότητα καὶ νέες δυνατότητες προσαρμογῆς καὶ ἐξελίξεων.

Οἱ κομπιούτερς τῶν νέων τεχνολογιῶν μποροῦν νὰ αὐξάνουν τὴν ποιότητα τῆς ὀργανώσεώς των καὶ τῆς συμπεριφορᾶς των μὲ συνεχῆ διαφοροποίηση, μὲ αὐξανόμενη ὀργανωτικὴ πολυπλοκότητα καὶ μὲ αὐτο-ὀργάνωση. Τέτοια συστήματα ἐπεξεργασίας πληροφοριῶν, ποὺ δύνανται νὰ αὐτο-ὀργανώνονται καὶ νὰ ἐξελίσσονται προσαρμοστικά, ἔχουν ἤδη κάνει τὴν σεμνὴ ἐμφάνισή των στὰ διάφορα μοντέλα καὶ στὶς ἐφαρμογὲς τῶν Τεχνητῶν Νευρωνικῶν Δικτύων καὶ τῶν Γενετικῶν Ἀλγορίθμων. Ὁ σχεδιασμὸς καὶ ἡ ἐφαρμογὴ ἔξυπνων μηχανῶν ἐπεξεργασίας τῆς πληροφορίας μᾶς ὀδηγοῦν ὄλο καὶ περισσότερο στὴν κατανόηση νέων λογικῶν καὶ ἐξτραλογικῶν κανόνων συμπεριφορᾶς, καὶ σὲ ἐξελιγμένες ἔννοιες ἐπεξεργασίας καὶ ἐπικοινωνίας τῶν πληροφοριῶν, οἱ ὁποῖες θὰ παίξουν ἕναν ἀκόμα πλέον βασικὸ ρόλο στὴν ἀντίληψη τῆς «πραγματικότητος» καὶ τῆς ὑπάρξεως.

6. ΝΑ ΦΩΤΙΣΟΥΜΕ ΟΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΜΕ;

Στήν πορεία τῆς ἀναπτύξεως τῆς Τεχνολογίας τῆς Πληροφορικῆς, γεννιοῦνται καὶ σοβαρὰ προβλήματα. Γιὰ παράδειγμα, ἡ ἔρευνα γιὰ τὴν ἀποκωδικοποίηση καὶ τὴν χαρτογράφηση τοῦ ἀνθρώπινου γονιδίου ἔχει ἐνταθεῖ ἰδιαίτερα τὴν τελευταία δεκαετία. Οἱ ἀνακαλύψεις, ποὺ διαδέχονται ἡ μία τὴν ἄλλη μὲ ὄλο καὶ πλέον ἐπιταχυνόμενο ρυθμὸ, προκαλοῦν ὄλο καὶ περισσότερο αἶσθημα τοῦ κινδύνου ὅσον ἀφορᾷ στὶς προσωπικὲς ἀξίες τῆς κοινωνίας μας, στὶς θρησκευτικὲς μας πεποιθήσεις, καὶ στὴν νομικὴ προστασία τοῦ ἀτόμου. Ἡ γνώση, ἀλλὰ καὶ ἡ δυνατότητα παρεμβάσεως, σχετικὰ μὲ τὴν γενετικὴ πληροφορία ποὺ βρίσκεται κωδικοποιημένη στὸ γονίδιο, ἀγγίζει τὰ ὅρια τοῦ ἐπικίνδυνου, τόσο ὥστε νὰ ἐπιβάλλει τὴν προσεκτικὴ μελέτη μὲ σκοπὸ τὴν πρόληψη τυχόν ἀρνητικῶν νομικῶν, ἠθικῶν καὶ κοινωνικῶν συνεπειῶν.

Στὶς ἀναζητήσεις μας γιὰ νὰ καταλάβουμε τὸν ρόλο τῆς «πληροφορίας» τολμήσαμε ἀναλυτικὲς περιηγήσεις σὲ περιοχὲς στὶς ὁποῖες εἴμαστε μόνο ἐρασιτέχνες. Ἐλπίζουμε ὅτι οἱ εἰδήμονες θὰ μᾶς συγχωρήσουν αὐτὴν τὴν τόλμη ποὺ σὰν μόνη δικαιολογία ἔχει τὴν ἐπιθυμία μας νὰ ἀνακαλύψουμε παράλληλους δρόμους στὴν ἐπιστήμη, τὴν θρησκεία, τὴν τέχνη καὶ τὴν φιλοσοφία, καὶ νὰ τονίσουμε τὴν ἐνότητα μεταξὺ τοῦ μυαλοῦ καὶ τῆς φύσεως.