

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 14<sup>ΗΣ</sup> ΜΑΪΟΥ 1996

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΙΩΑΝΝΟΥ ΠΕΣΜΑΖΟΓΛΟΥ

---

## ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ, ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΝΕΙΔΗΣΗ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΓΓΚΟΥ Κ. ΠΑΝΟΥ ΛΙΓΟΜΕΝΙΑΔΗ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἀπὸ τὴν σκοπιὰ τῆς Πληροφορίας

Ἡ σειρά αὐτὴ τῶν διαλέξεών μου στὴν Ἀκαδημία Ἀθηνῶν, τῆς ὁποίας μέρος εἶναι καὶ ἡ ἀνὰ χεῖρας, δὲν συγκροτοῦν κάποιο ἐπιστημονικὸ σύγγραμμα μὲ συγκεκριμένο ἀντικείμενο, ἀλλὰ μᾶλλον εἶναι μιὰ περιήγηση σὲ ἐτερόκλητους θαυμαστοὺς κόσμους τῆς ἐπιστήμης, κυρίως στὸν κόσμον τῆς Φυσικῆς καὶ τῆς Ἐπιστήμης τῆς Πληροφορίας, ποὺ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ καλλιεργήσουμε μιὰ γνωστικὴ ἀντίληψη γιὰ τὸν κόσμον ποὺ μᾶς περιβάλλει καὶ νὰ διατυπώσουμε σχετικὲς ἀπόψεις καὶ ιδέες. Ἡ προσέγγιση ποὺ ἀκολουθοῦμε εἶναι νὰ ἐμβαθύνουμε στὶς ἔννοιες προοδευτικὰ μὲ ἐπαναλαμβανόμενη ἐξέταση τῶν θεμάτων ποὺ ἔχουν σχέση μὲ τὴν κατανόηση τοῦ κόσμου μας.

Ἐπιχειροῦμε νὰ ἀναπτύξουμε μιὰ θεώρηση τῆς Φυσικῆς καὶ μιὰ ἀντίληψη γιὰ τὴν δομὴ καὶ τὴν λειτουργία τοῦ Κόσμου μας ἀπὸ τὴν σκοπιὰ τῆς Ἐπιστήμης τῆς Πληροφορίας. Θὰ μποροῦσε κάποιος νὰ ἀναπτύξει τὶς θεωρίες τῆς Φυσικῆς καὶ τὶς ἀπόψεις γιὰ τὴν «πραγματικότητα» ποὺ μᾶς περιβάλλει πάνω στὴν ιδέα ὅτι μόνον μέσω τῶν ἐννοιῶν, τῶν παραστάσεων, τῶν γλωσσῶν καὶ τῶν μεθοδολογιῶν τῆς Ἐπιστήμης τῆς Πληροφορίας, εἶναι δυνατό νὰ ἐξηγηθοῦν μὲ πληρότητα καὶ σὲ βάθος οἱ θεωρίες καὶ οἱ νόμοι τῆς φυσικῆς.

Πολλοὶ ἐπιστήμονες σήμερα πιστεύουν ὅτι τὸ σύμπαν προῆλθε ἀπὸ μία παράξενα μοναδική (singular) σημειακὴ κατάσταση μηδενικοῦ ὅγκου καὶ ἄπειρης πυκνότητος, ἢ ὅτι προῆλθε ἀπὸ ἓνα ἀρχικὸ χάος. Τὸ ἀρχικὸ γενεσιουργὸ χάος ἦταν τὸ

«ένα-εΐναι», χωρίς σχῆμα, χωρίς «ραφές» (πού θά ὑποδήλωναν σχῆμα), χωρίς χῶρο καί χωρίς χρόνο. Κατά τήν γνώμη τοῦ David Bohm καί ὀρισμένων ἄλλων ἐπιστημόνων, τὸ ἀρχικὸ χάος ἐξακολουθεῖ νὰ ὑπάρχει ἐκτὸς χώρου καί χρόνου, στὸ «ἐπέκεινα», ὡς ἓνας «ἄλλος ἀπόκρυφος κόσμος», ἓνας κόσμος γενεσιουργὸς τοῦ δικοῦ μας σύμπαντος, μιὰ ἐνοποιημένη κατάσταση τοῦ «εἶναι», ἐκτὸς χώρου καί χρόνου. Ἀπὸ τὴν κατάσταση αὐτή, ἀρχικά μὲ τὴν Μεγάλη Ἐκρηξή καί μετέπειτα μὲ συνεχόμενες καί συνεχιζόμενες διαδικασίες μορφογένεσεως, ἀναδύθηκαν οἱ ἐντοπισμένες σὲ χῶρο καί χρόνο στοιχειώδεις μορφές εὐσταθοῦς ἰσορροπίας, οἱ ὁποῖες μὲ σύνθεση, αὐξανόμενη πολυπλοκότητα, διαφοροποίηση καί ἀναδυόμενες «ὀλιστικές» (holistic) ιδιότητες, συγκροτοῦν τὰ χωριστὰ ἀντικείμενα καί τὰ ἐντοπιζόμενα «πεδιά ἀλληλοεπιδράσεων», τὰ ὁποῖα καθόρισαν καί ὀριοθέτησαν τὸν διαστελλόμενο χῶρο καί χρόνο τοῦ παρατηρήσιμου σύμπαντος πού μᾶς περιβάλλει. Κατά τὴν ἄποψη αὐτήν, ὁ ἀπόκρυφος κόσμος τοῦ ἐπέκεινα ἀποτελεῖ τὸ «ένα-εἶναι» πού δημιουργεῖ μορφές, δηλαδὴ τὸ «γίγνεσθαι» τοῦ δικοῦ μας κόσμου.

Διερευνώντας τὶς θεμελιώδεις δομὲς καί λειτουργίες τοῦ φυσικοῦ κόσμου μὲ τὴν βοήθεια τῶν θεωριῶν τῆς νέας φυσικῆς, ἰδιαίτερα στὶς πλέον στοιχειώδεις κλίμακες τοῦ χώρου καί τοῦ χρόνου, ἀνακαλύπτει κανεὶς ὅτι ἡ πολυμορφία τοῦ φυσικοῦ κόσμου μας ἐμφανίζεται ὡς συνθετικὸ κατασκεύασμα στοιχειωδῶν σωματιδίων ὕλης καί πεδίων πού προκύπτουν ἀπὸ μία παράξενη μορφογενετικὴ γεωμετροδυναμικὴ τοῦ χωροχρόνου [3], μὲ διαδικασίες προοδευτικῆς συνθέσεως, πολυπλοκότητας καί ἐξελίξεως. Αὐτὸ πού ἀντιλαμβανόμαστε ὡς «πραγματικότητα» ἀφορᾷ προοδευτικὰ ἀναδυόμενες μορφές καί ὀλιστικές ιδιότητες συστημάτων τοῦ φυσικοῦ κόσμου, τὰ ὁποῖα μεταπίπτουν ἀπὸ μία μορφή εὐσταθοῦς ἰσορροπίας σὲ ἄλλη, προσαρμοζόμενα στὶς μεταβαλλόμενες καί ἐξελισσόμενες συνθῆκες τοῦ πλήρως ἀλληλοεξαρτώμενου φυσικοῦ περιβάλλοντος. Ἡ ἀνάδυση τῆς «πραγματικότητας» τοῦ φυσικοῦ κόσμου μας ξεκινάει ἀπὸ τὴν αὐτὴ πηγὴ τῆς γεωμετροδυναμικῆς τοῦ χωροχρόνου, πού μερικοὶ ἐπιστήμονες θεωροῦν ὡς τὴν ἐκδήλωση τῆς Δημιουργίας τοῦ Σύμπαντος ἀπὸ τὸν μορφογενεσιουργὸ ἀπόκρυφο κόσμο τοῦ «ένα-εἶναι». Στὴν οὐσία τῆς αὐτῆς ἡ ἄποψη συνοψίζει τὴν ἰδέα τῆς καταγωγῆς τῆς φυσικῆς ὑπάρξεως ἀπὸ τὰ σύμβολα καί τὴν πληροφορία.

Ἀπὸ τὴν σκοπιὰ τῆς Ἐπιστήμης τῆς Πληροφορίας, ἡ «πραγματικότητα» τοῦ συμμετοχικοῦ κόσμου μας, τὴν ὁποία ἀντιλαμβανόμαστε καί προσπαθοῦμε νὰ κατανοήσουμε, εἶναι μία πολὺπλοκη, πολὺ παράξενη καί πολυσύνθετη χωροχρονικὴ (μορφή), ἓνα πληροφοριακὸ σύστημα τὸ ὁποῖο συνεχῶς διαφοροποιεῖται, αὐτο-κατασκευάζεται καί ἐξελίσσεται σὲ ὅλες τὶς κλίμακες, ἀπὸ τὶς ὑπο-ατομικὲς διαστάσεις μέχρι τὰ σύνορα τῶν διαστρικών χώρων. Τὰ στοιχειώδη κβαντικὰ φαινόμενα τοῦ μικρο-

κόσμου στὸν γενεσιουργὸ χωροχρόνο ἀναπτύσσουν τὶς ἀτέλειωτες μορφές τοῦ κόσμου μας μὲ συνεχεῖς ἀλλαγές καταστάσεως ἀνάμεσα στὴν «κίνηση» καὶ τὴν «δομή», ἀνάμεσα στὶς καταστάσεις κινητικῆς καὶ δυναμικῆς ἐνέργειας. Ἀποτελοῦν τὸν συνεχιζόμενο παλμὸ τῆς Δημιουργίας, ἐκφράζουν τὰ μηνύματα τῆς Δημιουργίας ποὺ ἀναδύονται στὶς χωροχρονικὲς μορφές τοῦ κόσμου μας, τὰ ὁποῖα καλεῖται νὰ ἀποκωδικοποιήσει ἡ Ἐπιστήμη τῆς Πληροφορίας.

Ὅταν θὰ κατανοήσουμε καὶ θὰ περιγράψουμε τὴν δομὴ καὶ τὴν λειτουργία τοῦ φυσικοῦ κόσμου μὲ τὰ ἐργαλεῖα καὶ τὰ μέσα τῆς Ἐπιστήμης τῆς Πληροφορίας, θὰ ἀνακαλύψουμε ὅτι ἡ περιγραφή τῆς «πραγματικότητας» βασίζεται σὲ ἰδέες τόσο ἀπλές, τόσο ὁμορφες καὶ τόσο ἀπαραίτητες, ὥστε νὰ ἀποροῦμε «πῶς θὰ μπορούσε νὰ ἦταν καὶ ἄλλιως;»

## 2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

### 2.1. Τάξις: Σχήμα, Μορφή - Ἑρμηνεία, Πληροφορία

Ἡ «πραγματικότητα» τοῦ φυσικοῦ κόσμου γίνεται ἀντιληπτὴ ἀπὸ ἐμᾶς μέσω πολυπλόκως δομημένων «σχημάτων». Σχήματα στὸ χῶρο καὶ στὸ χρόνο, ὅπως εἰκόνες καὶ ἀκολουθίες συμβόλων, ἡ καὶ σχήματα λειτουργικῆς ὀργανώσεως, ἐμφανίζονται ὡς συμβολικὲς ἐκδηλώσεις τῶν φυσικῶν φαινομένων καὶ διαδικασιῶν ποὺ τὰ ὑπογραμμίζουν [2].

Τὸ σχῆμα, ἐξετάζοντάς το ἀπὸ τὴν πλευρὰ τοῦ παρατηρητῆ, μπορεῖ νὰ τὸ διακρίνει κανεὶς σὰν κάτι ποὺ ξεχωρίζει ἀπὸ τὴν πλημμύρα τῶν στατιστικῶν ἀσυσχέτιστων αἰσθητηρίων ἐρεθισμάτων τὰ ὁποῖα προέρχονται ἀπὸ τὸ χωροχρονικὸ περιβάλλον, χωρὶς ὅμως «νὰ μᾶς λέει τίποτε». Ἐτσι, ἓνα μικρὸ παιδί μπορεῖ νὰ ἀντιληφθεῖ «σχῆμα» στὴ θέα ἑνὸς μορίου DNA ἢ μίας πολύπλοκης μαθηματικῆς συνάρτησης, χωρὶς νὰ παίρνει «πληροφορία», πέραν ἀπὸ τὴν στοιχειώδη ἰδέα ὅτι «εἶναι κάτι». Ὅμως, συνθέσεις χωροχρονικῶν ἢ καὶ λειτουργικῶν σχημάτων μποροῦν νὰ ἀποκτήσουν ὀλοκληρωμένη ὑπόσταση, δηλ. «μορφή», ἢ ὁποῖα μὲ συσχέτιση σημασιολογικοῦ νόηματος ἀποκτᾷ ταυτότητα ποὺ περιέχει πληροφορία, δηλαδή μπορεῖ «νὰ λέει κάτι» στὸν παρατηρητὴ ποὺ τὴν ἀντιλαμβάνεται. Ἡ ὀλοκληρωμένη ὑπόσταση καὶ ἡ σημασιολογικὴ ταυτότητα μίας μορφῆς εἶναι συνέπεια συμφωνίας πολλῶν παρατηρητῶν ποὺ τὴν ἀναγνωρίζουν, τὴν ἐπεξεργάζονται καὶ τὴν κοινολογοῦν [3].

Γενικότερα, ἡ «μορφή» εἶναι μία ὀλοκληρωμένη σύνθεση σχημάτων ἢ καὶ ἄλλων μορφῶν, ἢ ὁποῖα μεταφέρει κάποιον συμφραζόμενο (contextual) νόημα, δηλαδή ἐμπειρικλείει πληροφορία, ἢ ὁποῖα εἶναι περισσότερη ἀπὸ τὸ ἄθροισμα τῆς πληροφορίας ποὺ περιέχεται στὰ ἐπὶ μέρους συστατικὰ τῆς ὀλοκληρωμένης μορφῆς. Ἡ δυναμικὴ μορφογένεση ἀφορᾷ τὴν δημιουργία νέων μορφῶν μὲ σημασιολογικὴ καὶ λειτουρ-



γική ταυτότητα και επιτελείται σε «άνοικτά» φυσικά, βιολογικά και κοινωνικά συστήματα με ανταλλαγές ύλης και ενέργειας, αλλά ουσιαστικά επιτελείται με τις επικοινωνιακές ανταλλαγές πληροφορίας. Τα συστήματα αυτά αναφέρονται συχνά ως «κυβερνητικά συστήματα». Η μορφογένεση είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστική στις εξελικτικές αλυσίδες του βιολογικού κόσμου, από τις μοριακές και υπο-κυτταρικές δομές μέχρι τους βιολογικούς οργανισμούς, και καθορίζει την μορφοποιό συμπεριφορά των, την προσαρμογή και την εξέλιξή των. Είναι σημαντικό ότι εμφανίζεται επίσης και στην δυναμική λειτουργία πολλών, φυσικών, χημικών, όπως και κοινωνικών, πολιτικών και οικονομικών συστημάτων [3].

Για τις ανάγκες του ποσοτικού προσδιορισμού της πληροφορίας έχουμε καθιερώσει διάφορα «μέτρα».

Συγκεκριμένα, όταν η πληροφορία παρουσιάζεται σε ακολουθία αφηρημένων συμβόλων σύμφωνα με μια καθορισμένη «γραμματική» όπως σε ένα γραπτό κείμενο, το μέτρο «Boltzmann-Gibbs-Shannon» [2] εκφράζει την στατιστική «έντροπία» (που εκφράζει την αταξία) της ακολουθίας, που υπολογίζεται με βάση τις κατανομές πιθανοτήτων εμφάνισης των συμβόλων του αλφαβήτου που χρησιμοποιείται. Όταν το αλφάβητο είναι δυαδικό, π.χ. (0,1), όπως συμβαίνει με τις έσωτερικές γραμματικές των κομπιούτερς, και οι πιθανότητες εμφάνισης των δύο συμβόλων είναι ίσες, τότε κάθε σύμβολο της ακολουθίας μετράει ποσοτικά ως ένα «μπιτ» (bit), δηλαδή μία μονάδα πληροφορίας.

Ένα άλλο μέτρο της πληροφορίας, για την ακρίβεια ένα μέτρο της τυχειότητας μιας ακολουθίας συμβόλων ή γενικότερα κάποιου φυσικού ή μαθηματικού αντικειμένου, είναι το «Αλγοριθμικό Περιεχόμενο της Πληροφορίας» (Algorithmic Information Content, ή Solomonoff-Kolmogorov-Chaitin Complexity), που εκφράζει το μέγεθος (σε μπιτς) του πλέον συνοπτικού (nearly incompressible) προγράμματος που θα περιγράψει το πληροφοριακό περιεχόμενο της ακολουθίας (το αντικείμενο) σε έναν Γενικό Κομπιούτερ.

Τα μέτρα αυτά σχετίζονται μεταξύ των, και με την φυσική έντροπία που εκφράζει την θερμοδυναμική άποψη του παρατηρητού της μετρήσεως. Επειδή οι μαθηματικές εκφράσεις των μέτρων της πληροφορίας και των σχέσεων των δέν μᾶς είναι απαραίτητες για την κατανόηση των έννοιών που παρουσιάζουμε σήμερα, δέν θά ποῦμε περισσότερα για τὰ θέματα αὐτά [2].



## 2.2. Ποιότητα Πληροφορίας: Βαθμὸς λειτουργικῆς ὀργάνωσης καὶ μοναδικότητας

Ἡ πληροφορία εἶναι ἓνα «ἀγαθὸ» ἐπικοινωνίας, τὸ ὁποῖο λειτουργεῖ στὸν χῶρο τῶν συμβόλων ὅπως τὸ χρῆμα στὴν οἰκονομία, ἢ ὅπως ἡ ἐνέργεια στὸν χῶρο τῶν φυσικῶν φαινομένων. Μιὰ μέλισσα μεταφέρει ἀπὸ λουλούδι σὲ λουλούδι γενετικὲς πληροφορίες ποὺ περιέχονται στὴν γύρη, καὶ παίρνει σακχαροῦχο ὑγρὸ μὲ συγκροτημένη ἐνέργεια. Ἡ πληροφορία στὸ σακχαροῦχο ὑγρὸ εἶναι ἀνάλογη μὲ τὸ περιεχόμενο σὲ θερμίδες, ἀναγκαῖες γιὰ τὴν διατροφή τῆς μέλισσας, ἐνῶ τὸ «διαιτητικὸ» DNA τῆς γύρης περιέχει πληροφορία «ὕψηλῆς ποιότητας», ἀναγκαῖας γιὰ τὴν ἀναπαραγωγή τοῦ λουλουδιοῦ. Ἡ ἐπικοινωνία ἐπιτυγχάνει ἀνταλλαγὴ πληροφορίας πρὸς ὄφελος καὶ τῶν δύο ὁργανισμῶν. Βλέπουμε ὅτι ὅλες οἱ μορφὲς πληροφορίας δὲν εἶναι ἴδιας ἀξίας. Τυπικά, ἡ πληροφορία ποὺ περιέχεται σὲ ἓνα σύστημα ὑπολογίζεται ἀπὸ τὴν διαφορὰ τῆς πραγματικῆς ἐντροπίας τοῦ συστήματος καὶ τῆς μεγίστης δυνατῆς ἐντροπίας του. Ἡ ἀξία, ὅμως, τῆς πληροφορίας ἐξαρτᾶται ὅχι μόνο ἀπὸ τὴν ἐντροπία, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴν δυσκολία παραγωγῆς τῆς πληροφορίας, ἡ ὁποία ἐκφράζει τὴν ποιότητα πληροφορίας. Πολλοὶ περισσότεροι φυσικοὶ πόροι ἐπενδύθηκαν στὴν ἐξελικτικὴ παραγωγή τοῦ DNA τῆς γύρης διὰ μέσου τῶν αἰώνων, ἀπὸ τὸ ὑλικὸ καὶ τὸ ἡλιακὸ φῶς ποὺ χρειάστηκε γιὰ τὴν σταγὸνα τοῦ σακχαροῦχου ὑγροῦ. Ἡ γενετικὴ πληροφορία τοῦ DNA καταγράφει αἰῶνες ἐξελικτικῆς «ἐμπειρίας» ἀλληλοεπιδράσεων καὶ ἀνταλλαγῶν πληροφορίας.

Οἱ ἰδέες τῆς πληροφορίας καὶ τῆς ἐπικοινωνίας ἰσχυροποιοῦνται ὅταν ἐφαρμόζονται στὴν ἐπεξεργασία τῶν δεδομένων τῆς παρατηρήσεως καὶ τὴν ἀναζήτησιν «μορφῶν» ποὺ ἀναδύονται μέσα ἀπὸ τὰ δεδομένα, καθὼς καὶ ὅταν ἐφαρμόζονται στὴν ἀνάπτυξη τῶν θεωριῶν τῆς «νέας» Φυσικῆς, αὐτῶν ποὺ συγκλόνισαν τὰ θεμέλια τῆς φυσικῆς καὶ ἄλλαξαν τὶς ἀντιλήψεις μας γιὰ τὴν λειτουργία τοῦ κόσμου καὶ γιὰ τὴν γένεση καὶ τὴν ἐξέλιξη τοῦ σύμπαντος.

Ἐξετάζοντας τὴν δομὴ καὶ τὶς λειτουργίες τοῦ σύμπαντος παρατηροῦμε ὅτι τὸ τυχαῖο εἶναι τὸ χαρακτηριστικὸ τοῦ συντριπτικὰ μεγαλύτερου μέρους τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Ὡστόσο, ὁ κόσμος τὸν ὁποῖο ἐμεῖς γνωρίζουμε εἶναι κατὰ κανόνα μὴ-τυχαῖος. Ἡ μὴ-τυχαία φύση τῆς κοσμικῆς πολυπλοκότητος ἐκφράζεται ἀπὸ τὴν ἔννοια τῆς «ὀργάνωσης», ἢ τῆς «ποιότητος τῆς πληροφορίας». Στὴν ἀρχὴ τοῦ χρόνου, σύμφωνα μὲ τὶς καλλίτερες κοσμολογικὲς θεωρίες, τὸ σύμπαν ξεκίνησε μὲ μιὰ ὑπερβολικὰ ἀπλὴ κατάστασι, ἓναν βασικὰ ἄδειο καὶ ρηχὸ χῶρο. Ἡ ὀργάνωσι τοῦ σύμπαντος προέκυψε μετὰ τὴν Μεγάλῃ Ἐκρηξῇ ὡς ἀποτέλεσμα διαδοχῆς διαδικασιῶν αὐτο-ὀργάνωσης μὲ προοδευτικὴ αὐτο-σύνθεσι πολυπλοκῶν μορφῶν.

Ἡ φαινομενικὰ μονοκατευθυνόμενη προοδευτικὴ πολυπλοκότητα καὶ ὀργάνωση, ἐπιβάλλει στὸ σύμπαν ἓνα βέλος τοῦ χρόνου ποὺ εἶναι ξεχωριστὸ ἀπὸ τὸ βέλος ποὺ ὀφείλεται στὸν 2ο νόμο τῆς θερμοδυναμικῆς. Θεωρεῖται, ὅμως, ἀπὸ πολλοὺς παράδοξη ἢ συνεχῆς αὐξησης τῆς ὀργανώσεως σὲ ἓνα σύμπαν στὸ ὁποῖο ἡ ἐντροπία (ἄταξία) ἐπίσης αὐξάνει συνεχῶς. Ἐν τούτοις, δὲν ὑπάρχει ἀντίθεση γιατί ἡ ὀργάνωση ἐξαργυρώνεται μὲ αὐξησης τῆς ἐντροπίας. Ἐνῶ ἡ ἐντροπία εἶναι ἓνα μέτρο πληροφορίας, ἡ ὀργάνωση ἀφορᾷ τὴν ποιότητα πληροφορίας. Ἔτσι, ἡ ἐντροπία καὶ ἡ ὀργάνωση δὲν εἶναι ἔννοιες ποὺ ἀλληλοαναιροῦνται.

Τὰ βιολογικὰ κύτταρα καὶ οἱ βιολογικοὶ ὀργανισμοί, καὶ ἀκόμη περισσότερο ὁ ἀνθρώπινος ἐγκέφαλος, εἶναι μετὰ τῶν πλέον πολυπλόκως ὀργανωμένων φυσικῶν συστημάτων. Ἰδιαιτέρως ὁ ἀνθρώπινος ἐγκέφαλος, ὁ ὁποῖος περιέχει μιὰ ἐσωτερικὴ ἐνδοσκοπικὴ ἀναπαράσταση τοῦ φυσικοῦ κόσμου τῶν παρατηρήσεων, βρίσκειται σὲ μία μοναδικὴ σχέση μὲ τὸν κόσμον. Ὁ ἀπίστευτα πολὺπλοκος ἐγκέφαλος συντηρεῖ ἀπλὲς διανοητικὲς καταστάσεις. Μὲ συσσωρευτικὴ ἀφαίρεση, τὸ νοητικὸ μόντελο τοῦ κόσμου μας χαρακτηρίζεται ἀπὸ συνεκτικὴ ἐνότητα, ἡ ὁποία καθιστᾷ δυνατὴ τὴν κατανόηση τοῦ πολὺπλοκου καὶ παράξενου φυσικοῦ κόσμου. Δεδομένης τῆς τεράστιας πολυπλοκότητος καὶ διασυνδετικότητος τοῦ φυσικοῦ κόσμου, ἡ ἱκανότητα «ἀλγοριθμικῆς συμπίεσεως» τοῦ παρατηρούμενου κόσμου, μὲ συσσωρευτικὴ ἀφαίρεση καὶ γενίκευση, καθιστᾷ τὸν κόσμον «γνωστικὸ ἀντικείμενον» (knowable), καὶ ἐμᾶς ἱκανοὺς νὰ γνωρίζουμε κάτι χωρὶς τὴν ἀνάγκη νὰ γνωρίζουμε τὰ πάντα. Ἡ τάξις τοῦ παρατηρήσιμου σύμπαντος γίνεται κατανοητὴ μὲ τὴν ἐπιστημονικὴ μεθοδολογία ὡς μορφές, συμπεράσματα καὶ νόμοι τοῦ φυσικοῦ κόσμου.

### 2.3 Ἐπικοινωνία

Τὰ φυσικὰ, τὰ βιολογικὰ καὶ τὰ κοινωνικὰ συστήματα ἐπικοινωνοῦν μὲσω ἀνταλλαγῶν πληροφορίας. Ἡ μεταφορὰ «πληροφορίας» μετὰξὺ δύο ἐπικοινωνούντων φυσικῶν συστημάτων ἐπιτυγχάνεται μὲ τὸ φαινόμενο τοῦ συντονισμοῦ, δηλαδὴ τῆς συσχέτισεως μετὰξὺ τῆς μορφῆς τοῦ αἰσθητηρίου σήματος καὶ τῶν ἰδιομορφῶν τοῦ δέκτη (τῶν eigenforms) οἱ ὁποῖες, ὡς ἀποτέλεσμα προηγούμενων ἐπικοινωνιακῶν ἐμπειριῶν, εἶναι ἐνσωματωμένες στὶς χωροχρονικὲς καὶ τὶς λειτουργικὲς δομὲς τοῦ δέκτη. Μὲ τὸν ἐπιλεκτικὸ συντονισμό ἀνάμεσα στὴν αἰσθητήρια μορφή καὶ τὶς ἰδιόμορφες τοῦ δέκτη, καὶ μὲ τὴν ἐπακόλουθον γενίκευση, συμπίεση καὶ ἐσωτερικὴ ἀποτύπωση, ἀφήνονται τὰ ἀφηρημένα συσσωρεύμενα ἔχνη τῶν ἐπιλεγμένων μορφῶν στὶς ἀναθεωρημένες δομὲς τοῦ ἀποδέκτη. Ὁ ἀποδέκτης, μὲ τὴν σειρά του, μεταδίδει τὶς νέες του ἐμπειρίες μὲ τὴν μετέπειτα συμπεριφορὰ του, ἡ ὁποία ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὶς διαφοροποιημένες δομὲς-μνῆμες του [3].



Ἡ ἀνταλλαγή πληροφορίας προϋποθέτει τὴν ἀνάπτυξη «γλωσσῶν» ἐπικοινωνίας, δηλαδή τὸν καθορισμὸ τοῦ ἀλφαβήτου καὶ τῶν κανόνων τῆς χωροχρονικῆς κωδικοποιήσεως τῶν μορφῶν ποὺ εἶναι οἱ φορεῖς τῆς πληροφορίας. Ἔτσι, οἱ γλώσσες ἐπικοινωνίας γίνονται ἐργαλεῖα αὐτο-ὀργανώσεως καὶ ἐξελίξεως τοῦ δέκτη. Ἰδιαίτερα σημαντικὸς εἶναι ὁ ρόλος τῆς ἀνταλλαγῆς πληροφοριῶν στὴν ἐξελικτικὴ μοριακὴ βιολογία, στὴν ἀνάπτυξη ἰδεῶν, ἀκόμα καὶ στὴν ἀνάπτυξη νέων μορφῶν αἰσθητικῆς. Ἡ ἐξέλιξη τῶν πρωτεϊνῶν, τῶν βιολογικῶν κυττάρων καὶ τοῦ ἀνθρωπίνου ἐγκεφάλου μὲ διαδικασίες διαφοροποιήσεως, αὐτο-ὀργανώσεως, καὶ τελεονομικῆς δημιουργίας πληροφορίας ὑψηλότερης ποιότητος, εἶναι βασικὰ ἐξαρτημένη ἀπὸ τὴν ἀνταλλαγή πληροφοριῶν, δηλαδή ἀπὸ τὴν ἐπικοινωνία [3].

Γιὰ τὶς μορφές ποὺ ἀναδύονται καὶ ἐρμηνεύονται ἀπὸ τὰ δεδομένα τῆς παρατηρήσεως, σχηματίζουμε ἔννοιες καὶ δημιουργοῦμε λέξεις ποὺ ἐκφράζουν τὴν σχετικὴν πληροφορία, καὶ κατασκευάζουμε γραμματικὲς καὶ γλώσσες ἐπικοινωνίας, ὅλα ἀνθρώπινες ἐπινοήσεις, ποὺ μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ ἐκφράζουμε καὶ νὰ ἐπικοινωνοῦμε τὰ λίγο-πολὺ ἀξιόπιστα πρότυπα, προϊόντα θεωρητικοποιήσεως ἢ φαντασίας, ποὺ χρῆσιμοποιοῦμε γιὰ τὴν περιγραφή τοῦ κόσμου μας.

Νὰ σημειωθεῖ ἐδῶ ὅτι ἡ ἀνταλλαγή πληροφορίας καὶ ἡ ἀλληλοεπίδραση μορφῶν στοὺς χώρους τῶν συμβόλων, ποὺ εἶναι ἡ ἀπαραίτητη προϋπόθεση γιὰ τὴν ἀνάπτυξη καὶ τὴν ἐξέλιξη νέων μορφῶν στὸν φυσικὸ κόσμο, ἀποτελεῖ ἐπίσης τὴν ἀπαραίτητη προϋπόθεση γιὰ τὴν ἀνάπτυξη καὶ ἐξέλιξη ἰδεῶν καὶ προτύπων, ἀκόμα καὶ αἰσθητικῆς, στὸν νοητικὸ καὶ τὸν αἰσθητικὸ κόσμο τοῦ ἀνθρώπου.

### 3. ΦΥΣΙΚΗ

#### 3.1 Ὁ Φυσικὸς Κόσμος

Τὸ Νευτώνιο σύμπαν προβάλλει μία μηχανιστικὴ «πραγματικότητα», ἡ ὁποία εἶναι «σκηνοθετημένη» ἐξ ἀρχῆς νὰ λειτουργεῖ μὲ ἀπόλυτα αἰτιοκρατικούς νόμους, ὅπως ἓνας ὀρολογιακὸς μηχανισμὸς, μέσα σὲ ἓναν ἀπεριόριστο χῶρο καὶ σὲ χρόνον ἀπόλυτο «ποὺ ρεεῖ ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὰ χέρια τοῦ Θεοῦ». Ὁ κόσμος τοῦ Νεύτωνα ἀποτελεῖται ἀπὸ ὕλικά ἀντικείμενα, δυνάμεις βαρύτητας καὶ κενὸ χῶρον, πράγματα ποὺ ἐπιβεβαιώνονται καὶ ἀπὸ τὴν καθημερινὴ ἀνθρώπινη ἐμπειρία. Ἡ κλασσικὴ φυσικὴ, ἡ ὁποία ἀναπτύχθηκε μὲ τὶς θεωρίες καὶ παραδόσεις τῶν Κοπέρνικου, Γαλιλαίου καὶ Κέπλερ, θεμελιώθηκε ἀπὸ τὸν Νεύτωνα καὶ ἄλλους ποὺ ἀκολούθησαν, καὶ ὁλοκληρώθηκε πολὺ ἀργότερα ἀπὸ τὸν Μάξγουελ, ἀποδίδει μὲ μεγάλη πειστικότητα τὴν «πραγματικότητα» ὅπως τὴν βιώνουμε καὶ τὴν ἀντιλαμβανόμαστε στὶς κλίμακες τῆς καθημερινῆς ἐμπειρίας μας.



Οι παράλληλες ανακαλύψεις τῆς Θεωρίας τῆς Σχετικότητας καὶ τῆς Κβαντικής Φυσικῆς ἀπὸ τὶς ἀρχές τοῦ αἰώνα μας ἔφεραν ἐπαναστατικὲς ἀλλαγές στὴν περιγραφή τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Οἱ ἔννοιες τοῦ κενοῦ χώρου, τῶν πεδίων δυνάμεων καὶ τῶν ὑλικῶν ἀντικειμένων, ἄλλαξαν θεμελιωδῶς. Ὁ «χώρος» καὶ ὁ «χρόνος» τῆς ἐμπειρίας μας, στοὺς ὁποίους ἀντιλαμβανόμαστε νὰ ἐξελίσσεται τὸ σύμπαν, συγχωνεύτηκαν σὲ μία παράξενη θεμελιώδη ὄντοτητα, τὸν «χωροχρόνο», μὲ γεωμετρικὲς καὶ μορφογενετικὲς γεωμετροδυναμικὲς ιδιότητες, ποὺ φαίνεται νὰ εἶναι βασικῆς γενεσιουργοῦ σημασίας γιὰ τὴν δημιουργία ὕλης καὶ πεδίων [2, 3].

Ὁ χώρος τοῦ σύμπαντος ἀναδιπλώνεται παρασύροντας τὸν κόσμο τῆς Δημιουργίας μὲ μία παράξενα μοναδική διαδικασία, τῆς ὁποίας ἡ ἀρχὴ καὶ τὸ μέλλον της παραμένουν, ἐν πολλοῖς, ἀνιχνευτικά. Οἱ ἔννοιες τοῦ «χώρου» καὶ τοῦ «χρόνου» ἔχουν ἀποκτήσει ριζικὰ διαφορετικὴ καὶ θεμελιώδη σημασία στὴ νέα φυσικὴ. Ὅσον ἀφορᾷ τὴν ἔννοια τοῦ χρόνου, ὅπως προκύπτει ἀπὸ τὴν παρατήρηση, θὰ πρέπει νὰ σημειωθεῖ ὅτι οἱ μαρτυρίες ποὺ καταγράφονται κατὰ τὶς παρατηρήσεις ἀφοροῦν συμβάντα τοῦ παρελθόντος. Αὐτὸ ποὺ λέμε «πραγματικότητα» εἶναι οἱ «ὑποθέσεις καὶ ἡ θεωρητικοποίηση ποὺ κατασκευάζουμε γιὰ νὰ γεμίσουμε τὸν χρόνο καὶ τὸν χώρο μεταξὺ τῶν παρατηρήσεων». Ἐτσι, τὰ συμπεράσματα ποὺ ἀπορρέουν ἀπὸ τὴν νοητικὴ ἐπεξεργασία τῶν δεδομένων τῆς παρατήρησης ἀφοροῦν *κάτι* ποὺ *ἔχει ἤδη συμβεῖ*, μὲ τὴν ἔννοια ποὺ ἀποδίδουμε στὸ «παρόν» καὶ τὸ «παρελθόν». Ποῖα συμπεράσματα δικαιούμεθα νὰ βγάλουμε ἀπὸ τὴν παρατήρηση τῶν φωτονίων τῶν 4 δισεκατομμυρίων ἐτῶν, τὰ ὁποῖα μεταφέρουν τὴν πληροφορία κάποιου κοσμικοῦ συμβάντος, καὶ τὰ ὁποῖα *τώρα* διασχίζουν τὸν φακὸ τοῦ τηλεσκοπίου μας; Ὅ,τι συμπεράνουμε γιὰ τὴν καταγωγὴ τῶν φωτονίων καὶ γιὰ τὸ κοσμικὸ συμβάν τοῦ παρελθόντος ποὺ *τώρα* παρατηροῦμε, θὰ ἀφορᾷ μία ἐποχὴ πολὺ πρὶν τὴν γέννηση τοῦ παρατηρητοῦ καὶ πολὺ πρὶν τὴν ἐμφάνιση στὸν κόσμο ὁποιουδήποτε παρατηρητοῦ. Ὅταν πρόκειται γιὰ παρατηρήσεις στοιχειωδῶν κβαντικῶν φαινομένων, τὸ «πείραμα καθυστερημένης ἐπιλογῆς», ποὺ περιγράψαμε σὲ προηγούμενη διάλεξη [2], μᾶς θυμίζει πῶς ἡ μαρτυρία γιὰ τὸ παρελθὸν «ὑπάρχει μόνο ὅπως καταγράφεται τὸ παρόν».

### 3.2 Π α ρ α τ ῆ ρ ῆ σ η καὶ Θ ε ω ρ η τ ι κ ο π ο ῖ ῆ σ η. Ὁ Σ υ μ μ ε τ ο χ ι κ ὸς Κ ὅ σ μ ο ς μ α ς

Ἐπιχειροῦμε νὰ περιγράψουμε καὶ νὰ κατανοήσουμε τὸν κόσμο ποὺ μᾶς περιβάλλει μὲ τὴν παρατήρηση καὶ τὴν θεωρητικοποίηση. Μὲ τὴν παρατήρηση ἔχουμε πρόσβαση στὰ ἐνεργειακὰ σήματα ποὺ μεταφέρουν τὰ δεδομένα τῆς παρατήρησης (data), τὰ ὁποῖα συνθέτουν πολὺπλοκα δομημένα σχήματα καὶ μορφές τῆς «πραγματικότητας» τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Μὲ συσχέτιση καὶ συντονισμό φιλτράρουμε τὰ

σχήματα τῶν δεδομένων τῆς παρατηρήσεως καὶ τὰ ἐπεξεργαζόμεσθε μὲ ἀφαίρεση καὶ μὲ ἐννοιολογικὴ ὁλοκλήρωση, ἀναζητώντας τὶς ἀναδυόμενες ὁλοκληρωμένες «μορφές» ποὺ ἔχουν συσχετισμένη ἐννοιολογικὴ θέση καὶ σημασία καί, ὡς ἐκ τούτου, παρέχουν πληροφορία. Παρατηροῦμε ἔτσι τὰ χωροχρονικά καὶ λειτουργικά σχήματα καὶ τὶς μορφές ποὺ ἀναδύονται ἀπὸ τὰ δεδομένα τῶν παρατηρήσεων, καὶ «συμπληρώνουμε» τοὺς χώρους καὶ τοὺς χρόνους μεταξὺ παρατηρήσεων μὲ θεωρητικοποίηση, μὲ ὑποθέσεις, θεωρίες, μύθους, λογοτεχνία, ποίηση, θρησκεία καὶ τέχνη.

Ἀπὸ τὰ βάθη τοῦ παρελθόντος στὸ ἀπώτερο μέλλον, οἱ ἀμέτρητοι παρατηρητὲς-μέτοχοι, συλλέγουν τὶς ἀναρίθμητες μονάδες (μπίτς) τῶν παρατηρήσεων, παράγουν θεωρίες καὶ ἐκτελοῦν ἀτέλειωτες ἀνταλλαγές πληροφορίας, γιὰ νὰ κατασκευάσουν αὐτὸ ποὺ ὀνομάζουμε «ὑπαρξή» καὶ «πραγματικότητα» τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Σὲ τελευταία ἀνάλυση, φτάνουμε νὰ «γνωρίζουμε» σὲ κάποιον βαθμὸ τὴν «πραγματικότητα», μέσα ἀπὸ τοὺς περιορισμοὺς ποὺ ἐπιβάλλουν τὰ ὄργανα καὶ τὰ μέσα τῆς παρατηρήσεως, καθὼς καὶ οἱ δυνατότητες τῆς «συνειδήσεως» τοῦ παρατηρητῆ, μιᾶς ὀντότητας γιὰ τὴν ὁποία οἱ γνώσεις μας εἶναι σχεδὸν μηδενικὲς καὶ ποὺ ὅμως παίζει ἐνεργὸ ρόλο στὴν «κατασκευὴ» τοῦ κόσμου μας.

Αὐτὸ ποὺ παρατηροῦμε, καθὼς καὶ ἡ πληροφορία ποὺ ἀποκομίζουμε ἀπὸ τὴν παρατήρηση, καθορίζεται ἀπὸ τὴν ἐρώτηση ποὺ θέτουμε, δηλαδὴ αὐτὸ ποὺ περιμένουμε νὰ διαπιστώσουμε μὲ τὴν παρατήρηση καὶ τὸ ὅποιο καθορίζει τὰ ὄργανα καὶ τὰ μέσα ποὺ χρησιμοποιοῦμε. Ὁ Ἀϊνστάϊν εἶχε πεῖ ὅτι: «Ἡ δυνατότητα νὰ παρατηρήσεις κάτι, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θεωρία ποὺ χρησιμοποιεῖς. Ἡ θεωρία προσδιορίζει τί εἶναι παρατηρήσιμο, ἄμεσα ἢ ἔμμεσα». Ὡς παράδειγμα γιὰ τὴν διαπίστωση τῆς σωματιδιακῆς ἢ τῆς κυματικῆς φύσεως τῶν φωτονίων ἐπιλέγουμε νὰ πειραματιστοῦμε μὲ τὸ φωτοηλεκτρικὸ φαινόμενο ἢ μὲ τὴν συμβολὴ τῶν κυμάτων μίας δέσμης φωτὸς ἢ ὁποία περνάει ἓνα διάφραγμα μέσα ἀπὸ δύο σχισμὲς τοποθετημένες πολὺ κοντὰ ἢ μία στὴν ἄλλη. Ἐτσι σχεδιάζουμε νὰ παρατηρήσουμε καὶ νὰ μετρήσουμε αὐτὸ ποὺ ἐπιθυμοῦμε νὰ διαπιστώσουμε. Οἱ ἀποδόσεις καὶ οἱ περιορισμοὶ τῶν ὀργάνων ποὺ χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὴν παρατήρηση, ὅπως καὶ τῶν φυσικῶν μέσων διαδόσεως τῶν σημάτων ποὺ μεταφέρουν τὰ σχήματα, ἀλλὰ καὶ ἡ ποιότητα τῆς ἀφαιρετικῆς συσχέτισεως καθὼς καὶ ἡ ἐμβέλεια τῆς συμπερασματολογικῆς ἐπεξεργασίας τῆς πληροφορίας στὸν ἐγκέφαλό μας, ὅλα αὐτὰ διαμορφώνουν, ἀλλὰ καὶ περιορίζουν τὴν πληροφορία ποὺ προσκομίζουμε ἀπὸ τὴν παρατήρηση. Περισσότερο, ὅμως, ὅπως ἤδη ἔχουμε πεῖ, οἱ γλῶσσες τῆς ἐμπειρίας μας μᾶς ἐμποδίζουν νὰ κατανοήσουμε τὴν «πραγματικότητα» ποὺ περιγράφει ἡ νέα Φυσικὴ.



### ‘Ο Συμμετοχικός Κόσμος μας. ‘Ο Παρατηρητής-Μέτοχος.

‘Η παρέμβαση τοῦ παρατηρητοῦ-μετόχου στὴν διαμόρφωση τῆς «πραγματικότητας» στὶς ὑπο-ἀτομικὲς κλίμακες τῶν στοιχειωδῶν βαντικῶν φαινομένων εἶναι καθοριστική. Ἐκεῖ, ὁ κόσμος ἀλλάζει μὲ τὴν παρατήρηση, ἔτσι ὥστε αὐτὸ ποὺ γίνεται ἀντιληπτό καὶ μετρήσιμο νὰ ἀφορᾷ τὸ παρελθόν, καὶ ὄχι τὸ παρόν, δηλαδὴ νὰ ἀφορᾷ τὸ «γίγνεσθαι» καὶ ὄχι τὸ «εἶναι», τὸ ὁποῖο συνεχῶς ἀλλάζει καὶ παραμένει ἀπροσπλάστο. Νὰ σημειωθεῖ ἐδῶ ὅτι τὰ φυσικὰ φαινόμενα καὶ οἱ ἀλληλεπιδράσεις («ὑπῆρχαν») ἀπὸ τὴν Δημιουργία τοῦ Σύμπαντος καὶ ὑπάρχουν πάντοτε, ὅπως συμπεραίνεται ἀπὸ τὶς παρατηρήσεις καὶ τὴν θεωρητικοποίηση σήμερα. Διαδικασίες τοῦ μικρόκοσμου, τώρα καὶ στὸ παρελθόν, ἀλλάζουν καὶ ὑπογραμμίζουν τὴν «πραγματικότητα» καὶ ἀποκοτῶν ἰδιαιτέρη σημασία ὅταν πειραματιζόμαστε στὶς κλίμακες τοῦ μικρόκοσμου.

Μὲ τὸν τρόπο αὐτόν, αὐτὸ ποὺ ἀντιλαμβανόμαστε ὡς «ὑπαρξή» εἶναι μιὰ κατάσταση τῆς πληροφορίας, τῆς «πληροφορίας» ποὺ παράγεται ἀπὸ τὴν παρατήρηση σὲ ἓνα σύμπαν «παρατηρητῶν-μετόχων» ποὺ ἐπικοινωνοῦν, τῆς «πληροφορίας» ποὺ εἶναι ὁ ἴστος τῆς ὑπάρξεως, τὸ ἀγαθὸ ἀνταλλαγῆς καὶ ἐπικοινωνίας στὸν κόσμο τῶν συμβόλων. Ἀναφέρομαι συγκεκριμένα σὲ κάτι ποὺ εἶχα πεῖ ἐπιγραμματικὰ σὲ προηγούμενη διάλεξη: «Παρατηρῶ κάτι, ἄρα Ὑπάρχει» [2].

Νὰ ξεκαθαρίσουμε, ὅμως, τί θεωροῦμε ὡς «παρατηρητὴ-μέτοχο». Εἶναι ἐκεῖνος ὁ ὁποῖος χειρίζεται κάποια συσκευή παρατήρησης, ἐπηρεάζει μὲ αὐτὴν τὴν κατάσταση τοῦ παρατηρούμενου φυσικοῦ συστήματος ἢ φαινομένου, καὶ συμμετέχει στὴν δημιουργία τῆς ἔννοιας, τὴν «κατασκευὴ τοῦ γίγνεσθαι», ὅπως ὀρίζει τὴν «ἔννοια» τῶν πραγμάτων ποὺ παρατηροῦμε ὁ D. Follesdall [5]. Λέει δηλαδὴ ὅτι ἡ «ἔννοια» εἶναι τὸ συλλογικὸ προϊόν ὅλων τῶν μαρτυριῶν ποὺ εἶναι διαθέσιμες στοὺς πολλοὺς ποὺ ἐπικοινωνοῦν. Αὐτὸ ποὺ ὀνομάζεται «ἀντικειμενικὴ ἀπόψη» στὸν σχηματισμὸ ἐννοιῶν, εἶναι τὸ συλλογικὸ προϊόν τῆς διανοητικῆς ἐπεξεργασίας καὶ ἐρμηνείας ὅλων τῶν δεδομένων τῶν παρατηρήσεων ποὺ εἶναι διαθέσιμα στοὺς πολλοὺς ποὺ ἐπικοινωνοῦν καὶ συμφωνοῦν. Ἔτσι μὲ τὴν διαμόρφωση «συλλογικῆς» — ἀντικειμενικῆς — ἀντιλήψεως τῆς «πραγματικότητας» προκύπτει τὸ ὄραμα ἑνὸς σύμπαντος ἀπὸ τὶς παρατηρήσεις τῶν πολλῶν ποὺ ἐπικοινωνοῦν καὶ συμφωνοῦν.

Τὰ δεδομένα τῶν παρατηρήσεων, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν δημιουργία ἐννοιῶν καὶ γιὰ τὴν θεωρητικοποίηση, μπορεῖ νὰ ἀφοροῦν κάποιο φυσικὸ φαινόμενο τοῦ ἀπώτερου παρελθόντος. Τὸ γνωστὸ δέντρο ποὺ ἔπεσε στὸ δάσος ὅταν δὲν ἦταν κανεὶς γύρω, ἄφησε κατάλοιπα φυσικῆς μαρτυρίας ὥστε ὁ μετέπειτα παρατηρητὴς νὰ ἀναπαραστήσει τὸ φαινόμενο μὲ παρατήρηση καὶ θεωρητικοποίηση. Ἔτσι



και ὁ γεωλόγος, ὁ ὁποῖος σὲ δείγματα πετρωμάτων ἀνακαλύπτει ἐνδείξεις γιὰ τὴν ἄφιξη βαρέων πυρήνων κοσμικῆς ἀκτινοβολίας πρὶν δισεκατομμύρια χρόνια, κοινοποιεῖ τὰ εὐρήματα καὶ τὴν θεωρητικοποίησή του, ἀναπαριστάνει καὶ ἀποδίδει ἔννοια στὸ παρελθὸν συμβάν, τὸ ὁποῖο τότε ἀποκτάει ὑπόσταση «πραγματικότητας».

Ἡ παρατήρηση καὶ θεωρητικοποίηση, καὶ ἡ ἔννοια τοῦ παρατηρητῆ-μετόχου, κατὰ τὴν γνώμη μας, ὁδηγοῦν στὴν ἄποψη ὅτι «ἡ πραγματικότητα εἶναι πληροφορία καὶ θεωρία», καὶ ὅτι τὸ παρελθὸν «ὑπάρχει» ὅπως θεωρητικοποιεῖται ἀπὸ τὶς μαρτυρίες τοῦ παρόντος. Τὸ φωτόνιο ἀπὸ τὸν ἡλικίας τεσσάρων δισεκατομμυρίων ἐτῶν ἀστέρων τύπου κουέζαρ, τὸ ὁποῖο καταγράφεται στὴν παρατήρηση σήμερα, ἀποκτᾷ τὸ παρελθὸν του, τὴν ἱστορία του, ὅπως αὐτὴ «κατασκευάζεται» σήμερα. Δὲν μπορούμε νὰ ποῦμε ὅτι «ὑπῆρχε κάπου ἐκεῖ στὸ διάστημα» δύο δισεκατομμύρια χρόνια, δύο μῆνες ἢ δύο μέρες πρὶν, ἂν δὲν καταγραφεῖ ἀπὸ τὴν πειραματικὴ μας ἢ τὴν παρατηρησιακὴ μας διάταξη. Θυμηθεῖτε πῶς μπορεῖ νὰ «κατασκευάζεται» τὸ παρελθὸν, ἡ ἱστορικὴ διαδρομὴ τοῦ φωτονίου ποὺ τώρα καταγράφεται μὲ τὴν παρατήρηση στὸ «πείραμα τῆς καθυστερημένης ἐπιλογῆς», ὅπως τὸ περιγράψαμε σὲ προηγούμενη διάλεξη [2]. Ὅπως περίπου τὸ διετύπωσε ὁ Nils Bohr [7], ἓνα στοιχειῶδες κβαντικὸ φαινόμενο, γίνεται φαινόμενο μόνο ὅταν τελειώσει μὲ τὴν ἀναντίστροφη πράξη τῆς παρατηρήσεως. Ἡ περιγραφή τοῦ Κόσμου, ἡ Φυσικὴ, εἶναι Πληροφορία.

### 3.3 Ὑ λ η καὶ Π ε δ ί α

Ἡ ἔννοια τῆς «ὕλης» θεμελιώθηκε κατὰ τὸν 5ον αἰῶνα π.Χ. ἀπὸ τοὺς Ἑλληνες ἀτομικοὺς ἐπιστήμονες καὶ φιλόσοφους, Δημόκριτο καὶ Λεύκιππο. Μὲ βάση τὴν ἰδέα τοῦ «ἀτόμου» ὡς τὴν θεμελιώδη δομικὴ ὄντοτητα, δημιούργησαν τὸ μοντέλο τῆς δομῆς τῆς ὕλης, τὸ ὁποῖο κυριάρχησε μέχρι τὶς ἀρχὲς τοῦ αἰῶνα μας. Κατὰ τὴν περίοδο αὐτή, ἡ φύση τῶν «ἀτόμων» ἐθεωρεῖτο περισσότερο θέμα θρησκείας παρὰ ἐπιστήμης.

Τὸ συμπαγὲς τῶν ἀτόμων ἀμφισβητήθηκε μὲ τὴν ἀνακάλυψη τῆς ραδιενέργειας (Οἱ Pierre καὶ Marie Curie ἀπομόνωσαν τὸ στοιχεῖο ράδιο τὸ 1897) καὶ μὲ τὴν ἀνακάλυψη τῶν ἀκτίνων X. Πειράματα «καταδύσεων» στὸ ἐσωτερικὸ τῶν ἀτόμων μὲ τὴν μόλις ἀνακαλυφθεῖσα ραδιοακτινοβολία, ἔδειξαν ὅτι τὰ ἄτομα ἀποτελοῦνται κατὰ τεράστιο ποσοστὸ ἀπὸ «κενὸ» χῶρο. Τὸ μοντέλο τοῦ ἀτόμου τὸ ὁποῖο πρότεινε ὁ Rutherford [7], ἔδινε τὴν εἰκόνα ἐνὸς ἡλιακοῦ πλανητικοῦ συστήματος, στὸ ὁποῖο ἀπίστευτα μικροσκοπικὰ σωματίδια, τὰ ἠλεκτρόνια, περιφέρονται γύρω ἀπὸ ἓνα πολὺ μικρό, σὲ σύγκριση μὲ τὸ μέγεθος τοῦ ἀτόμου, πυρήνα. Γιὰ νὰ πάρετε

μία ιδέα τῶν διαστάσεων, ἂν ἓνα ἄτομο διαστελλόταν στὸ μέγεθος τοῦ θόλου τοῦ καθεδρικοῦ ναοῦ τοῦ Ἀγίου Πέτρου τῆς Ρώμης, ὁ πυρήνας τοῦ ατόμου θὰ ἔπαιρνε τὸ μέγεθος τοῦ κεφαλιοῦ μίας καρφίτσας τοποθετημένης κάπου στὸ κέντρο τοῦ θόλου. Τὰ ἀπίστευτα ἀκόμη μικρότερα ἠλεκτρόνια θὰ περιφέρονται στὸν ἀχανῆ χώρο τοῦ θόλου. Ὅπως γνωρίζουμε σήμερα, οἱ ἀναλογίες αὐτὲς δὲν εἶναι μακριὰ ἀπὸ αὐτὲς ποὺ προσφέρουν οἱ θεωρίες τῆς νέας φυσικῆς, μολονότι ἡ ἀποψη τῶν ἠλεκτρονίων ὡς «στερεῶν» σφαιρικῶν ἀντικειμένων ἔχει ἀντικατασταθεῖ ἀπὸ τὸ μοντέλο τῶν «κυματοσωματιδίων» ἀσαφῶς κατανεμημένων στὸν χώρο καὶ τὸν χρόνο. Ἀλλωστε γνωρίζουμε σήμερα ὅτι ἡ ιδιότητα τοῦ «στερεοῦ» εἶναι μία ὀλιστική ιδιότητα ὑλικῶν ἀντικειμένων ποὺ ἀποτελοῦνται ἀπὸ τεραστίως μεγάλα σύνολα ατόμων, ἡ ὁποία δὲν δύναται νὰ ἀποδοθεῖ σὲ στοιχειώδη σωματίδια.

Ἡ καταπληκτικὴ ἀποκάλυψη ὅτι τὸ ἄτομο εἶναι σχεδὸν ἐξ ὀλοκλήρου κενὸς χώρος, ἡ ὁποία ἄλλαξε ριζικὰ τὴν ἀποψή μας περὶ «στερεῶν» σωμάτων, ἦταν μόνον ἡ ἀρχὴ μίας σειρᾶς ἀκόμη πιὸ παραδόξων ἀνακαλύψεων, οἱ ὁποῖες ἀκολούθησαν τὴν ἐμφάνιση καὶ τὴν ἀνάπτυξη τῆς κβαντικῆς φυσικῆς. Τὸ ατομικὸ μοντέλο τοῦ Rutherford κατέστησε δυνατὲς διάφορες σημαντικὲς προβλέψεις σχετικὰ μὲ τὴν συμπεριφορὰ τῶν ἠλεκτρονίων καὶ τοῦ ατόμου. Ἀφῆνε ὅμως ἀναπάντητα μερικὰ βασανιστικὰ ἐρωτήματα. Στὰ πλαίσια τῆς κλασικῆς μηχανικῆς, τὸ ἄτομο τοῦ Rutherford θὰ ἔπρεπε νὰ ἐπιδεικνύει ἰδιαίτερη εὐαισθησία σὲ συγκρούσεις μὲ ἄλλα ἄτομα, μὲ ἀκτινοβολίες, καὶ μὲ ἄλλες ἐξωτερικὲς ἐπιδράσεις. Διαπιστώθηκε πειραματικὰ ὅτι σὲ κρούσεις σχετικῶς μικρῆς ἐνέργειας, τὰ ἄτομα ἐπιδεικνύουν ἐλαστικὴ συμπεριφορὰ! Παραμένουν ἀναλλοίωτα, ταυτόσημα μὲ ὅλα τὰ ἄτομα τοῦ συγκεκριμένου ὑλικοῦ, μὲ τίς μορφὲς καὶ διαστάσεις τῶν τροχιῶν τῶν ἠλεκτρονίων νὰ εἶναι ἀνεξάρτητες ἀπὸ τὴν προηγούμενη ἱστορία τοῦ ατόμου, δηλαδὴ νὰ εἶναι χωρὶς μνήμη προηγούμενων κρούσεων. Ὅλα αὐτὰ εἶναι ἀντίθετα ἀπὸ ὅ,τι θὰ περίμενε κανεὶς στὴν κλασικὴ περίπτωση τοῦ «πλανητικοῦ» ατόμου τοῦ Rutherford!

Ἐφαρμόζοντας τὴν ιδέα τοῦ «κβάντου» καὶ εἰσάγοντας τὴν ἔννοια τῆς «κβαντικῆς καταστάσεως», ὁ Niels Bohr [7] ἐπεχείρησε τὸ 1913 νὰ ἐξηγήσει τίς περιέργες συμπεριφορὰς τοῦ ατόμου. Ἀναλύοντας τίς ἠλεκτρονικὲς τροχιὰς τοῦ πλανητικοῦ ατόμου, ἀπέδειξε ὅτι ἡ ἐνέργεια τῶν ἠλεκτρονίων δὲν δύναται παρὰ νὰ πάρει μόνον ὀρισμένες διακριτὲς τιμές, ἔτσι ὥστε νὰ δύνανται νὰ περιφέρονται γύρω ἀπὸ τὸν πυρήνα μὲ συγκεκριμένους καὶ ἀπολύτως καθορισμένους τρόπους.

Ἐκεῖνο ὅμως ποὺ ἐπέφερε πραγματικὴ ἐπανάσταση στὴν κατανόηση τῆς φύσεως καὶ τῆς δομῆς τῆς ὕλης, ἦταν ἡ διατύπωση τῆς «ἀρχῆς τῆς ἀβεβαιότητος» ἀπὸ τὸν Heisenberg [7]. Μὲ τὴν ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Heisenberg καὶ μὲ τὴν ἐπακόλουθη ἀνάπτυξη τῆς κβαντικῆς φυσικῆς, ἄλλαξαν ριζικὰ οἱ ἀπόψεις περὶ «στε-



ρεᾶς) ὕλης καὶ περὶ συγκεκριμένης θέσεως καὶ κινήσεως τῶν ὑλικῶν σωμάτων. Ἀποκαλύφθηκε ὅτι τὰ στοιχειώδη ὑπο-άτομικὰ σωματίδια δὲν συμπεριφέρονται ὅπως τὰ γνώριμα «στερεὰ» ἀντικείμενα τῆς ἐμπειρίας μας, ἀλλὰ ὅτι ἡ συμπεριφορά τους ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν τρόπο καὶ τὰ μέσα τῆς παρατηρήσεως, ἐπιδεικνύοντας ἄλλοτε «σωματιδιακὲς» καὶ ἄλλοτε «κυματικὲς» ιδιότητες.

Γενικότερα, τὰ ὑλικά σώματα «διαδίδουν» τὴν παρουσία τους μέσῳ τῶν «πεδίων δυνάμεων», ὅπως τὸ ἠλεκτρομαγνητικὸ, τὸ ἀσθενὲς καὶ τὸ ἰσχυρὸ πυρηνικὸ, καὶ τὸ πεδίο βαρύτητας. Τὰ πεδία παρέχουν τὰ μέσα ἀλληλεπιδράσεως τῶν ὑλικῶν ἀντικειμένων, δηλαδή τίς διαδιδόμενες «μνῆμες» τῶν σχέσεων μεταξὺ τους. Ἡ ἐπικοινωνία μεταξὺ τῶν ὑλικῶν ἀντικειμένων ποὺ συντελεῖται μὲ τὴν ἀνταλλαγὴ σχημάτων καὶ μορφῶν ποὺ μεταφέρονται ἀπὸ τὰ σχήματα τῶν πεδίων, ἀφορᾷ, στὴν οὐσία της, τὴν ἀνταλλαγὴ πληροφορίας ποὺ εἶναι ὑπεύθυνα γιὰ τὴν κίνηση, τὴν συμπεριφορά καὶ τὴν ἐξέλιξη τοῦ φυσικοῦ κόσμου [2, 3].

Παρὰ τίς ἐκπληκτικὲς ἀνακαλύψεις καὶ προόδους τῆς κβαντικῆς φυσικῆς, ἡ παρουσία καὶ ἡ συμπεριφορά τῶν ὑπο-άτομικῶν κυματοσωματιδίων παραμένει ἐν πολλοῖς αἰνιγματική. Τὰ στοιχειώδη σωματίδια καὶ τὰ ἄτομα τοῦ ἰδίου εἶδους εἶναι μὴ διακριτὰ μεταξὺ τους (indistinguishable), σὰν νὰ εἶναι τὸ καθένα τους τὸ ἀκριβὲς ἀντίγραφο τοῦ ἄλλου. Μὲ τὴν «ἐδῶ - καὶ - ἐκεῖ» καὶ «περίπου τώρα» κυματοσωματιδιακὴ συμπεριφορά τους, δίνουν τὴν ἐντύπωση ἄϋλων «φαντασμάτων». Ἡ ἀνεπάρκεια τῶν συμβόλων καὶ τῶν γλωσσῶν τῆς ἐμπειρίας μας περιορίζουν ἀποτελεσματικὰ τίς δυνατότητες ποὺ ἔχουμε νὰ κατανοήσουμε τὸν κόσμον μας. Οἱ γλῶσσες καὶ οἱ ἔννοιες τῆς ἐμπειρίας μας δὲν εἶναι σὲ θέση νὰ περιγράψουν κατανοητὰ τίς δομὲς καὶ συμπεριφορὰς ποὺ παρατηροῦμε. Ἡ φύση στὶς ὑπο-άτομικὲς κλίμακες φαίνεται ἀλλόκοτη! Μόνο μὲ τὴν γλώσσα τῶν μαθηματικῶν εἶναι δυνατὴ ἡ συνεπὲς περιγραφὴ τῶν φαινομένων ποὺ παρατηροῦμε στὶς κλίμακες τοῦ μικρόκοσμου. Ἡ ἀνεπάρκεια τῆς περιγραφῆς τῶν φαινομένων τοῦ μικρόκοσμου μὲ τίς ἀνθρώπινες γλῶσσες τῆς ἐμπειρίας μας τὰ τοποθετεῖ στὰ ὅρια ἐπιστημονικοῦ μυστικισμοῦ.

Μέσα στὰ περιορισμένα ὅρια μιᾶς ὠριαίας διαλέξεως, δὲν εἶναι δυνατὸ νὰ δώσει κανεὶς πλήρη περιγραφὴ τῶν ἐπιστημονικῶν ἐπιτευγμάτων τῆς κβαντικῆς φυσικῆς ὅσον ἀφορᾷ στὴν δομὴ καὶ τὴν φύση τῆς ὕλης. Ἡ ἀνάπτυξη τῆς νέας φυσικῆς, ἀπὸ τὸν Max Plank στὶς μέρες μας, πέρασε ἐκρηκτικὲς περιόδους ἀλλεπάλληλων ἐπαναστατικῶν ἀνακαλύψεων.

### 3.4 Ἡ Νέα Φυσικὴ

Κατὰ τὴν παρατήρηση τοῦ φυσικοῦ κόσμου εἵμαστέ συνηθισμένοι σὲ τυχαῖες καὶ μὴ-προβλέψιμες φυσικὲς διαδικασίες, ὅπως εἶναι τὸ φαινόμενο τῆς ραδιενέργειας.



Ἐνῶς ἡ στατιστικὴ περιγραφή καὶ ἡ πρόβλεψη τῆς συμπεριφορᾶς μεγάλου ἀριθμοῦ ραδιενεργῶν ἀτόμων μπορεῖ νὰ γίνῃ μὲ ἀκρίβεια, εἶναι ἀδύνατο νὰ προβλεφθεῖ ἡ ἀκριβὴς στιγμή πού θὰ διασπαστεῖ ἕνας συγκεκριμένος ἀτομικὸς πυρήνας. Τέτοια ἀβεβαιότητα ἡ ὁποία εἶναι χαρακτηριστικὴ στὴν περιγραφή ὑπο-ἀτομικῶν φαινομένων, ἀνατρέπει τὴν πεποίθηση τῆς κλασικῆς φυσικῆς, ἡ ὁποία κυριάρχησε ἀπὸ τὴν ἐποχὴ τοῦ Κοπέρνικου, τοῦ Γαλιλαίου, τοῦ Κέπλερ καὶ τοῦ Νεύτωνα μέχρι τὶς ἀρχὲς τοῦ αἰῶνα μας, ἡ ὁποία πρέσβευε ὅτι ὅλα τὰ ὑλικά ἀντικείμενα ὑπακούουν αὐστηρὰ σὲ ἀπόλυτα αἰτιοκρατικοὺς νόμους τῆς μηχανικῆς, νόμους οἱ ὁποῖοι εἶναι οἱ ἴδιοι αὐτοὶ πού καθορίζουν τὶς κινήσεις τῶν πλανητῶν καὶ τὴν κίνηση μιᾶς μπάλας μπιλιάρδου. Ἡ ἀβεβαιότητα τῶν ὑπο-ἀτομικῶν φαινομένων ἐκτείνεται στὶς μακροσκοπικὲς κλίμακες ὥπως βεβαίωσαν οἱ ὑπολογισμοὶ τοῦ Γάλλου μαθηματικοῦ Jacques Laskar τὸ 1989, ὁ ὁποῖος θέλησε νὰ βεβαιώσει τὴν ἐντυπωσιακὴ ἐπιτυχία μὲ τὴν ὁποία ἡ Νευτώνεια μηχανικὴ προέβλεπε τὶς κινήσεις τῶν πλανητῶν τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος. Τροφοδότησε τὰ δεδομένα γιὰ τὶς ἀκριβεῖς θέσεις καὶ κινήσεις τῶν πλανητῶν στὸ Νευτώνειο μοντέλο, καί, μὲ τὴν βοήθεια ἡλεκτρονικῶν ὑπερ-ὑπολογιστῶν, ὑπολόγισε τὶς κινήσεις τῶν πλανητῶν τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος γιὰ τὰ ἐπόμενα 200 ἑκατομμύρια ἔτη. Ἐκπληκτοὺς διαπίστωσε ὅτι πρὶν περάσουν 10 ἑκατομμύρια ἔτη (ἀσήμαντὴ ποσότητα σὲ ἀστρονομικοὺς χρόνους), οἱ τροχιᾶς τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν, συμπεριλαμβανομένης καὶ τῆς γῆς, χάνουν κάθε προβλεψιμότητα. Μολονότι παραμένουν μεταξὺ ὀρισμένων ὁρίων, μικρὲς μεταβολὲς στὶς κινήσεις τους γίνονται αἰτία νὰ ἀποκτήσουν χαοτικὴ συμπεριφορὰ σὲ λιγότερα ἀπὸ 10 ἑκατομμύρια ἔτη. Ἀνάλογη εἶναι ἡ περίπτωση ὑπολογισμοῦ τῆς θέσεως καὶ ταχύτητας μίας μπάλας μπιλιάρδου, ἡ ὁποία ξεκινάει μὲ ἐπακριβῶς καθορισμένες ἀρχικὲς συνθήκες κινήσεως. Λόγω ἀπειροελάχιστης ἀσάφειας στὴν γωνία ἀνακλάσεως ἀπὸ τὰ τοιχώματα τοῦ μπιλιάρδου, ἡ μπάλα μπορεῖ νὰ βρίσκεται μὲ ἴση πιθανότητα ὁπουδήποτε πάνω στὴν ἐπιφάνεια τοῦ τραπέζιου, μετὰ ἀπὸ παρέλευση ἀρκετοῦ χρόνου.

Ἡ κβαντικὴ φυσικὴ ἀπεκάλυψε ὅτι ὁ ὑπο-ἀτομικὸς κόσμος εἶναι μυστηριώδης, ἀβέβαιος καὶ χαοτικός. Ἐμπεριέχει ἀβεβαιότητα, ἡ ὁποία ὀδηγεῖ στὴν μὴ προβλεψιμότητα. Ἐνὰ ἡλεκτρόνιο, ἢ ἄλλο σωματίδιο, ἀκόμα καὶ ἕνα ὁλόκληρο ἄτομο, φαίνεται νὰ βρίσκεται ἐδῶ στὴν μιὰ στιγμή καὶ ἐκεῖ τὴν ἐπόμενη στιγμή, χωρὶς νὰ ἀκολουθεῖ κάποια συγκεκριμένη τροχιά. Ἡ περιγραφή τῶν φαινομένων τοῦ μικρόκοσμου, τὴν ὁποία χειρίζεται ἡ κβαντικὴ φυσικὴ, διαπιστώνει ὅτι τὰ συνηθισμένα ὑλικά ἀντικείμενα τῆς καθημερινῆς μας ἐμπειρίας, ὅταν διερευνηθοῦν σὲ ὅλο καὶ μικρότερες κλίμακες κοντὰ στὶς ὑποατομικὲς διαστάσεις, διαλύονται σὲ ἕνα χαοτικὸ χορὸ φευγαλέων φαντασμάτων.

Λίγοι από μᾶς, με τις ἐμπειρίες που ἔχουμε ἀπὸ τὴν καθημερινὴ ζωὴ, θὰ ἀρνιόμαστε τὴν ἀρχὴ τοῦ αἰτιατοῦ, ἡ ὁποία δέχεται ὅτι κάθε συμβάν ἔχει μία συγκεκριμένη αἰτία, καθὼς καὶ τὴν ἀρχὴ τῆς ἀπόλυτης αἰτιοκρατίας, ἡ ὁποία ἐξασφαλίζει τὴν ἀδιάσπαστη ἀλυσίδα αἰτίου-ἀποτελέσματος. Οἱ ἀρχές αὐτές εἶναι τόσο ριζωμένες στὴν ἐμπειρία μας, ὥστε νὰ ἰσχυροποιοῦν τὴν ἄποψη πολλῶν, ὅτι ἡ ρετρο-ἀναδρομὴ στὸ πρωταρχικὸ αἶτιο τῶν πάντων στὴν ἐξέλιξη τοῦ σύμπαντος θὰ ὑποστηρίξει τὴν ὕπαρξη τοῦ Θεοῦ. Σήμερα, ὅμως, ἡ μὴ-προβλεψιμότητα τῆς κβαντικῆς φυσικῆς ἐπιτρέπει τὴν ἐμφάνιση ἀποτελεσμάτων χωρὶς αἰτίες, καὶ σπᾶει τὴν ἀλυσίδα τῆς αἰτιοκρατίας καὶ τῆς αἰτιότητας. Κατὰ τὴν κβαντικὴ φυσικὴ, ἡ ἰδιότητα, χαοτικὴ καὶ ἀβέβαιη φύση ἐπιτρέπει στὰ σωματίδια τοῦ μικρόκοσμου νὰ ξεφυτρώνουν ἐδῶ καὶ ἐκεῖ χωρὶς εἶρμό, ὡς συμβάντα χωρὶς αἰτία.

Μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς ἀβεβαιότητας διαφώνησε ὁ Ἀϊνστάϊν, καὶ ἔτσι ξεκίνησε τὴν γνωστὴ διαμάχη του μὲ τὸν Niels Bohr, τὸν πρωτεργάτη τῆς κβαντικῆς φυσικῆς. Ὁ Einstein διακήρυξε ὅτι «ὁ Θεὸς δὲν παίξει ζάρια», καὶ ὅτι ὁ μικρόκοσμος, ὅπως ὁ καιρὸς τῆς ἐπόμενης ἐβδομάδος, εἶναι ἀπρόβλεπτος μόνο γιὰτὶ δὲν ἔχουμε γνώση ὅλων τῶν σχετικῶν δυνάμεων καὶ τῶν πιθανῶν «κρυμμένων» παραμέτρων που ἐλέγχουν τὴν συμπεριφορὰ τῶν φυσικῶν φαινομένων. Δὲν ἔχουμε τὸν χρόνο ἐδῶ νὰ ἐξετάσουμε μὲ λεπτομέρεια τὰ ἐπιχειρήματα τῶν δύο πλευρῶν. Τὸ ἀποτέλεσμα ἦταν ὅτι ὁ Einstein, στὴν δεκαετία τοῦ '30, προκάλεσε τὸν Bohr ἐπινοώντας ἓνα πείραμα πού, ὅπως πίστευε, θὰ ἀπεκάλυπτε τὴν πλάνη τῶν κβαντικῶν «φαντασμάτων» καὶ θὰ ἐδραίωνε μία γιὰ πάντα τὴν ἄποψη ὅτι κάθε γεγονός ἔχει συγκεκριμένη αἰτία. Ὁ Bohr ἀπάντησε πειστικὰ στὴν συλλογιστικὴ τοῦ Einstein, καί, πολὺ ἀργότερα, τὸ 1982, ἦλθε καὶ ἡ πειραματικὴ ἐπιβεβαίωση στὴν ὁποία ὁ Bohr κέρδισε, ὁ Einstein ἔχασε. Ἡ νέα φυσικὴ τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς εἶναι παράδοξη. Μέχρι σήμερα οἱ προβλέψεις τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς ἐπαληθεύονται, ἀλλὰ ὀρισμένες παράδοξες συμπεριφορές δὲν ἔχουν ἐξηγηθεῖ ἱκανοποιητικά. Θὰ ἀναφερθοῦμε στὴν συνέχεια στὸν φορμαλισμὸ τῆς κβαντικῆς θεωρίας, ὁ ὁποῖος ὁδηγεῖ στὴν περίεργη κατάρρευση τῆς κβαντικῆς περιγραφῆς ὅταν τὸ φυσικὸ φαινόμενο ὁδηγεῖται στὴν παρατήρηση. Τοποθετοῦμε στὸ Παράρτημα τὴν μαθηματικὴ ἐπισκόπηση τῆς κβαντικῆς περιγραφῆς, ὥστε νὰ μὴν ἐμποδίσουμε τὴν παρακολούθηση τῶν ἐννοιῶν καὶ τῶν ἐπιχειρημάτων που ἀκολουθοῦν.

Στὴν περιγραφή τῆς κλασικῆς μηχανικῆς, ἓνα ἀντικείμενο χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν θέση του στὸν χῶρο καὶ ἀπὸ τὴν ταχύτητά του (ἢ τὴν ὁρμή του). Στὴν κβαντικὴ μηχανικὴ, ὅλες οἱ δυνατὲς ἐναλλακτικὲς καταστάσεις θέσεως καὶ ταχύτητας τοῦ φυσικοῦ ἀντικειμένου, που προκύπτουν ἀπὸ τὴν λύση τῆς ἐξίσωσσεως τοῦ Schrodinger, μποροῦν νὰ συνυπάρχουν μὲ ἀντίστοιχους βαθμοὺς «κβαντικῶν πιθανότη-



των». Ἡ γραμμικὴ ἐπαλληλία τῶν συνυπαρχουσῶν φυσικῶν καταστάσεων, ἡ ὁποία μπορεῖ νὰ ἀντιστρατεύεται τὴν κοινὴ λογικὴ τῆς ἐμπειρίας μας, ἐκφράζεται ἀπὸ μιὰ μιγαδικὴ συνάρτηση ἡ ὁποία ἀποκαλεῖται κυματοσυνάρτηση καὶ παριστάνεται μὲ τὸ ἑλληνικὸ γράμμα  $\psi$ . Ἡ πιθανότητα νὰ βρεθεῖ μὲ παρατήρηση τὸ φυσικὸ σύστημα, ξεχωριστὸ σωματίδιο ἢ λειτουργικὸ σύνολο, στὴν θέσιν  $\chi$  τοῦ χώρου, βρίσκεται ἂν ὑψώσουμε τὸ μέτρο τοῦ πλάτους  $\psi(\chi)$  στὸ τετράγωνο. Ἔτσι, ἓνα σωματίδιο μπορεῖ νὰ «συνυπάρχει» σὲ πολλὰ καὶ διαφορετικὲς καταστάσεις (π.χ. θέσεις στὸν χῶρο) συγχρόνως, καὶ μὲ ἀντίστοιχες πιθανότητες, πράγμα ποὺ ὁδηγεῖ τὴν ἐμπειρικὴ λογικὴ μας ἀποκλειστικὰ σὲ στατιστικὲς περιγραφὰς συμπεριφορᾶς μεγάλων ἀριθμῶν τέτοιων σωματιδίων. Ὅσον ἀφορᾷ τὴν κβαντικὴ περιγραφή μεμονωμένων σωματιδίων, ὅπως ἡλεκτρονίων ἢ φωτονίων, αὐτὴ δίδεται μὲ τὴν μορφή «φαντασμάτων» ποὺ μποροῦν νὰ συνυπάρχουν σὲ διαφορετικὲς, καὶ συχνὰ παράλογες, τροχιὰς συμπεριφορᾶς. Γιὰ λόγους πληρότητας τῆς συνοπτικῆς μας ἀναφορᾶς στὴν κβαντικὴ περιγραφή, νὰ ποῦμε ἀκόμα, χωρὶς νὰ μποῦμε σὲ λεπτομέρειες, ὅτι ἡ κατανομὴ τῶν καταστάσεων τῆς ταχύτητας (πιο σωστὰ τῆς ὁρμῆς) τοῦ φυσικοῦ συστήματος σὲ χῶρο καὶ χρόνο, βρίσκεται ἀπὸ τὴν ἁρμονικὴ ἀνάλυση τῆς συναρτήσεως  $\psi$ , μὲ τὴν ὁποία καθορίζονται οἱ «καθαροὶ τόνοι» ποὺ ἀντιστοιχοῦν στὶς διαφορετικὲς πιθανὲς τιμὲς ὁρμῆς ποὺ μπορεῖ νὰ πάρει τὸ φυσικὸ σύστημα. Μιὰ κατάστασις ὁρμῆς παριστάνεται ὡς ἓνας ἑλικας τῆς συναρτήσεως  $\psi$  στὸν χῶρο. Νὰ σημειωθεῖ ὅτι ἡ κυματοσυνάρτηση Schrodinger ἀφεαυτοῦ τῆς δίνει μιὰ ἀσαφῆ ἀλλὰ καθαρὰ ντετερμινιστικὴ ἐξέλιξις τοῦ φυσικοῦ συστήματος, ἐφόσον ἡ κατάστασις τοῦ συστήματος ἔχει καθοριστεῖ πλήρως γιὰ μιὰ τυχαία χρονικὴ στιγμή.

Εἴπαμε, ὅμως, ἄρκετὰ γιὰ τὴν μαθηματικὴ παράστασις τῆς καταστάσεως καὶ τῆς ἐξελίξεως τῶν συνυπαρχουσῶν κβαντικῶν «φαντασμάτων» τῆς «πραγματικότητας» τοῦ μικρόκοσμου. Ὁ λόγος ποὺ ἐπεκταθήκαμε τόσο γιὰ νὰ ἐξηγήσουμε τὴν κυματοσυνάρτησις ὡς παράστασις τῆς γραμμικῆς ἐπαλληλίας τῶν δυνατῶν καταστάσεων ἑνὸς φυσικοῦ συστήματος στὶς κλίμακες τοῦ μικρόκοσμου, εἶναι ὅτι ἡ παρατήρησις, ἡ παρουσία καὶ παρεμβολὴ τοῦ παρατηρητῆ-μετόχου σὲ πείραμα μετρήσεως ἢ παρατηρήσεως, παρεμβάλλεται καὶ προκαλεῖ τὴν κατάρρευσις τῆς κυματοσυναρτήσεως καὶ τὴν ἀναγωγὴ τῆς σὲ κάποια συγκεκριμένη ἀπὸ τὶς δυνατὲς καταστάσεις τοῦ φυσικοῦ συστήματος.

Ἡ πράξις τῆς παρατηρήσεως φέρνει σὲ ἐπαφὴ καὶ σὲ ἀλληλεξάρτησις τὸν μικρόκοσμο τῆς κβαντικῆς φυσικῆς μὲ τὸν «κλασικὸν» κόσμον τῆς ἐμπειρίας μας ποὺ προκύπτει ἀπὸ τὴν παρατήρησις, μὲ τρόπον ποὺ ἡ κβαντικὴ «πραγματικότητα», ἡ ὁποία ἐπιβεβαιώνεται ἀπὸ τὴν ἐξίσωσις τοῦ Schrodinger, «καταρρέει» στὴν «πραγμα-



τικότητα» τὴν ὁποία παρατηροῦμε καὶ βιώνουμε, καὶ ἀπὸ τὴν ὁποία ἀντλοῦμε τὴν ἀντίληψή μας γιὰ τὸν παρατηρήσιμο κόσμον ποὺ μᾶς περιβάλλει.

### 3.5 Ἀναφορὲς σὲ Χαρακτηριστικὰ Παράδοξα τῆς Νέας Φυσικῆς

Ἡ κβαντομηχανικὴ περιγραφή τοῦ φυσικοῦ κόσμου στὶς πολὺ μικρὲς κλίμακες τῆς λειτουργίας του εἶναι ἐξόχως ἐπιτυχής, ἀλλὰ περιέχει πολλὰ παράδοξα. Φαίνεται νὰ ὑποδηλώνει μιὰ φυσικὴ «πραγματικότητα», ἣ ὁποία εἶναι ἰδιαίτερα δύσκολα κατανοητὴ, καὶ ἣ ὁποία σὲ ὀρισμένες περιπτώσεις εἶναι σαφῶς μὴ-ἐκανοποιητικὴ ξεπερνώντας καὶ τὰ ὅρια τοῦ ἐφικτοῦ.

Μιὰ κατηγορία παραδόξων κβαντικῶν περιγραφῶν τοῦ φυσικοῦ κόσμου περιλαμβάνει φαινόμενα ποὺ ὑποστηρίζονται ἀπὸ τὴν παρατήρηση καὶ τὸ πείραμα, ἢ τουλάχιστον ποὺ δημιουργοῦν βάσιμες προσδοκίες γιὰ τὴν δυνατότητα φυσικῆς ὑπόστασης. Ἀνάμεσα σὲ τέτοια παράδοξα περιλαμβάνονται φαινόμενα τοῦ τύπου EPR, στὸ ὁποῖο ἀναφερόμαστε πιὸ κάτω.

Μιὰ ἄλλη κατηγορία παραδόξων [14] εἶναι τὰ ἐντελῶς ἀπίθανα καὶ μέχρι ἀνοησίας ἀνέφικτα, τὰ ὁποῖα ἀντιφάσκουν μὲ τὶς ἐμπειρικὲς δυνατότητες τῆς «πραγματικότητας» ποὺ γνωρίζουμε. Σὲ αὐτὰ περιλαμβάνονται τὸ παράδοξο τῆς γάτας τοῦ Schroedinger, ἣ ὁποία συμφώνως πρὸς τὴν κβαντικὴ θεωρία μπορεῖ νὰ συνυπάρχει σὲ δύο ἐντελῶς ἀλληλοαναιρούμενες καταστάσεις, μιὰ κατάσταση ζωῆς καὶ μιὰ κατάσταση θανάτου.

Μολοντί ἡ παραδοξότητα ὀρισμένων περιγραφῶν μπορεῖ νὰ ὀφείλεται στὶς περιορισμένες ἀντιλήψεις μας γιὰ τὴν «πραγματικότητα» τῶν φαινομένων τοῦ φυσικοῦ κόσμου, ἄλλα παράδοξα ὑποδηλώνουν τὶς ἀτέλειες τῆς κβαντικῆς θεωρίας καὶ τὴν ἀδυναμία της νὰ περιγράψει πλήρως ὅλα τὰ φαινόμενα τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Ἄν δεχτοῦμε ὅτι ὁ κβαντομηχανικὸς φορμαλισμός, ὅπως εἶναι σήμερα, εἶναι σωστός, ὁδηγούμεστε λογικὰ στὴν ὄντως παράξενη πραγματικότητα «πολλῶν κόσμων», ὅπως θὰ τὴν περιγράψουμε συνοπτικὰ πιὸ κάτω. Συμφώνως μὲ τὴν ἄποψη τῶν πολλῶν-κόσμων, ἣ γάτα τοῦ Schroedinger βρίσκεται μὲ τὴν ἐκτέλεση τοῦ πειράματος νὰ κατοικεῖ σὲ δύο διαφορετικοὺς «παράλληλους καὶ ἀπαράλλακτους» κόσμους, ποὺ ὁ ἓνας ὅμως περιέχει τὴν γάτα ζωντανή καὶ ὁ ἄλλος νεκρή.

Θὰ ἀπαιτοῦσε ὑπερφίαλη φιλοδοξία νὰ ἐπιχειρήσουμε νὰ δώσουμε μιὰ πλήρη παρουσίαση τῆς κβαντικῆς θεωρίας στὶς σελίδες αὐτές. Θὰ περιοριστοῦμε σὲ μιὰ σχετικὰ συνοπτικὴ περιγραφή, ἐλπίζουμε παρακινητικὰ ἀτελῇ, μόνο τῶν οὐσιωδῶν χαρακτηριστικῶν, μὲ σκοπὸ νὰ συσχετίσουμε τὴν περιγραφή τοῦ φυσικοῦ κό-

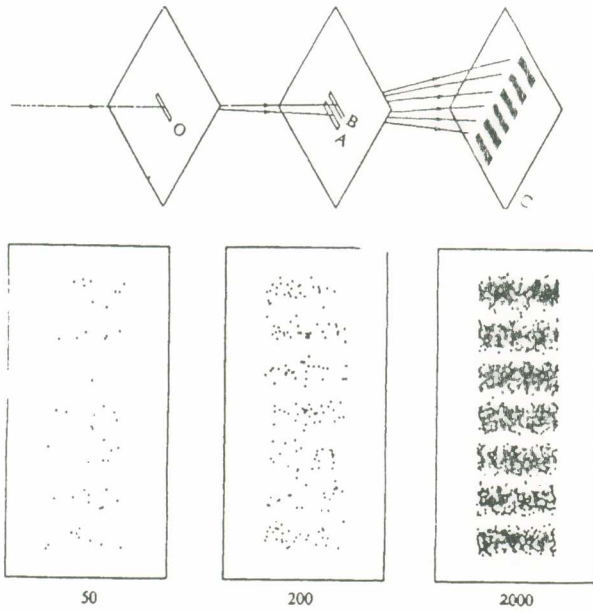
σμου με τις έννοιες του «σχήματος» και της «πληροφορίας», και με τα φαινόμενα του συνειδησιακού νοῦ.

Για να εκθέσουμε πιο παραστατικά τις παράδοξες περιγραφές συνυπαρχόντων φαντασμάτων της κβαντικής φυσικής, δηλαδή την συνύπαρξη άμοιβαίως εξαιρουμένων φυσικών καταστάσεων, θα παραθέσουμε συνοπτικά μερικά πειράματα, στα όποια είχαμε αναφερθεί και σε προηγούμενες διαλέξεις [2-4]. Είχαμε περιγράψει τότε το φαινόμενο των δύο σχισμών, της γάτας του Schroedinger, και το πείραμα της καθυστερημένης επιλογής, περιπτώσεις στις οποίες ύβριδικές «πραγματικότητες» συνυπάρχουν σε έναν λεπτότατο συνδυασμό διαφορετικών κόσμων που μπορούν να αλληλεξαρτώνται. Στις περιπτώσεις αυτές εκδηλώνεται ο περίεργος δυϊσμός κύματος-σωματιδίου και δημιουργούνται με την παρατήρηση οι περίφημες εικόνες συμβολής των δύο σχισμών, προκαλούνται οι παράξενες συνέπειες του διάσημου παραδόξου της γάτας του Schroedinger, και προσδιορίζεται εκ των υστέρων ή διαδρομή φωτονίων στο πείραμα της καθυστερημένης επιλογής.

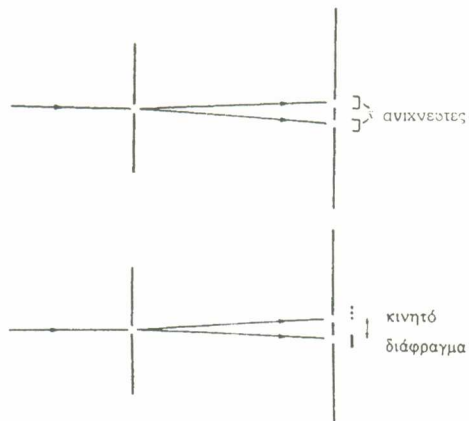
Αυτές οι παράδοξες, άκόμα και παράλογες, περιπτώσεις, συγκαταλέγονται μεταξύ εκείνων που δημιουργούνται, όταν επιχειρούμε να επεκτείνουμε (τυφλά) στον μικρόκοσμο της έμπειρίας μας τις αρχές και τα συμπεράσματα της κβαντικής μηχανικής. Προκαλούμε τότε την κατάρρευση της κβαντικής συνεκτικότητας, την διάλυση της συνυπάρξεως των φαντασμάτων της κβαντικής περιγραφής του μικρόκοσμου, και δημιουργούμε, δηλ. κατασκευάζουμε, με την παρατήρηση μια συγκεκριμένη «πραγματικότητα», ή οποία προκύπτει και εξαρτάται από την παρεμβολή της συνειδήσεως του παρατηρητή, όσο και από την στρατηγική και τα μέσα της παρατηρήσεως με τα όποια διαπιστώνεται ή προκύπτουσα συγκεκριμένη «πραγματικότητα».

Στο πείραμα των δύο σχισμών (είκόνα 1), οι κροσσοί συμβολής γίνονται ευδιάκριτοι μόνο όταν περάσουν πολλά φωτόνια, (ή, στην περίπτωση υλικών σωματιδίων, πολλά ήλεκτρόνια που διασκορπίζονται σε κρυσταλλικό πλέγμα νικελίου), έστω και αν αυτά περνούν άραια στον χρόνο το ένα μετά το άλλο. Πειραματικά διαπιστώνεται ότι τα φαινόμενα συμβολής και ή δημιουργία των κροσσών συμβολής μετά την διέλευση των σχισμών δεν όφείλεται σε έμμεση αλληλοεπίδραση των διερχομένων σωματιδίων, αφού μπορεί να εκπέμπονται τόσο άραιά ώστε να διέρχονται ανά ένα κάθε φορά από τις σχισμές. Μήπως κάθε σωματίδιο διέρχεται τις σχισμές ως δύο φαντάσματα που συνυπάρχουν και που διέρχονται και από τις δύο σχισμές και που συνδυάζονται, όπως γίνεται στην περίπτωση συμβολής καθαρών ήλεκτρομαγνητικών κυμάτων; Ή μήπως τα σωματίδια είναι πλήρως συσχετισμένα και έμπεριέχουν κάποιον περίεργο τρόπο «άκαριαίας συνεννόσεως» που τους έπιτρέπει να συνδυάζονται ανάλογα με τις συνθήκες της παρατηρήσεως; Όπως θα δοῦμε, ή δράση ενός τέτοιου





(α)



(β)

Εικόνα 1

«κβαντικοῦ δυναμικοῦ», ποῦ ἐπιτρέπει συνδυασμένη συμπεριφορὰ μὲ ἀκαριαῖο ἀλληλο-  
 συσχετισμὸ ἐξ ἀποστάσεως, ἔχει ἤδη προταθεῖ, ἀλλὰ δὲν ἔχει ἀποδειχθεῖ ἡ ὑπαρξή του.

Τὸ σημαντικό στοιχεῖο συμπεριφορᾶς εἶναι ὅτι τὸ φαινόμενο συμβολῆς ἐλέγ-  
 χεται ἀπὸ τὰ ὄργανα καὶ τίς συνθήκες τῆς παρατηρήσεως. Ἄν χρησιμοποιήσουμε  
 ἀνιχνευτὲς σωματιδίων, διαπιστώνουμε ὅτι τὸ σωματίδιο διέρχεται πάντα ἀπὸ τὴν  
 μία ἐκ δύο σχισμῶν χωρὶς νὰ διασπᾶται. Ἐτσι, ἡ ὑπόθεση τῶν δύο συνυπαρχόντων  
 φαντασμάτων σὲ κάθε σωματίδιο, καταρρέει. Ἄν, πάλι, κατὰ τὴν παρατήρηση,  
 χρησιμοποιήσουμε διάφραγμα ὥστε νὰ ἐπιτρέψουμε τὴν διέλευση μόνο ἀπὸ τὴν μία  
 σχισμὴ, τότε ἐξαφανίζονται οἱ κροσσοὶ συμβολῆς! Οἱ διαπιστώσεις αὐτὲς δείχνουν  
 πὼς ἡ ἐκδήλωση κυματικῆς ἢ σωματιδιακῆς συμπεριφορᾶς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰ μέσα  
 καὶ τίς διαδικασίες τῆς παρατηρήσεως, καὶ ἴσως καὶ ἀπὸ αὐτὴν τὴν παρεμβολὴ  
 τοῦ συνειδησιακοῦ παρατηρητῆ.

Στὴν περίπτωση τοῦ πειράματος τῆς καθυστερημένης ἐπιλογῆς [2 (σελ. 393-  
 398, εἰκ. 1)] ὅπου μιὰ δέσμη φωτονίων διασπᾶται μὲ ἡμιεπαγυρωμένο καθρέφτη  
 καὶ ἀκολουθεῖ δύο δρόμους ποῦ ἀργότερα συγκλίνουν στὸ σημεῖο τῆς παρατηρή-  
 σεως, ἡ ἐπιλογὴ τῆς συσκευῆς παρατηρήσεως, τὴν στιγμή τῆς παρατηρήσεως, προσ-  
 διορίζει τὴν σωματιδιακὴ ἢ τὴν κυματικὴ συμπεριφορὰ, ἡ ὁποία μὲ τὴν σειρά της  
 καθορίζει ἀναδρομικῶς τὴν διαδρομὴ τοῦ φωτονίου καὶ ἀπὸ τοὺς δύο δρόμους ἢ μόνο  
 ἀπὸ τὸν ἓνα, μετὰ τὴν ἱστορικὴ «πραγμάτωση» τῆς διαδρομῆς, ἐνδεχομένως πολλὰ  
 χρόνια μετὰ. Ἡ «πραγματικότητα» τοῦ παρελθόντος διαμορφώνεται τώρα, μὲ τὴν  
 παρατήρηση τοῦ παρόντος, μὲ τὴν ἐπιλογὴ τῆς πειραματικῆς διατάξεως καὶ τὴν  
 παρεμβολὴ τοῦ παρατηρητῆ. Μὲ θεωρητικοποίηση, ὅπως εἴπαμε καὶ ἄλλοτε, συμ-  
 πληρώνουμε τοὺς χώρους καὶ τοὺς χρόνους μεταξὺ τῶν παρατηρήσεων μὲ ὑποθέ-  
 σεις, μύθους, ποίηση, θρησκεία καὶ τέχνη.

Ἐνα πολὺ γνωστὸ παράδειγμα τυφλῆς καὶ ὀλέθριας ἐπεκτάσεως τῆς ἐφαρμο-  
 γῆς τῆς κβαντικῆς ἀπὸ τὸν μικρόκοσμο στὸν μακρόκοσμο εἶναι καὶ ἡ περίπτωση  
 τῆς «γάτας τοῦ Schroedinger». Μέσα σὲ ἓνα κλειστὸ θάλαμο, μιὰ γάτα συνυπάρχει  
 μὲ ἓνα φιαλίδιο μὲ ὕδροκυάνιο καὶ μὲ μιὰ ποσότητα ραδιενεργοῦ ὕλικου. Στὸν ἐπό-  
 μενο χρόνον τ, λόγῳ τῆς φυσικῆς συμπεριφορᾶς τοῦ ραδιενεργοῦ ὕλικου, τουλάχισ-  
 στο ἓνας πυρήνας του θὰ ἀποσυντεθεῖ μὲ πιθανότητα 50%, προξενώντας μέσω κατὰλ-  
 ληλου μηχανισμοῦ τὸ σπᾶσιμο τοῦ φιαλιδίου καὶ τὸν θάνατο τῆς γάτας.

Οἱ λύσεις τῆς ἐξισώσεως τοῦ Schroedinger, περιγράφουν τὸ μικρο-μακροσκο-  
 πικὸ φυσικὸ σύστημα (γάτα+ πυρήνας) μὲ τὴν καθαρὴ κυματοσυνάρτηση συνυπάρ-  
 ξεως, κατὰ τὴν ὁποία ἡ γάτα εἶναι 50 % ζωντανὴ καὶ 50 % νεκρή!

$$\Psi_{\text{συστ}}(t) = \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \Psi(\text{ζωντ. γάτα}) \Psi(\text{σταθ. πυρ}) + \right. \\ \left. i \frac{1}{\sqrt{2}} \Psi(\text{νεκρ. γάτα}) \Psi(\text{αποσ. πυρ}) \right), \quad \text{για } t \geq t$$



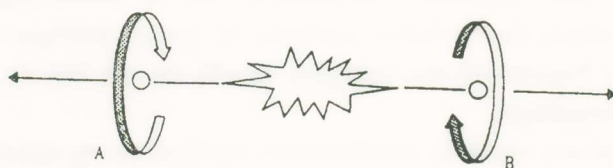
Βλέπουμε ότι, στην περίπτωση του παραδείγματος αυτού, μιὰ διαδικασία τοῦ μικρόκοσμου (ἡ πυρηνικὴ ἀποσύνθεση), ποὺ περιγράφεται τέλεια ἀπὸ τὴν κβαντικὴ μηχανικὴ ὁδηγεῖ τὸ μακροσκοπικὸ συμπέρασμα σὲ λογικὴ καταστροφή, ἂν ἐπιμείνουμε νὰ περιγράψουμε τὸ μικρο-μακρο-σύστημα μὲ τὶς ἐξισώσεις τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς. Γνωρίζουμε ὅτι ὅταν ἓνας συνειδητὸς παρατηρητὴς ἀνοίξει τὴν πόρτα τοῦ θαλάμου γιὰ νὰ διαπιστώσει τὴν κατάσταση τῆς γάτας, — «ζωντανή ἢ νεκρή» — ἡ κυματοσυνάρτηση Ψ συστ. ὑφίσταται «κατάρρευση», καὶ μὲ κάποιο μηχανισμό, ὁ ὁποῖος παραμένει ἀκόμη ἀμφιλεγόμενο μυστήριον, τὸ φυσικὸ σύστημα «διαλέγει» τὴν μία ἀπὸ τὶς δύο δυνατότητες ποὺ ὑπάρχουν, δηλαδὴ τὴν μία ἀπὸ τὶς λύσεις τῆς ἐξισώσεως τοῦ Schroedinger.

Τέτοιο καὶ παρόμοια παράδοξα καταδεικνύουν τὶς ἐλλείψεις τῆς κβαντικῆς φυσικῆς, οἱ ὁποῖες ὑφίστανται παρὰ τὶς τεράστιες ἐπιτυχίες της. Καταδεικνύουν ὅτι ἡ κβαντικὴ φυσικὴ εἶναι ἀκόμη ἀτελής, καὶ ὅτι ὑπάρχει ἓνα σημαντικὸ χάσμα στὶς θεωρίες τῆς φυσικῆς καὶ τῶν μαθηματικῶν, ἰδιαίτερα στὸ σημεῖο ποὺ συναντιέται ἡ κλασικὴ μὲ τὴν κβαντικὴ φυσικὴ, ποὺ μᾶς ἐμποδίζει νὰ κατανοήσουμε τὶς λειτουργίες καὶ τὴν ἐξέλιξη τοῦ φυσικοῦ κόσμου, καὶ τὴν σχέση του μὲ τὴν συνειδηση.

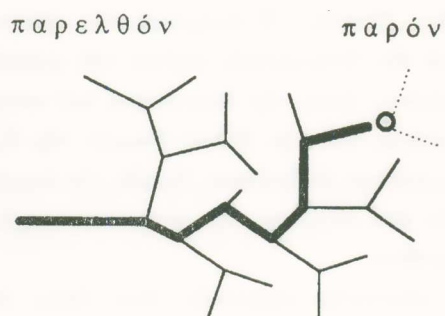
Θὰ κλείσουμε αὐτὴν τὴν μικρὴ ἀναφορὰ στὰ παράδοξα τῆς νέας φυσικῆς μὲ ἓνα τελευταῖο παράδειγμα, τὸ ὁποῖο δείχνει τὴν ἀνεπάρκεια τῆς κβαντικῆς φυσικῆς ὅπως τὴν γνωρίζουμε σήμερα. Ἀφορᾷ τὴν περίπτωση τοῦ διάσημου παράδοξου EPR (Einstein - Podolsky - Rosen). Ἡ ἐφαρμογὴ τῆς κβαντικῆς φυσικῆς στὸ παράδειγμα αὐτὸ ὁδηγεῖ σὲ δύο διαφορετικὲς εἰκόνες τῆς φυσικῆς πραγματικότη-  
τας [6]. Ἐπὶ πλεόν ὑποδηλώνει, ἴσως, τὴν δυνατότητα τοῦ «παγκόσμιου συγχρο-  
νισμοῦ», κάτι ποὺ ἀπαγορεύεται ἀπὸ τὴν Εἰδικὴ Θεωρίαν τῆς Σχετικότητος, γιατί  
προϋποθέτει τὴν ἀκαριαία μετάδοση ἐπιδράσεων, δηλαδὴ τὴν ὑπαρξὴ κάποιου περιερ-  
γου «κβαντικοῦ δυναμικοῦ» ποὺ ἐπιτρέπει τὴν στιγμιαία συσχέτιση τῆς συμπερι-  
φορᾶς τῶν φυσικῶν σωματιδίων.

Οἱ διατυπώσεις τῆς κβαντικῆς μηχανικῆς, ἔτσι ὅπως ἐφαρμόζονται στὸ πείραμα Einstein - Podolsky - Rosen, ὑποδηλώνουν μιὰ ἀνεξήγητὴ φυσικὴ δια-  
σύνδεση ἐνὸς ζεύγους φωτονίων, τὰ ὁποῖα δημιουργοῦνται μὲ ἓνα πείραμα διασπά-  
σεως πυρήνων, καὶ διαδίδονται σὲ ἀντίθετες κατευθύνσεις, ὅπως φαίνεται στὴν εἰκόνα  
2. Τὰ δύο φωτόνια ἀποτελοῦν ἓνα φυσικὸ σύστημα στὸ ὁποῖο συνυπάρχουν δύο δυνα-  
τοὶ συνδυασμοὶ καταστάσεων τῶν φωτονίων, ὅπως π.χ. οἱ συνδυασμοὶ «δεξιὰ/ἀρι-  
στερὴ ἢ ἀριστερὴ/δεξιὰ ἐλικότητα», ἡ ὅπως δύο διαφορετικοὶ συνδυασμοὶ γωνιῶν  
πολώσεως, οἱ ὁποῖοι ἐκφράζονται μὲ τὴν καθαρὴ κυματοσυνάρτηση Ψ' (συστ),

$$\Psi(\text{συστ}) = c_1 \gamma_1 + \gamma_2 - + c_2 \gamma_1 - \gamma_2 +$$



Εικόνα 2



παράλληλες «πραγματικότητες»

Εικόνα 3



Συμφώνως πρὸς τὴν κβαντική θεωρία, ἡ ὅποια ἐπιλογή ἀπὸ τὶς δύο συγκεκριμένες καταστάσεις δὲν μπορεῖ νὰ «υπάρχει» μέχρι νὰ γίνῃ ἡ παρατήρηση/μέτρηση. Ἡ ἐρώτηση «ποία εἶναι ἡ ἐλαστικότητα τοῦ φωτονίου Α;» εἶναι κενὴ νοήματος πρὶν ἀπὸ τὴν παρατήρηση.

Τὰ φωτόνια τοῦ πειράματος αὐτοῦ, ἂν καὶ πολὺ ἀπομακρυσμένα στὸν χῶρο, ἐπιδεικνύουν μὲ τὴν παρατήρηση μία ἀνεξήγητη ἀκαριαία διασύνδεση, ἔτσι ὥστε ἂν ἡ παρατήρηση γίνῃ στὸ ἓνα φωτόνιο καὶ ἀποκαλυφτεῖ ἡ φυσικὴ του κατάσταση, σὲ χρόνον μηδὲν καθορίζεται καὶ ἡ σωστὴ κατάσταση τοῦ ἄλλου φωτονίου, τὸ ὁποῖο μπορεῖ νὰ ἀπέχει ἔτη φωτὸς ἀπὸ τὸ πρῶτο. Τὸ κάθε ἓνα ἀπὸ τὰ δύο φωτόνια ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο φαντάσματα ποὺ περιστρέφονται τὸ ἓνα δεξιόστροφα καὶ τὸ ἄλλο ἀριστερόστροφα. Τὴν στιγμὴ τῆς παρατηρήσεως, μόνο ἓνα ἀπὸ τὰ δύο φαντάσματα θὰ γίνῃ «πραγματικότητα» στὸ παρατηρούμενο φωτόνιο. Ἀκαριαῖα τότε γίνεταί «πραγματικότητα» καὶ τὸ σωστὸ ἀντίστοιχο ἀπὸ τὰ δύο φαντάσματα τοῦ ἄλλου φωτονίου. Ἐπὶ πλέον, νὰ σημειωθεῖ ὅτι ἡ σειρά τῆς χρονικῆς διαδοχῆς τῶν παρατηρήσεων, δηλαδὴ τοῦ φωτονίου Α μὲ τὴν ὁποία καθορίζεται ἀκαριαῖα καὶ ἡ κβαντικὴ κατάσταση τοῦ ἀπομακρυσμένου φωτονίου Β, ἡ ἀντιστροφή, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν σχετικὴ ταχύτητα τοῦ παρατηρητῆ ὡς τὸ παρατηρούμενο σύστημα! Στὴν περίπτωση αὐτῇ, ἡ σύγκρουση τῶν ἐρμηνειῶν τῆς κβαντικῆς φυσικῆς καὶ τῆς εἰδικῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος εἶναι προφανής. Ἡ δυνατότητα στιγμιαίας ἀλληλοεπιδράσεως ἐξ ἀποστάσεως καὶ ἡ δυνατότητα νὰ παίρνομε δύο διαφορετικὲς εἰκόνες τῆς φυσικῆς «πραγματικότητος» θὰ σήμαινε ἐπανάσταση στὶς πλέον θεμελιώδεις ἀντιλήψεις ποὺ ἔχουμε γιὰ τὴν «πραγματικότητα», ἀφοῦ παραβιάζεται τὸ ἀπόλυτο τῆς μέγιστης τιμῆς τῆς ταχύτητας τοῦ φωτός. Ἡ τεχνολογικὴ πρόοδος ἐπέτρεψε τὴν πειραματικὴ ἐπιβεβαίωση τοῦ φαινομένου τῆς ἀκαριαίας διασυνδετικότητος τῶν δύο φωτονίων - EPR μὲ τὸ γνωστὸ πείραμα Aspect, τὸ πείραμα τῶν Alain Aspect, Jean Dalibard καὶ Gerard Roger τοῦ Ἰνστιτούτου Ὀπτικῆς τοῦ Πανεπιστημίου τῶν Παρισίων, τὸ 1982 [6, 10].

Ἡ διασυνδετικότητά μεταξὺ κβαντικῶν σωματιδίων ἴσως ἀπαιτεῖ μία νέα ἀποψη τῆς «πραγματικότητος». Ὁ David Bohm ἀπέδωσε τὸ φαινόμενο στὴν ιδιότητα τῆς «μὴ τοπικότητος» (non-locality), μία ὑποθετικὴ συνθήκη ποὺ βασίζεται στὴν ὑπόθεση ὅτι ὁ διαχωρισμὸς τῶν σωματιδίων στὸν χῶρο τῶν παρατηρήσεων εἶναι μία αὐταπάτη! Κατὰ τὴν ἀποψη αὐτὴν, τὰ σωματίδια ποὺ παρατηροῦμε ἐπιδεικνύουν διασυνδετικότητα ὅχι γιατί στέλνουν σήματα μεταξὺ των, ἀλλὰ γιατί εἶναι ὅλα θεωρήσεις μίας θεμελιώδους κοσμικῆς ἐνότητος.

Προσέφερε την ακόλουθη αναλογία:

Φανταστήτε ένα ένυδρεϊο που περιέχει ένα ψάρι. Φανταστήτε επίσης ότι είστε από έναν πολιτισμό που δεν έχει ποτέ δεϊ ένυδρεϊα ή ψάρια, και όλη ή γνώση σας προέρχεται από την παρατήρηση τῶν εικόνων που σᾶς μεταφέρει στὸν κόσμο τῆς «πραγματικότητάς» σας κάποια ἄγνωστη διαδικασία, τὴν ὁποία ἐδῶ θὰ παραστήσουμε μὲ δύο κάμερες τηλεοράσεως, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μία σηματοθεύει τὸ μέτωπο τοῦ ένυδρείου καὶ ἡ ἄλλη τὴν πλευρά του. Καθὼς ὁ παρατηρητῆς ἀτενίζει τὶς δύο χωριστὲς εἰκόνες τοῦ ψαριοῦ που μεταφέρουν οἱ κάμερες τηλεοράσεως, μὴ ἔχοντας γνώση τοῦ στημένου σκηνικοῦ, ἐνδέχεται νὰ ὑποθέσει λανθασμένα ὅτι παρατηρεῖ δύο διαφορετικὰ ἀλλὰ συσχετισμένα ἀντικείμενα! Ὅταν τὸ ἕνα ἀντικείμενο κινεῖται, ἀμέσως τὸ ἄλλο κάνει μία διαφορετικὴ ἀλλὰ συσχετισμένη κίνηση, ὥσάν τὰ δύο ἀντικείμενα νὰ «ἐπικοινωνοῦν» ἀκαριαῖα! Στὸ ἐπίπεδο, ὅμως, τοῦ ένυδρείου, τὰ δύο ψάρια εἶναι ἕνα καὶ τὸ αὐτό, καὶ ὁ φαινομενικὸς διαχωρισμὸς στὸν χῶρο τοῦ παρατηρητῆ εἶναι μία ψευδαίσθηση.

Ἀπὸ τὴν ἀποψη αὐτὴν, ὁ διαχωρισμὸς τῶν ἀντικειμένων τοῦ σύμπαντος που προκύπτει ἀπὸ τὴν παρατήρηση, σὲ ὕλικά σωματίδια καὶ ἀκτινοβολίες, εἶναι μόνον μία ἀφαίρεση ἑνὸς σύμπαντος που ὑπάρχει «κάπου ἐκεῖ», στὸ «ἐπέκεινα τοῦ ένυδρείου», ἔξω ἀπὸ τὸν χῶρο καὶ τὸν χρόνο καὶ τὴν «πραγματικότητα» τῶν παρατηρήσεών» μας, ὡς ἕνα ἀδιαίρετο σύνολο, χωρὶς ραφές. Ἡ περιγραφή τῆς «πραγματικότητας» που προέρχεται ἀπὸ τὴν παρατήρηση μᾶς ἐμποδίζει νὰ γνωρίσουμε τὴν πραγματικότητα.

Παρὰ τὶς μεγάλες κατακτήσεις τῆς κβαντικῆς θεωρίας, εἶναι γνωστὲς σὲ ὅλους μας οἱ δυσκολίες στὴν καθιέρωση σαφοῦς ἀντιστοιχίας μεταξὺ τῆς φυσικῆς «πραγματικότητας», ὅπως τὴν παρατηροῦμε καὶ τὴν ἀντιλαμβανόμαστε μὲ τὶς ἐμπειρίες μας, καὶ τοῦ φορμαλισμοῦ τῆς κβαντικῆς συμπεριφορᾶς ὕλης καὶ πεδίων, τοῦ ὁποίου οἱ ὑποδείξεις καὶ τὰ ἀποτελέσματα ἔχουν θριαμβευτικὰ ἐπαληθευτεῖ μέχρι τώρα. Δὲν ἔχομε ἀκόμα ἀνακαλύψει σαφῆ τρόπο νὰ ἐρμηνεύσουμε γιατί ἡ κυματοσυνάρτηση τοῦ Schroedinger τῶν συνυπαρχόντων πολλαπλῶν «φαντασμάτων» καταρρέει, καὶ τί εἶναι αὐτὸ που προξενεῖ καὶ καθορίζει ποία ἀπὸ τὶς διαφορετικὲς ἐναλλακτικὲς δυνατότητες θὰ ἀποτελέσει τὴν ἔκβαση μιᾶς παρατηρήσεως.

Οἱ παράξενες εἰκόνες τῆς φυσικῆς «πραγματικότητας», τὶς ὁποῖες παρέχει ἡ κβαντικὴ φυσικὴ, συμπεριλαμβανομένης καὶ τῆς ἀκαριαίας μὴ-τοπικῆς δράσεως τοῦ ὑποτιθέμενου κβαντικοῦ δυναμικοῦ, που ἀντιφάσκει μὲ τὸ πνεῦμα τῆς εἰδικῆς σχετικότητας καὶ ξεσκεπάζει τὶς ἀνεπάρκειες καὶ τῶν δύο θεωριῶν τῆς νέας φυσι-



κῆς, ἀφοροῦν ἀναζητήσεις ἐνὸς ἀναδυόμενου «ἐπιστημονικοῦ μυστικισμοῦ», ποὺ θὰ μποροῦσε νὰ ἀποτελέσει θέμα γιὰ μιὰ ἄλλη διάλεξη.

### 3.6 Ἑρμηνεῖς τῆς Κυματοκατάρρευσης

Ἀπὸ τίς διάφορες ἐρμηνεῖς ποὺ κυκλοφοροῦν γιὰ τὴν ἐπίλυση τοῦ προβλήματος τῆς κατάρρευσης τῆς κυματοσυναρτήσεως, οἱ ἀκόλουθες εἶναι οἱ ἐπικρατέστερες.

Σύμφωνα μὲ τὴν ἄποψη τῆς «Ἑρμηνείας Κοπενχάγκεν» (Copenhagen Interpretation), ἡ κυματοκατάρρευση καὶ ἐπιλογή μιᾶς συγκεκριμένης ἐκβάσεως τῆς παρατηρήσεως ἀποδίδεται στὴν ἀλληλεπίδραση μεταξὺ τοῦ κβαντικοῦ φυσικοῦ συστήματος καὶ τῶν κλασικῶν μακροσκευῶν ποὺ χρησιμοποιοῦνται στὴν παρατήρηση. Αὕτῃ ἡ ἄποψη ἀπορρέει ἀπὸ τὴν πεποίθηση ὅτι, γιὰ κάποιον ἄγνωστο μέχρι σήμερα λόγο, ἡ συμπεριφορὰ στὶς κλασικὲς κλίμακες τῶν παρατηρήσεων δὲν ἐπιτρέπει τίς γραμμικὲς ἐπαλληλίες ποὺ χαρακτηρίζουν τὴν ἐξίσωση Schroedinger. Μὲ τὴν προσφυγὴ στὴν αὐθαίρετὴ αὕτῃ «κλασικὴ ιδιότητα», ἡ Ἑρμηνεία Κόπενχάγκεν ἀποτυγχάνει νὰ δώσει σαφῆ αἰτιολογία, κριτήρια καὶ συνταγὴ ποὺ νὰ καθορίζει τίς αἰτίες καὶ τοὺς μηχανισμοὺς τῆς μεταπτώσεως ἀπὸ τὴν κβαντικὴ στὴν κλασικὴ συμπεριφορά. Εἶναι ἐνδιαφέρον νὰ σημειώσουμε ὅτι τὰ ὅρια τῆς μεταπτώσεως τῆς συμπεριφορᾶς ἀπὸ κβαντικὴ σὲ κλασικὴ βρίσκονται στὶς κλίμακες τῆς Μοριακῆς Βιολογίας, ὅπου ἐμφανίζεται τὸ φαινόμενο τῆς ζωῆς.

Μία ἄλλη ἐρμηνεία, ἡ «Ἑρμηνεία τῶν Πολλῶν Κόσμων» (Many Worlds Interpretation) ἀποφεύγει τὸ πρόβλημα μὲ τὸ νὰ θεωρήσει ὅτι δὲν γίνεται κατάρρευση τῆς κυματοσυναρτήσεως, καὶ ὅτι ἡ παρεμβολὴ τοῦ παρατηρητῆ κατὰ τὴν παρατήρηση δημιουργεῖ τὴν δυνατότητα «πολυπραγματικότητας», δηλαδὴ μιᾶς συνεχῶς διχοτομούμενης «πραγματικότητας», τῆς ὁποίας τὴν πορεία πάνω στὶς ἄπειρες διχλωτὲς ἀτραποὺς ἐξελιζέως τῆς «κοσμικῆς γραμμῆς» ἀποφασίζουμε ἐμεῖς μὲ τὴν παρατήρηση! Ζοῦμε στὸν κόσμον ποὺ παρατηροῦμε, ἐπειδὴ ἐμεῖς, ὡς παρατηρητές, τὸν διαμορφώνουμε καὶ τὸν καθορίζουμε μὲ τίς ἐπιλογές μας καὶ τὴν παρατήρηση, ἀνάμεσα σὲ ἀμέτρητους ἄλλους κόσμους, ὅπως διαγράφεται στὴν εἰκόνα 3. Αὕτῃ ἡ ἐρμηνεία τοῦ σύμπαντος, ἐπίσης γνωστὴ ὡς «Everett - Wheeler interpretation», εἶναι περισσότερο συγγενικὴ μὲ τὴν ἐπιστημονικὴ φαντασία καὶ ριζικὰ ἀντίθετη μὲ τὴν κοινὴ διαίσθηση ποὺ ἀπορρέει ἀπὸ τίς ἐμπειρίες μας, ἐφόσον διατείνεται ὅτι «υἰάρχουμε» σὲ ἓνα Σύμπαν τὸ ὁποῖο διακλαδώνεται συνεχῶς σὲ τεράστιο ἀριθμὸ παραλλήλων «πραγματικότητων», μὲ συνυπάρχουσες ὅλες τίς δυνατὲς ἐκβάσεις. Ἡ ἄποψη Everett - Wheeler τοῦ συνεχῶς διακλαδιζόμενου σύμπαντος δέχεται

ὅτι ἡ ἀνάδυση τῶν μορφῶν καὶ ἡ ἐξελικτικὴ πορεία τοῦ κόσμου δὲν εἶναι αἰτιοκρατικὰ προκαθορισμένη, ἀλλὰ ὅτι ἀκολουθεῖ μία κοσμικὴ πορεία ποὺ ἀναπτύσσεται μὲ τὴν παρεμβολὴ τῆς παρατηρήσεως καὶ τῆς ἀνθρώπινης συνειδήσεως. Οἱ σχέσεις τῆς ἀνθρώπινης συνειδήσεως μὲ τὰ φυσικὰ φαινόμενα ἀποτελεῖ τὰ τελευταῖα χρόνια ἀντικείμενο μελετῶν ἀπὸ αὐξανόμενο ἀριθμὸ ἐπιφανῶν ἐπιστημόνων.

Ὁ John von Neumann καὶ ὁ E. P. Wigner ἔκαναν ἓνα ἀκόμα βῆμα πρὸς τὴν ἐρμηνεία τῆς καταρρεύσεως τῆς κυματοσυναρτήσεως ἔξω ἀπὸ τὸν χῶρο τοῦ φυσικοῦ σύμπαντος, καὶ εἰδικότερα στὴν παρουσία τῆς συνειδήσεως τοῦ παρατηρητῆ. Σύμφωνα μὲ αὐτὴν τὴν ἐρμηνεία, ἡ κυματοσυναρτήρηση καταρρεῖ ὅταν πέσει στὴν ἀντίληψη τοῦ συνειδητοῦ παρατηρητῆ, δηλαδὴ ὅταν τὸ σύστημα ἔλθει σὲ ἐπαφὴ μὲ τὴν συνείδηση τοῦ παρατηρητῆ-μετόχου. Ἡ ἄποψη αὕτη, ἐστιάζει τὴν προσοχὴ σὲ ἓνα «ἀνοικτὸ» πρόβλημα στὸ ὁποῖο ἐπικεντρώνεται ὅλο καὶ περισσότερο ἡ προσοχὴ ἐπιφανῶν θεωρητικῶν καὶ πειραματικῶν ἐπιστημόνων, τὴν δυνατὴ δηλαδὴ σχέση μετὰ τοῦ φυσικοῦ κόσμου καὶ τοῦ συνειδησιακοῦ νοῦ.

Ὅρισμένοι ἐπιφανεῖς ἐπιστήμονες, ὅπως ὁ Jack Sarffatti [7], διατείνονται ὅτι εἴμαστε ἀκόμα στὴν νηπιακὴ περίοδο τῆς κατανόσεως τῆς κβαντικῆς θεωρίας, καὶ ὅτι οἱ κβαντικὲς ἀρχὲς θὰ πρέπει νὰ συμπεριλάβουν τὴν ὑπαρξὴ καὶ δράση τῆς συνειδήσεως καὶ τοῦ νοῦ κατὰ ἓνα οὐσιώδη τρόπο πάνω στὶς γραμμὲς ποὺ ὑπέδειξαν ὁ Παρμενίδης, ὁ Bishop Berkeley, ὁ Jeans, ὁ Whitehead καὶ ἄλλοι.

Ἡ κβαντικὴ φυσικὴ ἀνοίγει τὸ κουτὶ τῆς Πανδώρας, ὅταν ὑποβάλλει τὴν ἰδέα ὅτι ὁ ἀνθρώπινος νοῦς σχετίζεται μὲ τὰ φαινόμενα τοῦ «ἀντικειμενικοῦ» κόσμου. Ἄν ἀποδειχτεῖ ὅτι ὁ νοῦς ἐπηρεάζει τὴν συμπεριφορὰ ἔστω καὶ ἐνὸς ὑλικοῦ σωματιδίου, ὁλόκληρη ἡ οἰκολογία τοῦ ὑλικοῦ σύμπαντος θὰ ἐπηρεαστεῖ. Οἱ ἐπιπτώσεις ἀπὸ τὴν βαθύτερη κατανόηση τῆς ἀρχῆς τοῦ Heisenberg ἔχουν μόλις ἀρχίσει νὰ γίνονται ἀντιληπτές. Ἀρχίζει νὰ διαφαίνεται ἡ σύγκλιση τῆς νέας φυσικῆς μὲ τὸν μυστικισμό, καὶ ἡ ἐπανάσταση στὴν σκέψη θὰ εἶναι ἀκόμα μεγαλύτερη ἀπὸ ἐκείνη ποὺ προξένησε ἡ μετατόπιση ἀπὸ τὸν Newton στὸν Einstein.

Οἱ ὑποθέσεις μας γιὰ τὸν φυσικὸ κόσμον χρειάζονται τροποποίηση. Κατευθυνόμεθα πρὸς μία μὴ-μηχανιστικὴ θεώρηση τῆς «πραγματικότητος». Ὁ κόσμος ἀναδύεται περισσότερο ὡς μία μεγάλη «σκέψη» παρὰ ὡς μία μεγάλη μηχανή. Καὶ ὁ νοῦς δὲν ἐμφανίζεται συμπτωματικὰ παρείσακτος στὸ βασιλεῖο τοῦ ὑλικοῦ κόσμου, ἀλλὰ μᾶλλον ὡς κατασκευαστὴς καὶ ρυθμιστὴς τῆς «πραγματικότητος» τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Στὶς θεμελιώδεις ἀλλαγὰς ποὺ μᾶς περιμένουν γιὰ τοὺς τρόπους σκέψης καὶ διανόησης, ἡ Ἐπιστῆμη τῆς Πληροφορίας θὰ παίξει κεντρικὸ ρόλο. Ἔχει νὰ πεῖ πολλὰ γιὰ τὴν ἐρμηνεία τῆς φυσικῆς «πραγματικότητος» καὶ τὴν σχέση της μὲ τὴν συνείδηση.



### 3.7 Μορφογένεση 'Ολιστικών 'Ιδιοτήτων

Ἡ πολύπλοκα δομημένη «πραγματικότητα» τοῦ φυσικοῦ κόσμου, ἡ ὁποία γίνεται ἀντιληπτὴ σὲ μᾶς μὲ τὴν παρατήρηση, ἐκδηλώνεται ὡς «σχῆμα» στὶς χωρο-χρονικὲς δομὲς καὶ στὶς λειτουργικὲς δυνατότητες τῶν φυσικῶν φαινομένων καὶ τῶν βιολογικῶν καὶ κοινωνικῶν ὀργανισμῶν. Οἱ «λειτουργικὲς δυνατότητες» κάποιου φυσικοῦ, βιολογικοῦ ἢ κοινωνικοῦ συστήματος ἀφοροῦν τὴν ικανότητά του γιὰ συγκροτημένη λειτουργία, ἡ ὁποία ἐκτιμᾶται μὲ κριτήρια κάποιας συγκεκριμένης ὠφελιμότητος, δηλαδὴ ἀφοροῦν τὴν ὑπαρξὴ «ὀργανώσεως» ποὺ συχνὰ ἀναφέρεται καὶ ὡς «ποιότητα πληροφορίας». Ἔτσι, σχήματα στὸν χῶρο καὶ τὸν χρόνον, ὅπως πολυδιάστατες εἰκόνες καὶ ἀκολουθίες συμβόλων, ἢ ὅπως σχήματα λειτουργικῆς ὀργάνωσης, ἐμφανίζονται σὰν συμβολικὲς ἐκδηλώσεις τῶν φυσικῶν φαινομένων καὶ τῶν διαδικασιῶν ποὺ τὰ ὑπογραμμίζουν, καὶ ἡ παρατήρησή τους ἀποτελεῖ τὴν ἐπαφή μας μὲ τὴν πραγματικότητα.

Τὰ χωροχρονικὰ καὶ λειτουργικὰ σχήματα τὰ ὁποῖα ἀντιλαμβανόμαστε μέσα ἀπὸ παρατηρήσεις, φυσικὰ αὐτόνομα φαινόμενα ἢ σχεδιασμένα ἀπὸ τὸν ἄνθρωπο, γεννιόνται μὲ διαδικασίες ποὺ βασίζονται σὲ δύο διαφορετικὲς ἀρχὲς τῆς Φυσικῆς. Ἡ μία ἀρχὴ ἀφορᾷ διαδικασίες ποὺ ὑπακούουν σὲ φυσικὲς «δυνάμεις συντηρήσεως» καταστάσεων εὐσταθοῦς ἰσορροπίας ἐλάχιστης ἐνέργειας. Οἱ νόμοι καὶ οἱ ἐκάστοτε ὀριακὲς συνθήκες δημιουργοῦν καὶ συντηροῦν σχήματα, προϊόντα τύχης καὶ νόμου, ποὺ διατηροῦν πολὺ κοντὰ σὲ εὐσταθεῖς καταστάσεις θερμοδυναμικῆς ἰσορροπίας, ὅπως συμβαίνει στὶς περιπτώσεις τῶν συμμετρικῶν κρυσταλλικῶν δομῶν, τῶν χωροχρονικῶν δομῶν τῶν πρωτεϊνῶν, τῶν γεωλογικῶν σχηματισμῶν καὶ τῶν πλανητικῶν τροχιῶν τοῦ στερεώματος. Αὐτὰ τὰ συντηρητικὰ σχήματα ἐλάχιστης ἐνέργειας δὲν ἀπαιτοῦν μεταβολισμό γιὰ νὰ διατηροῦν τὴν εὐσταθεῖς ἰσορροπία του καὶ νὰ ὑπάρχουν, δηλαδὴ δὲν προϋποθέτουν κατανάλωση ἐνεργείας ποὺ εἰσέρχεται ἀπὸ τὸ περιβάλλον, ἀντίθετα μὲ ὅ,τι συμβαίνει στοὺς λειτουργικὰ ἀναπτυσσόμενους ἐνόργανους βιολογικοὺς ὀργανισμούς.

Ἡ ἄλλη ἀρχὴ δημιουργίας σχημάτων στὴν φύση ἀφορᾷ διαδικασίες μὴ-γραμμικῶν ἀλληλεπιδράσεων μακριὰ ἀπὸ θερμοδυναμικὴ ἰσορροπία, ὅπως συμβαίνει χαρακτηριστικὰ στοὺς βιολογικοὺς ὀργανισμούς, ἀλλὰ καὶ σὲ ὀρισμένα «ἀνοικτὰ» δυναμικὰ φυσικὰ καὶ κοινωνικὰ συστήματα. Ἡ συμπεριφορὰ αὐτῶν τῶν συστημάτων μεταβολισμοῦ, τὰ ὁποῖα εἶναι γνωστὰ ὡς «καταναλωτικὲς δομὲς» (dissipative structures), χαρακτηρίζεται ἀπὸ δυναμικὴ εὐσταθεῖς ἰσορροπία, καὶ ἀπὸ μεταπτώσεις σὲ νέες καταστάσεις δυναμικῆς ἰσορροπίας διαφοροποιημένου σχήματος, δηλαδὴ χαμηλότερης ἐντροπίας [1]. Οἱ σχηματογόνες μεταπτώσεις τῶν ἀνοικτῶν



συστημάτων όφείλονται στis ιδiάζουσες μη-γραμμικés σχέσεις τών μερών τους και σé προσθετικés περιβαλλοντικés ή éσωτερικés διακυμάνσεις (fluctuations) στis σχέσεις αυτές, οι όποιες χαρακτηρίζουν τήν éκάστοτε δυναμική κατάσταση του συστήματος. Οι δυναμικés καταστάσεις τών νέων σχημάτων τά όποia συντηρούνται συντηρούνται πάντοτε με συνεχή κατανάλωση éνέργειας [3].

Τό θεμελιώδες πρόβλημα που πρέπει να éπιλύσει κανείς στην έρευνα τών πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων είναι να éξηγήσει πώς ή πολυμορφία τών διαφοροποιημένων μορφών και τών αναδυόμενων éξελικτικών διαδικασιών του φυσικού κόσμου προκύπτουν από τήν éφαρμογή μόνο εύαρίθμων άρχών. 'Η ανάδυση νέων σχημάτων και μορφών στην δομή, τήν λειτουργία και τις éξελικτικés διαδικασίες éνός πολύπλοκου φυσικού συστήματος, που όδηγείται μακριά από θερμοδυναμική ισορροπία, όφείλεται στην φυσική τάση του συστήματος προς αναζήτηση νέων, περισσότερο δομημένων και διαφοροποιημένων μορφών εύσταθούς ισορροπίας, κάτω από μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικés συνθήκες οι όποιες καθιστούν άσταθές τις προηγούμενες, λιγότερο δομημένες καταστάσεις. 'Η συμπεριφορά αυτή είναι ανάλογη με φαινόμενα τής αεροδυναμικής, όπου ή έννοια του άριθμού Reynolds χρησιμεύει ως κριτήριο τής αλλαγής τής αεροδυναμικής καταστάσεως και τής éμφανίσεως νέων μορφών. Έχουμε επίσης αναφερθεί ήδη στην δυνατότητα αναδόσεως τής ζωής και του νοú ως όλιστικών ιδιοτήτων, οι όποιες éμφανίζονται σε ύψηλά éπίπεδα πολυπλοκότητας και προοδευτικής όργανώσεως φυσικοχημικών συστημάτων και νευρωνικών δικτύων του éγκεφάλου. 'Η μελέτη τής αναδόσεως όλιστικών ιδιοτήτων éνισχύεται από αναφορές στis έννοιες, τις γλώσσες και τά éργαλεία τής 'Επιστήμης τής Πληροφορίας.

#### 4. ΣΥΝΕΙΔΗΣΗ

##### 4.1 Νοúς, Συνείδηση, Ψυχή

'Η συνείδηση, ό νοúς, ή ψυχή, είναι ιδιότητες που αναδύονται στον éγκέφαλο, ό όποιος αποτελεί ένα από τά όκτώ κυτταρικά συστήματα του ανθρώπινου όργανισμού. 'Αποτελούν άντικείμενα μελέτης τών θεολόγων, τών φιλοσόφων και τών éπιστημόνων από τήν έποχή τής αναδόσεως του éνσυνείδητου ανθρώπου.

Τό πρόβλημα τί είναι «συνείδηση» και πώς προκύπτει παραμένει άλυτο. Έχουν συνείδηση οι χιμπατζήδες; Οι σκύλοι; Τα σκουλήκια; Ένα ανθρώπινο έμβρυο éξη μηνών; δύο ήμερών; éνός δευτερολέπτου; Είναι θέμα βαθμιαίας αναπτύξεως, έτσι ώστε να μπορούμε να μιλάμε για ποσοστιαίες τιμές συνειδήσεως, ή μήπως υπάρχει κάποιο «κατώφλι éμφανίσεως» στο όποio παρουσιάζεται ξαφνικά ή συνείδηση, όπως τό σπíρτο αναφλέγεται σε μια όρισμένη θερμοκρασία;

Ἡ συνειδηση καὶ ὁ νοῦς ἀναγνωρίζεται ὡς μία ιδιότητα ποὺ ἀποδίδεται στὸν Θεό, τὸν «ὑπέρτατο νοῦ», ἀπὸ ὅλες τὶς θρησκείες, παρὰ τὶς ὁποισδήποτε διαφορετικές ἀπόψεις γιὰ τὴν φύση τοῦ Θεοῦ. Θὰ ἀποφύγω αὐτὴν τὴν στιγμή τὸν πειρασμὸ νὰ ἐκτροχιάσω τὴν προσοχή σας μὲ ὀρισμούς τῶν ἐννοιῶν αὐτῶν ἀπὸ τὶς ποικίλες ἐπιστημονικές, φιλοσοφικές, ἠθικές ἢ καλλιτεχνικές σκοπιές. Ἄν αὐτὸ ποὺ ὀνομάζουμε «συνειδηση» εἶναι ἡ αἰτία νὰ λειτουργοῦμε ἔτσι ποὺ λειτουργοῦμε ὡς ἄνθρωποι, αὐτὸ μᾶς φτάνει γιὰ τώρα καὶ γιὰ τὴν γραμμὴ πλεύσεως ποὺ θὰ ἀκολουθήσουμε ἐδῶ.

Ἡ ἔρευνα τῶν διαδικασιῶν ποὺ προκαλοῦν τὴν σκέψη, τὶς ἐκδηλώσεις τοῦ νοῦ καὶ τῆς συνειδήσεως, ἡ ὁποία ἀποτελοῦσε ἀποκλειστικὰ ἀντικείμενο μελέτης τῶν θεολόγων καὶ τῶν φιλοσόφων ἀπὸ τὴν ἐποχὴ τῆς ἀναδύσεως τοῦ ἐνσυνείδητου ἀνθρώπου, χαρακτηρίζεται σήμερα ἀπὸ τὴν στενὴ συνεργασία πολλῶν ἐπιστημονικῶν κλάδων. Τὰ τελευταῖα χρόνια, ἡ μελέτη τοῦ νοῦ, ὁ προσδιορισμὸς τῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ ἰδιοτήτων καὶ τῶν φυσικῶν διαδικασιῶν ποὺ δημιουργοῦν τὴν σκέψη στὸν ἐγκέφαλο, εἶναι καὶ ἀντικείμενα ἐπιστημονικῆς ἔρευνας τῆς ψυχολογίας, τῆς φυσιολογίας, τῆς βιολογίας, ἀλλὰ καὶ τῆς χημείας καὶ τῆς φυσικῆς. Πιο πρόσφατα ἡ ἔρευνα αὐτὴ ἔχει ξαπλωθεῖ καὶ ἐνταθεῖ καὶ στὸ πεδίο τῆς πληροφορικῆς καὶ τῆς μελέτης τῆς «τεχνητῆς νοημοσύνης».

Πρέπει νὰ βρεθεῖ ἐπιστημονικὴ προσέγγιση στὴν κατανόηση τῶν νοητικῶν φαινομένων. Προϋπόθεση εἶναι ἡ βαθύτερη ἐκτίμηση τῆς φύσης τῆς «πραγματικότητας» τοῦ φυσικοῦ κόσμου.

Πολλοὶ ἐπιστήμονες, γνωστὸς μεταξὺ τῶν ὁποίων εἶναι ὁ Roger Penrose [14], παίρνουν τὴν θέση ὅτι μερικὲς ἀπόψεις τῆς λειτουργίας τοῦ νοῦ καὶ τῆς συνειδησιακῆς συμπεριφορᾶς δὲν εἶναι ἀπλῶς πολὺπλοκες, ἀλλὰ εἶναι πέραν τῶν δυνατοτήτων τοῦ ἀλγοριθμικοῦ ὑπολογισμοῦ, δηλαδή δὲν δύνανται νὰ προγραμματιστοῦν γιὰ ἐκτέλεση ἀπὸ ὁποιοδήποτε ψηφιακὸ ἠλεκτρονικὸ ὑπολογιστὴ. Ἡ θέση αὕτη, ἡ ὁποία ἐκφράζεται μὲ τὸν ἀφορισμὸ «the mind is not computable», δὲν ἀσπάζεται, ἀναγκαστικὰ κάποιο θρησκευτικὸ ἐπιχείρημα ποὺ θεωρεῖ τὸν νοῦ ἔξω ἀπὸ τὸν φυσικὸ κόσμον μας. Δέχεται ὅμως, ὅτι ἡ κατανόηση καὶ περιγραφή τῆς συνειδήσεως, τῆς ἀναδύσεως, ἀναπτύξεως καὶ λειτουργίας τοῦ συνειδητοῦ νοῦ, εἶναι σήμερα πέραν τῶν δυνατοτήτων τῆς ἐπιστήμης, καὶ μᾶλλον δὲν θὰ προκύψει ἀπὸ τὶς προόδους τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνολογίας τῆς «τεχνητῆς νοημοσύνης». Ἀντίθετα, πιστεύεται ὅτι ἡ νέα φυσικὴ τοῦ αἰῶνα μας, μὲ τὶς πρόσφατες ἀνακαλύψεις στὴν μικροβιολογία καὶ τὴν κβαντομηχανικὴ ἀνάλυση τῶν δομῶν καὶ λειτουργιῶν τῶν κυτταροσκελετῶν καὶ τῶν «μικροκυλίνδρων» (microtubules) στὸ ἐσωτερικὸ τῶν νευρῶνων τοῦ ἐγκεφάλου προσφέρει δυνατότητες ὑπέρβασης στὴν κατανόηση μὴ ἀλγοριθμικὰ ὑπολογίσιμων (non-computable) νοητικῶν λειτουργιῶν τοῦ ἐγκεφάλου.



Παράλληλα είναι παραδεκτό από πολλούς ότι η λειτουργία του συνειδησιακού νοῦ είναι, ὅπως θὰ περιγράψουμε παρακάτω, «όλογραφική», δηλαδή βασίζεται σὲ όλογραφικὲς κωδικοποιήσεις ἐμπειριῶν καὶ ἐξελίξεως [4], οἱ ὁποῖες συνεπάγονται συνολικὲς (global) κβαντικὲς καταστάσεις συνεργατικῆς δράσης μεγάλων τμημάτων τοῦ ἐγκέφαλου. Ἡ ἔκφραση τῆς συνειδησιακῆς νοημοσύνης, ἡ ἀντίληψή μας γιὰ τὸ σύμπαν καὶ τὴν φύση καὶ ἡ συνειδησιακὴ συμπεριφορὰ μας, εἶναι παράγωγο μορφογενετικῶν διαδικασιῶν τῆς όλογραφικῆς κωδικοποιήσεως σὲ πραγματικό χρόνο.

Ὁ ἀπολογισμὸς τῆς προόδου ποὺ ἐπιτεύχθηκε μέχρι σήμερα στὴν μελέτη τοῦ νευρικοῦ συστήματος καὶ τῶν βιολογικῶν καὶ νοητικῶν ιδιοτήτων εἶναι δύσκολος καὶ ἀκόμη ἀμφιλεγόμενος. Οἱ πλέον ἐντυπωσιακὲς πρόοδοι ἀναφέρονται ἀναμφισβήτητα στὴν μοριακὴ βιολογία τοῦ νευρικοῦ συστήματος, στὴν κατανόηση τῆς «πλαστικῆς» λειτουργίας καὶ ἀναπτύξεως τοῦ ἐγκεφάλου κατὰ τὴν περίοδο τῆς ἐγκυμοσύνης καὶ μετὰ τὴν γέννηση τοῦ νεογνοῦ [4], καὶ πρόσφατα ἀφοροῦν στὴν κατανόηση τῶν φυσικῶν καὶ τῶν πληροφοριακῶν διαδικασιῶν ποὺ χαρακτηρίζουν τὴν ἀνάδυση τῶν νοητικῶν ὀλιστικῶν ιδιοτήτων στὸν ἐγκέφαλο.

#### 4.2. Τὸ Ὅλογραφικὸ Μοντέλο τῆς Συνειδήσεως

Τὸ «όλογράφημα» εἶναι μία τρισδιάστατη εἰκόνα ποὺ δημιουργεῖται μὲ τὴν βοήθεια ἑνὸς λέιζερ. Ὁ ἴδιος ὅρος χρησιμοποιεῖται καὶ γιὰ τὴν κωδικοποιημένη μορφή ἀπὸ τὴν ὁποία πηγάζει, μὲ τὴν βοήθεια φωτισμοῦ λέιζερ, ἡ δημιουργούμενη εἰκόνα. Ὅταν προβάλλουμε, μὲ τὴν βοήθεια μιᾶς δέσμης λέιζερ, μιὰ όλογραφικὰ κωδικοποιημένη εἰκόνα ἑνὸς προσώπου ποὺ ἐμπεριέχεται μέσα σὲ ἕνα φωτογραφικὸ φιλμ, ἡ τρισδιάστατη εἰκόνα τοῦ προσώπου αὐτοῦ θὰ ἐμφανιστεῖ στὸν χῶρο πίσω ἀπὸ τὸ φιλμ. Τὸ καταπληκτικὸ εἶναι ὅτι, ἂν κόψουμε στὰ δύο τὸ φιλμ ποὺ περιέχει τὸ όλογράφημα καὶ φωτίσουμε μὲ λέιζερ μέσα ἀπὸ ἕκαστο κομμάτι, θὰ πάrouμε δύο εἰκόνες τοῦ προσώπου μὲ μικρὴ μόνο ὑποβάθμιση τῆς πιστότητας στὴν κάθε μία. Καὶ τὸ πείραμα αὐτὸ μπορεῖ νὰ ἐπαναληφθεῖ.

Μπορεῖ, λοιπόν, νὰ ὀρίσει κανεὶς ὡς «όλογραφική» τὴν ιδιότητα μιᾶς εἰδικῆς μορφῆς κωδικοποιήσεως ἑνὸς ἀντικειμένου, ἔτσι ὥστε σχεδὸν τὸ σύνολο τῆς πληροφορίας τοῦ ἀντικειμένου νὰ ἐμπεριέχεται στὰ ἐπὶ μέρους τμήματα τῆς κωδικοποιημένης μορφῆς, ἀλλὰ καὶ ἔτσι ὥστε κάθε τμῆμα τοῦ ἀντικειμένου νὰ ἐμπεριέχεται παντοῦ στὸ σύνολο τῆς κωδικοποιημένης μορφῆς. Μὲ τὸν τρόπο αὐτόν, τὸ όλογράφημα εἶναι μία ιδιότυπη ὀργάνωση κωδικοποιήσεως ἑνὸς ἀντικειμένου σὲ κάποιον φυσικὸ μέσο, ὅπως μιᾶς σύνθετης τρισδιάστατης εἰκόνας πάνω σὲ φωτογραφικὸ φιλμ, ἔτσι ὥστε νὰ προβάλλεται ἡ τρισδιάστατη εἰκόνα μὲ κατάλληλο φωτισμὸ λέιζερ τοῦ



φωτογραφικοῦ φιλμ, ἢ καὶ μὲ τὸν φωτισμὸ μόνον ἑνὸς τμήματος αὐτοῦ. Αὐτὸς ὁ τρόπος κωδικοποιήσεως εἶναι διαφορετικὸς ἀπὸ ἐκεῖνον ἑνὸς κοινοῦ φωτογραφικοῦ φιλμ, ὅπου κάθε τμήμα τοῦ κωδικοποιημένου φιλμ ἀντιπροσωπεύει ἀποκλειστικὰ ἓνα ἀντίστοιχο συγκεκριμένο μέρος τοῦ εἰκονιζόμενου ἀντικειμένου.

Στὸ κωδικοποιημένο ὁλογράφημα δὲν εἶναι δυνατὸ νὰ ἀπομονώσουμε καὶ νὰ προβάλουμε ἀποκλειστικὰ τὴν μύτη, ἢ ὅποιοδήποτε ἄλλο μέρος, ἑνὸς εἰκονιζόμενου προσώπου, ἀφοῦ σχεδὸν ὅλη ἡ πληροφορία τοῦ εἰκονιζόμενου προσώπου ἐμπεριέχεται παντοῦ στὸ σύνολο τοῦ φιλμ ἀλλὰ καὶ στὰ τμήματά του. Αὐτὸ συμβαίνει γιατί κάθε μονάδα πληροφορίας τοῦ ὁλογραφήματος, ὅπουδήποτε καὶ ἂν βρίσκεται, στὴν περιοχὴ τοῦ κωδικοποιημένου φιλμ, ἀποκτάει νόημα μόνον μὲ τὴν συσχέτισή του μὲ τὸ σύνολο τῶν μονάδων ὁλόκληρης τῆς εἰκόνας.

Αὕτῃ ἡ ὁλογραφικὴ συσχέτιση εἶναι χαρακτηριστικὴ καὶ τοῦ τρόπου μὲ τὸν ὁποῖον ἡ συμπεριφορὰ τῶν στοιχειωδῶν σωματιδίων τῆς φύσεως ἐμφανίζεται κωδικοποιημένη στὰ φαινόμενα τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Ἡ νέα φυσικὴ τοῦ αἰῶνα μας ἔχει διαπιστώσει ὅτι οἱ θεμελιώδεις μονάδες τῆς ὕλης, τὰ στοιχειώδη ὑπο-ἀτομικὰ σωματίδια, δὲν λειτουργοῦν ὡς μεμονωμένες καὶ ἀνεξάρτητες μονάδες, ἢ ὡς ἀνεξάρτητα δομικὰ στοιχεῖα, ἀλλὰ συμπεριφέρονται συμφώνως πρὸς ἓνα ὁλογραφικὸ μοντέλο ὁργανώσεως καὶ συμπεριφορᾶς, τὸ ὁποῖο δὲν τοὺς ἐπιτρέπει νὰ δράσουν ὡς ἀπομονωμένες δομικὲς ἢ λειτουργικὲς μονάδες, παρὰ μόνον συλλογικὰ καὶ πλήρως συσχετισμένα. Λόγω αὐτῆς τῆς ὁλογραφικῆς ιδιότητος, ὅσον ἀφορᾷ τὴν φυσικὴ περιγραφή τῆς συμπεριφορᾶς τῶν στοιχειωδῶν ἀτομικῶν καὶ ὑπο-ἀτομικῶν σωματιδίων, αὕτῃ ἐπιτυγχάνεται, στὴν οὐσία, μόνον μὲ ὅρους στατιστικῆς περιγραφῆς μεγάλων συνόλων. Ἡ συμπεριφορὰ τῶν στοιχειωδῶν σωματιδίων χαρακτηρίζεται, ἔτσι, ἀπὸ ιδιότητες πεδίου, ἀφοῦ καθορίζεται μόνον ἀπὸ τὴν συλλογικὴ δράση τῶν σωματιδίων αὐτῶν, πολλὰς φορὲς παράδοξα ἐνορχηστρωμένης. Ἡ ὁλογραφικὴ περιγραφή ἀποκτάει ἀκόμη μεγαλύτερον ἐνδιαφέρον ὅταν διαπιστώνουμε ὅτι παρόμοια ὁλογραφικὴ σχέση πεδίου φαίνεται νὰ περιγράφει καὶ τὴν δομὴ καὶ λειτουργία τῆς ζωῆς, δηλαδὴ τίς χαρακτηριστικὰς λειτουργίας τῶν βιολογικῶν ὄντων. Τελευταῖα, τὸ ὁλογραφικὸ μοντέλο προτείνεται ἀκόμη καὶ γιὰ τὴν κωδικοποίησιν πού ὑποθέτουμε πὼς ἀντιπροσωπεύει τὴν λειτουργία τοῦ νοῦ καὶ τῆς συνειδήσεως στὸν ἐγκέφαλο.

Οἱ πειραματικὲς ἐνδείξεις ὑποδεικνύουν ὅτι ἡ ἔδρα τῆς συνειδήσεως δὲν ἀφορᾷ ἀποκλειστικὰ κάποιο ὄργανον, ἢ ὄργανα, ἀλλὰ ὅτι ἡ δράση της βρίσκεται στὶς ἀλληλεπιδράσεις πεδίων ἐνέργειας μέσα στὸν ἐγκέφαλο, πού παραμένουν ἀκόμη ἀκατάληπτες [9].

Τὸ αἶνιγμα τῆς «συνειδήσεως» εἶναι εἰδικὰ ἀσυνήθιστο πρόβλημα, γιατί ἡ συνείδηση ἢ ἴδια, δηλαδὴ τὸ ἀντικείμενον τοῦ γρίφου, ἀποτελεῖ τὸ μοναδικὸ ἐργαλεῖο

πού διαθέτουμε για να έρευνήσουμε τόν γρίφο, δηλαδή τήν συνειδηση. Τò ἀντικείμενο τῆς ἔρευνας εἶναι καί τò ὑποκείμενο πού ἐρευνᾷ. Εἴμαστε ἐγκλωβισμένοι σέ ἓναν ἀτέλειωτο βρόχο αὐτο-ἀνακλάσεως, χωρίς ἐλπίδα ἀποδράσεως. Ὁ σκεπτόμενος ἀλλάζει τò ἀντικείμενο τῆς σκέψεώς του, ὅπως ὁ παρατηρητής ἀλλάζει τò ἀντικείμενο τῆς παρατηρήσεως.

Στήν διερεύνηση τοῦ ὀλογραφικοῦ μοντέλου τῆς συνειδήσεως καί τῆς δημιουργίας τῆς συνειδησιακῆς σκέψεως, τò βασικό πρόβλημα εἶναι ἡ κωδικοποίηση τοῦ ὀργανικοῦ ὀλογραφήματος στὸν ἐγκέφαλο καί τοῦ τρόπου δράσεως τοῦ ἐνεργειακοῦ πεδίου πού ἐξασφαλίζει τήν πλήρη διασυνδετικότητα τμημάτων τοῦ ἐγκεφάλου. Ἀπὸ τίς σχετικὲς ἔρευνες δὲν φαίνεται νὰ προκύπτει ἡ παρέμβαση ἡλεκτρομαγνητικῶν πεδίων ἢ χημικῶν δράσεων στήν ὀλογραφικὴ λειτουργία τοῦ ἐγκεφάλου. Τελευταῖα προτείνεται ὅτι στήν περίπτωση τῆς ὀλογραφικῆς δημιουργίας τῆς συνειδησιακῆς σκέψεως στὸν ἐγκέφαλο δρᾷ κάποιον μυστηριῶδες, ἀκόμη μὴ-ἀνιχνεύσιμο καί ἀμφιλεγόμενο, «κβαντικό δυναμικό», ὅμοιο μὲ αὐτὸ πού ἔχει προταθεῖ καί γιὰ τήν περίπτωση τῆς κβαντομηχανικῆς συσχετίσεως ὑπο-ἀτομικῶν σωματιδίων, στὸ ὁποῖο ἀναφερθήκαμε καί προηγουμένως. Τὸ κβαντικό δυναμικό, ἓνα εἶδος «μορφογενετικοῦ πεδίου», πού δρᾷ ἔξω ἀπὸ χῶρο καί χρόνο, στὸ «ἐπέκειντα» τοῦ ἀδιαίρετου γενεσιουργοῦ κόσμου, ἔχει προταθεῖ στὸ παρελθὸν γιὰ νὰ ἐξηγήσει τήν μυστηριώδη δράση τῶν κβαντικῶν «φαντασμάτων» στὸ πείραμα τῆς διπλῆς σχισμῆς, στὸ πείραμα τοῦ Aspect, καί σὲ ἄλλα παράδοξα φαινόμενα τῆς κβαντικῆς φυσικῆς.

Τὸ ὀλογραφικὸ μοντέλο τῆς συνειδήσεως προσφέρει δυνατότητες ἐξηγήσεως τῶν ιδιοτήτων τῆς μνήμης, τῆς ἀντιλήψεως, τῆς σκέψεως καί τῆς φαντασίας, πού περιλαμβάνουν ἐνοράσεις προβολῶν ὀλογραφικῶν συνθέσεων σὲ πραγματικὸ χρόνο — «γνωστικὲς (cognitive) πολυδιάστατες προβολές» — μὲ διαδικασίες πού ἐμπλέκουν ἀκαριαῖα κάθε μονάδα τοῦ συνόλου τῶν κωδικοποιημένων καί πλήρως συσχετισμένων ἐμπειρικῶν πληροφοριῶν τοῦ ἐγκεφάλου. Ἡ ἀποθήκευση τῆς πληροφορίας, ἡ ὀλογραφικὴ κωδικοποίηση καί ἡ ὀλογραφικὴ προβολὴ καί ἐνόραση, ἀποτελοῦν ἀπίστευτα πολὺπλοκες διαδικασίες. Μὲ κάποιον, ἄγνωστο ἀκόμη τρόπο, τὸ ἐξωτερικὸ αἰσθητήριο ἐρέθισμα καί ἡ ἐσωτερικὴ ἐνόραση συσχετίζονται ὀλογραφικά μὲ σκέψεις καί ἐμπειρικὲς μνημεις, καί δημιουργοῦν ἀκαριαῖα τοὺς συνειρμούς πού ἀναζητοῦμε. Ἔτσι, θεωρεῖται ὅτι ὀργανικὸ ὀλογράφημα δημιουργεῖ στὸν ἐγκέφαλο, σὲ πραγματικὸ χρόνο, τήν ἐσωτερικὴ ἐνόραση τῆς «πραγματικότητος», δηλαδή τήν σκέψη, τήν ἀντίληψη καί τήν φαντασία. Μήπως λοιπὸν τὸ φυσικὸ σύμπαν δὲν εἶναι τίποτε περισσότερο ἀπὸ ὀλογραφικὲς κωδικοποιήσεις σὲ σχήματα καί μορφές ἐνοράσεως, οἱ ὁποῖες δημιουργοῦνται στὸ ἐσωτερικὸ τοῦ ἐγκεφάλου μας; Αὐτὸ πού δημιουργοῦμε ὡς «πραγματικότητα» φαίνεται νὰ καθορίζεται ἀπὸ τίς δυνατότητες



καὶ τοὺς περιορισμοὺς αὐτοῦ ποὺ λειτουργεῖ μέσα μας, στὸν ἐγκεφάλό μας, ὡς «συνείδηση». Μήπως ὀνειροβατοῦμε;

Στὰ τελευταῖα χρόνια μελετῶνται ἐντατικὰ οἱ ἐντυπωσιακὲς ὁμοιότητες μεταξὺ τῶν ὀλογραφικῶν φαινομένων δράσεως καὶ ἀκαριαίας διασυνδέσεως τῶν στοιχειωδῶν σωματιδίων τοῦ κβαντικοῦ φυσικοῦ κόσμου, καὶ τοῦ ὀλογραφικοῦ μοντέλου τοῦ ἐγκεφάλου.

#### 4.3 Σχέση τοῦ νοῦ καὶ τῆς συνειδήσεως μὲ τὸν φυσικὸν κόσμον

Πρὶν μερικὲς δεκάδες χρόνια, ὁ ἐγκέφαλος, ἡ ἀνατομία του, ἡ φυσιολογία του καὶ οἱ παθήσεις του, ἀποτελοῦσαν ἀντικείμενο ἐρεῦνης λίγο πολὺ μὲ τὸν ἴδιο τρόπο ὅπως τὰ ἄλλα ὄργανα τοῦ ἀνθρώπινου ὀργανισμοῦ, οἱ μῦς ἢ τὸ συκώτι, ἀπὸ τοὺς γιατροὺς καὶ τοὺς ἐπιστήμονες τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν. Ὁ ψυχισμὸς καὶ οἱ νοητικὲς λειτουργίες τοῦ ἐγκεφάλου ἦσαν στὰ χέρια τῶν «θεωρητικῶν» ἐπιστημῶν. Αὐτὸς ὁ διαχωρισμὸς εἶχε γίνῃ θεσμὸς πολλῶν δεκαετιῶν. Τὸ σῶμα στοὺς βιολόγους καὶ τοὺς ἐπιστήμονες τῶν «θετικῶν» ἐπιστημῶν, καὶ τὸ πνεῦμα, ἡ σκέψη, ἡ ψυχὴ καὶ ὁ νοῦς στοὺς θεολόγους, τοὺς φιλοσόφους, τοὺς ψυχιάτρους, καὶ τοὺς ἀνθρώπους τῶν γραμμάτων καὶ τεχνῶν. Σήμερα, ἡ ἔρευνα καὶ ὁ πειραματισμὸς τῆς φυσιολογίας καὶ τῆς λειτουργίας τοῦ ἐγκεφάλου ἔχει συνενώσει τὶς προσπάθειες μεγάλης ποικιλίας θεωρητικῶν καὶ θετικῶν ἐπιστημόνων.

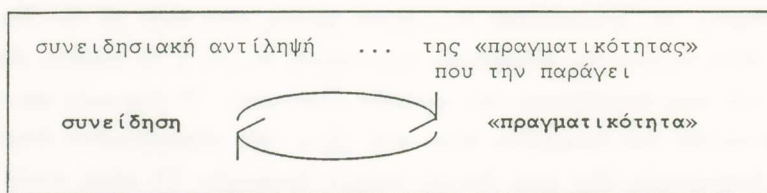
Ὁ παρατηρήσιμος φυσικὸς κόσμος ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑλικά ἀντικείμενα σὲ διαφόρων εἰδῶν σχέσεις μεταξὺ τους. Ἀναφερόμαστε σὲ αὐτὲς τὶς σχέσεις ὡς «πεδιά δυνάμεων». Τὰ ὑλικά ἀντικείμενα παρουσιάζουν ιδιότητες ὅπως ἡ μάζα, ὁ ὄγκος καὶ τὸ ἡλεκτρικὸ φορτίο. Διαφοροποιοῦνται καὶ ἐξελίσσονται ὡς πρὸς τὶς δομικὲς μορφές τους καὶ ὡς πρὸς τὶς σχέσεις τους σύμφωνα μὲ τοὺς νόμους, ἡ μελέτη τῶν ὁποίων εἶναι ἀντικείμενο τῆς ἐπιστήμης τῆς φυσικῆς καὶ τῆς πληροφορικῆς.

Ὁ νοητικὸς κόσμος ἀφορᾷ τὰ ἄϋλα σύμβολα τῆς σκέψεως καὶ τὶς συνειδησιακὲς ἐνδοσκοπήσεις ποὺ δὲν ἐντοπίζονται στὸν χῶρο καὶ εἶναι προσπελάσιμες ἀποκλειστικὰ στὸν σκεπτόμενο βιολογικὸ ὀργανισμό. Ὁ ἰδιωτικὸς κόσμος τῶν σκέψεων μας ἐπικοινωνεῖ μὲ τὸν φυσικὸν κόσμον γύρω μας διὰ μέσου τῶν αἰσθήσεων καὶ τῶν αἰσθητηρίων ὀργάνων τοῦ βιολογικοῦ ὀργανισμοῦ, δηλαδὴ διὰ μέσου τῶν παρατηρήσεων οἱ ὁποῖες θέτουν σὲ λειτουργία τὶς διαδικασίες ἐπεξεργασίας τῶν δεδομένων τῆς παρατηρήσεως καὶ τὴν θεωρητικοποίηση τῶν μορφῶν ποὺ ἀναδύονται ἀπὸ τὰ δεδομένα τῆς παρατηρήσεως. Ἀντίστροφα, ὁ νοητικὸς κόσμος μας ἐπενεργεῖ στὸν φυσικὸν διὰ μέσου τῆς βούλησης ποὺ ἀναπτύσσεται σὰν ἀποτέλεσμα τῶν ἐννοιῶν τῆς θεωρητικοποιήσεως, τῆς ἐπαχόλουθης σκέψεως καὶ τῆς σκόπιμης λειτουργίας (goal-



seeking function) του οργανισμού. Έτσι, ο εγκέφαλος λειτουργεί ως ένα όργανο ενδοεπικοινωνίας, αφού ρυθμίζει το σύνολο της προσωπικότητας, αλλά και ως όργανο της εξωτερικής μας επικοινωνίας με το περιβάλλον.

Η παρατήρησή και η συνειδησιακή επεξεργασία της πληροφορίας ή όποια απορρέει από τις αναδυόμενες χωροχρονικές μορφές των δεδομένων της παρατηρήσεως αποτελούν την υπαρκτική επαφή μας μεταξύ του συνειδησιακού μας «εγώ» και της «πραγματικότητας» που μάς περιβάλλει, αυτής της «πραγματικότητας» της οποίας η συνείδησή μας είναι θαυμαστό προϊόν της.



Η νέα φυσική μάς αποκαλύπτει ότι η συνείδηση μπορεί να είναι εν μέρει υπεύθυνη για την δημιουργία της «πραγματικότητας» του πρόσφατου και του απώτερου παρελθόντος κάποιου παρατηρούμενου φυσικού φαινομένου. Δηλαδή μπορεί να είναι υπεύθυνη για την ανδρομική δημιουργία της «πραγματικότητας», άκόμα και αυτής που αφορά περιόδους πριν από την εμφάνιση του παρατηρητή και της συνειδήσεως στον πλανήτη μας [2].

Η ιδέα συζεύξεως του φυσικού εγκέφαλου με την άυλη νόηση, του μηχανικού μέρους με το λογισμικό, είναι μια ακόμη έκφραση της σχέσεως μεταξύ ύλης και πληροφορίας, την οποία απεκάλυψε η κβαντική φυσική σε μια επανάσταση που συγκλόνισε την επιστημονική κοινότητα την τελευταία εβδομηκονταετία. Σήμερα έρευνάμε πειραματικά τις κβαντικές δομές και λειτουργίες στο έσωτερικό των νευρώνων του εγκεφάλου για να ανακαλύψουμε τις σχέσεις των με την ανάδυση της μνήμης και των «συναρτήσεων του μυαλού» (brain functions). Πρόσφατες έρευνες έχουν αποκαλύψει ένδειξεις ότι το φαινόμενο της «συνειδήσεως» σχετίζεται με κβαντικές δράσεις (που περιγράφονται με τις θεωρίες της κβαντικής φυσικής) κυτταρικών σκελετών και «μικρο-κυλινδρικών» δομών εντός των νευρώνων του εγκεφάλου. Οι αποκαλύψεις αυτές συγκεντρώνουν σήμερα το ενδιαφέρον και την δραστηριότητα πολλών ερευνητών και προβλέπονται έντυπωσιακά αποτελέσματα στο έγγυς μέλλον.

Παράλληλα με τις έρευνες κβαντικών δομών και λειτουργιών στο έσωτερικό των νευρώνων, οι θεωρίες αναπτύξεως όλιστικών νοητικών ιδιοτήτων σε πλέγματα «νευρωνικών συνελεύσεων» του έγκεφάλου έχουν από δεκαετία προχωρήσει σε πειραματικές δοκιμές. Άφορούν κυρίως τις θεωρίες του Gerald Edelman σχετικώς με τις εξελικτικές διαδικασίες του έγκεφάλου, και την συσχέτισή των με την ανάδυση νοητικών λειτουργιών [4].

Ή ιδέα ότι ή συνείδηση ή αυτό που άλλοτε αναφέρεται ως «νοῦς», «ψυχή» ή «ἐγώ», είναι μοναδικό ανθρώπινο φαινόμενο, είναι πολύ παλιά, και ό άνθρωπος φαντάζεται την συνείδησή του ως κάτι τó διαφορετικό που τόν ξεχωρίζει από τόν υπόλοιπο φυσικό κόσμο. Ή ιδέα αυτή αποτελεί και τó κεντρικό δόγμα όλων τών μεγάλων θρησκειών, οι όποιες μπορεί και νά υποστηρίξουν την ύπαρξη τῆς συνείδησεως ανεξάρτητα από τόν έγκέφαλο και τó σῶμα. Άσώματος νοῦς λοιπόν; Νοῦς αποχωρισμένος από τόν φυσικό κόσμο; Έν τούτοις, ό φυσικός κόσμος ως μορφή, ή ως πληροφορία, μάς γίνεται γνωστός μέσω τῆς συνειδήσεως; Ή Φυσική, που ως πρὶν λίγα χρόνια θεωρούνταν ή πιο αντικειμενική έπιστήμη στην αναζήτηση τῆς περιγραφῆς του κόσμου, ανακαλύπτει εκ νέου κάτι που ὑπῆρχε στην αρχαία Έλληνική φιλοσοφία, δηλαδή την ανάγκη νά συμπεριλάβει την ὑποκειμενική συνείδηση στην περιγραφή του Σύμπαντος, ακόμη και νά την τοποθετήσει στο κέντρο τῆς προσπάθειας για την κατανόηση του Σύμπαντος.

Οι πρώτες ιδέες, με προέλευση την κλασική ελληνική παράδοση, θεωρούν την «ψυχή» ἄρρηκτα συνδεδεμένη με την «ζωϊκή δύναμη» — κάποια ζωοποιό αἰτία. Στην χριστιανική θρησκευτική παράδοση, ή ψυχή ἐμπλουτίζεται με ιδιότητες που σήμερα θεωρούμε ως «νόηση» και ταυτίζεται με τó «ἐγώ», την συνείδηση. Στο βασικό θρησκευτικό δόγμα, και ιδιαίτερα στην χριστιανική σκέψη, γίνεται σαφής διαχωρισμός ανάμεσα στο σῶμα και την ἄυλη ψυχή-νοῦ, που αποτελεί μία δυαδιστική αντίληψη πνεύματος και ὕλης που αναπτύχθηκε κυρίως από τόν Καρτέσιο. Τó πνεῦμα, κάτοικος του σώματος, ἐλευθερώνεται με πνευματική ἄσκηση ή με τόν θάνατο.

Ή σύζευξη του έγκεφάλου με την νόηση, τῆς πληροφορίας με την ὕλη, τῆς ψυχῆς με τó σῶμα, δὲν αποτελεί νέα ιδέα. Σήμερα, στὰ πλαίσια τῆς νέας φυσικῆς, ή σχέση τῆς συμπεριφορᾶς με την ὕλική ὑποδομή αντικειμένων και πεδίων του φυσικοῦ κόσμου έχει προσλάβει την μορφή ἐπιστημονικοῦ μυστικισμοῦ, με πολλές ὁμοιότητες πρὸς τόν ἀνατολικό μυστικισμό, ὅπως τó Ζέν. Ή κβαντική φυσική, σπάζοντας τó παραδοσιακό πλαίσιο δυαδισμοῦ νοῦ και φυσικοῦ κόσμου, μάς ὁδηγεῖ σε έναν νέο κόσμο «φαντασμάτων και θαυμάτων», στὸν ὁποῖο ό πολύπλοκος και πολύμορφος νοῦς παίζει κεντρικό ρόλο στην διαμόρφωση και την εξέλιξη του Σύμπαντος.

Όσον ἀφορᾷ την ὕπαρξη του νοῦ, είναι τόσο πραγματική, ὅσο πραγματικός είναι



ὁ ἐθνικός ὕμνος, ὁ ὁποῖος ὑπάρχει ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὰ ἔχνη τῆς μελάνης στὸ χαρτὶ ὅπου εἶναι γραμμένος. Ἡ «πνευματικὴ δύναμη» εἶναι περιττὴ προσθήκη γιὰ νὰ ἀποκτήσει ἡ ἔμβια ὕλη νοῦ καὶ συνείδηση, ὅσο καὶ ἡ «ζωικὴ δύναμη» εἶναι περιττὴ γιὰ νὰ ἀποκτήσει ἡ ἄβια ὕλη ζωή. Τὸ λογισμικὸ ἐνὸς ἠλεκτρονικοῦ ὑπολογιστοῦ, δηλαδή τὸ πρόγραμμα ποὺ προσδιορίζει τὴν δράση τῶν ὑλικῶν κυκλωμάτων του καὶ ἐπομένως καθορίζει τὴν συμπεριφορὰ του, μπορεῖ νὰ μεταφερθεῖ καὶ νὰ «ζανατρέξει» ἀπὸ ὑπολογιστὴ σὲ ὑπολογιστὴ σὲ ξεχωριστὲς ἐνσωματώσεις (μετενσαρκώσεις). Σὲ κάθε νέα ἐνσωμάτωσή του, τὸ πρόγραμμα θὰ δημιουργήσῃ καὶ νέα ἀντίληψη τοῦ χρόνου μόνον ἐφόσον «τρέχει». Εἶναι ὅπως ἡ ἐκτέλεση μιᾶς μουσικῆς συνθέσεως, ποὺ μπορεῖ νὰ ὑλοποιεῖ σὲ ἤχους καὶ μπορεῖ νὰ «παίζεται» σὲ «πραγματικὸ χρόνο» ἀπὸ μιὰ δεδομένη παρτιτούρα ἢ ἀπὸ ἠλεκτρονικὴ «μετενσάρκωση».

Ὁ νοῦς καὶ ὁ φυσικὸς κόσμος μποροῦν νὰ συνυπάρχουν καὶ νὰ ἀλληλοεπιδροῦν, ἀλλὰ νὰ λειτουργοῦν μὲ θεμελιωδῶς διαφορετικούς κανόνες. Οἱ ἥρωες ἐνὸς μυθιστορήματος μποροῦν νὰ δροῦν λογικὰ ἢ παράλογα, χωρὶς νὰ περιορίζονται ἀπὸ τοὺς κανόνες γραμματικῆς ποὺ διέπουν τὶς λέξεις καὶ τὶς φράσεις τοῦ κειμένου. Ἴσως, ἔτσι, εἶναι δυνατὴ ἡ δημιουργία σκέψης, ἢ καὶ εὐφυΐας ὡς ὀλιστικῶν ιδιοτήτων πολὺπλοκης ὑλικῆς ὑποδομῆς, χωρὶς τοὺς περιορισμοὺς ἀπὸ τοὺς νόμους τῆς φυσικῆς καὶ τοὺς κανόνες τῆς λογικῆς. Εἶναι, ὅμως, ἐνδεικτικὸ τῶν προκαταλήψεων, ὅτι πολλοὶ δέχονται εὐκόλα τὴν ἰδέα ὅτι οἱ σκύλοι μπορεῖ νὰ εἶναι ἔξυπνοι. ἀλλὰ ἀναστατώνονται μὲ τὴν ἰδέα ἐνὸς σκεπτόμενου ὑπολογιστῆ.

Παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι ὁ μηχανικὸς ὑπολογιστὴς εἶναι ἀπλῶς ἓνα πλῆθος κυκλωμάτων τῶν ὁποίων ἡ ἐκδηλούμενη συμπεριφορὰ ἐλέγχεται ἀπὸ τοὺς γνωστοὺς νόμους τῆς ἠλεκτρολογίας ἀλλὰ καθορίζεται ἀπὸ τὸ λογισμικὸ τῆς μηχανῆς, γνωρίζουμε σήμερα ὅτι δύναται νὰ ἐπιδείξει ἱκανότητες ποὺ θὰ μπορούσαν νὰ χαρακτηριστοῦν ὡς «τεχνητὴ νοημοσύνη». Θὰ μπορούσε νὰ υποθέσει κανεὶς ὅτι ὁ ἐγκέφαλος δὲν εἶναι παρὰ ἓνας «ὑπολογιστής», καὶ ὅτι τὸ μόνον ποὺ χρειάζεται γιὰ νὰ τὸν καταλάβουμε εἶναι νὰ βροῦμε τὸν κατάλληλο ἀλγόριθμο νοήμονος συμπεριφορᾶς. Αὕτῃ ἡ θέση, γνωστὴ καὶ ὡς «ἰσχυρὴ τεχνητὴ νοημοσύνη», εἶναι διαμετρικὰ ἀντίθετη ἀπὸ τὴν Καρτεσιανὴ δυϊστικὴ θέση, ἡ ὁποία θεωρεῖ τὸν ἐγκέφαλο καὶ τὸν νοῦ ὡς δύο χωριστὲς ὀντότητες ποὺ ἀλληλεπιδροῦν.

Δὲν εἴμαστε σὲ θέση τώρα, οὔτε μᾶς τὸ ἐπιτρέπει ὁ περιορισμένος χρόνος μιᾶς ὠριαίας διαλέξεως, νὰ ἀνατρέξουμε καὶ νὰ ἀναλύσουμε τὴν ποιικιλία τῶν ἀπόψεων γιὰ τὴν λεγόμενη «τεχνητὴ νοημοσύνη». Πῶς ὅμως θὰ ἀναγνωρίζαμε ἂν μιὰ μηχανὴ μπορεῖ νὰ «σκέφτεται»; Ἄν ἀναρωτηθοῦμε πῶς διαπιστώνουμε ὅτι ὁ Κώστας ἔχει νοῦ, θὰ λέγαμε, ἴσως, ὅτι «ἐγὼ ἔχω νοῦ, ὁ Κώστας συμπεριφέρεται ὅπως ἐγώ, καὶ ἐπομένως, ὁ Κώστας θὰ πρέπει νὰ ἔχει νοῦ ὅπως ἐγώ». Ὁ Ἀγγλος μαθηματικὸς



Alan Turing, τὸ 1950, πρότεινε ἓνα «παιγνίδι μίμησης» — τὸ γνωστὸ Turing test— γιὰ νὰ δοθοῦν ἀπαντήσεις σὲ τέτοια ἐρωτήματα.

Μολονότι οἱ ὑπολογιστές ξεπερνοῦν τὸν ἄνθρωπο στὴν γρήγορη ἐκτέλεση ἀριθμητικῶν πράξεων, τὴν ἀρχειοθέτηση καὶ τὸ παίξιμο σκακιοῦ, ὑπολείπονται πολὺ ἀπὸ τὸ νὰ συνθέτουν μουσικὴ ἢ νὰ γράφουν ποιήματα. Σήμερα δὲν ἔχουμε τὴν παραμικρὴ ἰδέα πῶς νὰ προγραμματίσουμε ἓναν ὑπολογιστὴ ὥστε νὰ εἶναι αὐτόβουλα δημιουργικὸς καὶ ἔτσι λιγότερο σκλάβος ἀπὸ ὅ,τι ἓνα αὐτοκίνητο. Μηχανές ἱκανές νὰ ἐνεργοῦν μὲ δική τους βούληση, νὰ γελᾶνε καὶ νὰ κλαῖνε, νὰ εἶναι δύστροπες, νὰ δοκιμάζουν συναισθήματα εὐτυχίας, σύγχυσης, ἀνίας ἢ καὶ παραλογισμοῦ, νὰ ἀπαιτοῦν μέρες ἀργίας, νὰ ἀπεργοῦν γιὰ τὴν διεκδίκηση δικαιωμάτων, καὶ νὰ συμπεριφέρονται ἐν γένει παράξενα καὶ μὲ χαρακτηριστικὰ ποὺ θὰ τὶς φέρνουν πλησιέστερα στὴν ἀνθρώπινη εὐφυΐα, εἶναι πέραν τῶν δυνατοτήτων τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνολογίας. Ἀπὸ τὴν ἄποψη αὐτή, οὔτε καὶ γιὰ τὴν λειτουργία τοῦ ἀνθρώπινου ἐγκεφάλου γνωρίζουμε πολλὰ πράγματα.

##### 5. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ, ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΝΕΙΔΗΣΗ: Μυστικιστικὴ Σχέση;

Ἡ ἔρευνα γιὰ τὸν ρόλο τῆς συνειδήσεως στὴν δημιουργία τῆς «πραγματικότητας» ἐγείρει τὴν ἐρώτηση γιὰ τὸ ἂν ἡ «πραγματικότητα» εἶναι ἀντικειμενικὴ ἢ αὐταπάτη. Ἡ εἰκόνα ποὺ δημιουργεῖται γιὰ τὴν λειτουργία τοῦ Κόσμου μᾶς δίνει τὴν ἐντύπωση «ἐπιστημονικοῦ μυστικισμοῦ».

Κλείνοντας γιὰ τώρα τὸ θέμα τῆς συζεύξεως τῆς συνειδήσεως μὲ τὸν φυσικὸ κόσμο, θὰ μπορούσαμε νὰ διερωτηθοῦμε μήπως ἡ ἄποψη τὴν ὁποία προωθοῦμε γιὰ τὴν «πραγματικότητα» εἶναι ὑπέρμετρα ἐπικεντρωμένη στὶς ιδιότητες τῆς ζωῆς καὶ τῆς ἀνθρωπίνης συνειδήσεως, καὶ μήπως ἔτσι γίνεται ὑπέρμετρα «ἀνθρωποκεντρικὴ» στὴν χρῆση τῆς ἔννοιας «ποῖος»; Μήπως θὰ ἔπρεπε νὰ χαμηλώσουμε τοὺς τόνους ἀναφορᾶς στὴν ἔννοια «ποῖος», καὶ νὰ ἐρευνήσουμε σὲ μεγαλύτερο βᾶθος τὴν ἔννοια τῆς «ἐπικοινωνίας» καὶ τῆς ἀλληλεπιδράσεως στὴν καθιέρωση τῶν ἐννοιῶν καὶ τοῦ νοήματος τῆς «πραγματικότητας»; Ὁ ἄνθρωπος δὲν ἔχει ἀκόμη μάθει πῶς νὰ ἐπικοινωνεῖ μὲ μιὰ φάλαйна ἢ μὲ ἓνα μυρμήγκι, οὔτε ἀκόμη καὶ μὲ μιὰ «νοήμονα» μηχανή. Περισσότερες γνώσεις μας στὴν κατεύθυνση αὐτὴ θὰ μπορούσαν νὰ συνεισφέρουν νέες ἀπόψεις στὴν καθιέρωση θεμελιωδῶν ἐννοιῶν καὶ κατανόησεως τῆς «πραγματικότητας». Ἡ Ἐπιστήμη τῆς Πληροφορίας καὶ ἡ Τεχνολογία τῆς Πληροφορικῆς θὰ προσφέρουν πολλὰ σὲ αὐτὴ τὴν προσπάθεια.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ:

«Διατυπώσεις τῆς Κβαντικῆς Φυσικῆς»

Ἡ διπλότητα σωματιδίου-κύματος, τὸ κεντρικὸ ἀξίωμα τῆς Κβαντικῆς Φυσικῆς, ἀφορᾷ τὸν καθορισμὸ διαφορετικῆς «κβαντικῆς καταστάσεως», δηλαδὴ τὴν ἐκδήλωση σωματιδιακῆς ἢ κυματικῆς συμπεριφορᾶς, ἐξαρτώμενης ἀπὸ τὶς εἰδικὲς συνθῆκες παρατηρήσεως τοῦ φυσικοῦ φαινομένου. Ἡ κβαντικὴ κατάσταση τοῦ παρατηρούμενου φυσικοῦ συστήματος περιγράφεται ἀπὸ μία κυματοσυνάρτηση  $\Psi(x, t)$ , ἡ ὁποία ὑπακούει στὴν ἐξίσωση Schroedinger, τῆς μορφῆς,

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = H \Psi \quad 1$$

ὅπου  $\hbar=1$  (σὲ κανονικὲς μονάδες) εἶναι ἡ σταθερὰ τοῦ Plank, καὶ  $H$  εἶναι ἓνας συστηματικὸς τελεστής, ὁ Hamiltonian τοῦ συστήματος.

Ἡ λύση τῆς ἐξίσωσεως περιγράφει τὴν συμπεριφορὰ, τὴν ἐξέλιξη καὶ τὶς ἐνεργειακὲς τιμὲς τοῦ συστήματος. Ἡ θεμελιώδης καὶ τεράστιας κρισιμότητος ιδιότητα τῆς κβαντικῆς ἐξίσωσεως (1) εἶναι ἡ γραμμικότητα ποὺ τὴν χαρακτηρίζει καὶ ἐπιτρέπει τὴν γραμμικὴ ἐπαλληλία τῶν λύσεών της.

$$\Psi = \sum_{i=1}^N c_i(t) \cdot \psi_i \quad 2$$

Ἡ σύνθετη συνάρτηση  $\Psi$  (state function) ἐκφράζει συνοχὴ διὰ τῆς γραμμικῆς ἐπαλληλίας. Ἡ καθαρὴ κβαντικὴ κατάσταση,  $\Psi$ , ὑπαγορεύει ὅτι τὸ σύστημα βρίσκεται σὲ πολλαπλὲς καταστάσεις συγχρόνως ( $\Psi^1, \Psi^2, \dots \Psi^N$ ) καὶ ἐξελίσσεται συνεκτικὰ ὡς κυματοσυνάρτηση συμφώνως πρὸς τὴν (1), ὅσο δὲν τὸ ταράζουμε μὲ παρατήρηση, ὅπως θὰ δοῦμε στὴν συνέχεια.

Ἡ φυσικὴ ἔννοια τῆς κυματοσυναρτήσεως  $\Psi$ , μὲ ἀναφορὰ τὸ παράδειγμα τῆς διελεύσεως ἑνὸς ἠλεκτρονίου ἀπὸ διάφραγμα μὲ  $n$  σχισμὲς (τὸ πείραμα ποὺ περιγράψαμε στὸ τμῆμα 3.4), ἐκφράζεται ἀπὸ τὴν σχέση τῆς πυκνότητος πιθανότητος,

$$|\Psi(\bar{x}_a, t_a)|^2 = \left| \sum_{i=1}^N c_i \psi_i \right|^2 \quad 3$$

νὰ βροῦμε τὸ ἠλεκτρόνιο στὸ σημεῖο  $(\bar{x}_a, t_a)$  μετὰ τὸ διάφραγμα καὶ πρὶν τερματίσει, ὅπου  $\Psi^1, \Psi^2, \dots \Psi^N$  εἶναι οἱ ἐπὶ μέρους λύσεις διελεύσεως ἀπὸ τὶς σχισμὲς 1, 2,

..., ν, και  $c_i|^2$  είναι η πιθανότητα ότι το ηλεκτρόνιο πέρασε από την αντίστοιχη σχισμή.

Η εξίσωση (3) περιγράφει μία καθαρά κυματική συμπεριφορά μιᾶς κβαντικής καταστάσεως ή οποία εξελίσσεται συνεκτικά με γραμμική έπαλληλία, συμφώνως πρὸς τὴν εξίσωση (2).

Αν επιχειρήσουμε νὰ ἐντοπίσουμε τὴν συγκεκριμένη σχισμὴ ἀπὸ τὴν ὁποία διῆλθε τὸ ηλεκτρόνιο, με παρατήρηση ἢ μέτρηση, θὰ πρέπει νὰ σχεδιάσουμε τὴν παρατήρηση ἔτσι ὥστε νὰ ἐστιᾶσουμε τὴν προσοχή μας σὲ ἐκεῖνες τὶς φυσικὲς ιδιότητες τοῦ μικροσυστήματος πού παρατηροῦμε, οἱ ὁποῖες μποροῦν νὰ μεγεθυνθοῦν συγχρόνως στὸ «κλασσικὸ» μακροσκοπικὸ ἐπίπεδο. Μὲ ἄλλα λόγια θὰ πρέπει νὰ διαταράξουμε τὸ φυσικὸ σύστημα (τὸ ηλεκτρόνιο στὴν περίπτωσι αὐτὴ) με μία μεγεθυντικὴ συσκευὴ ἢ ὁποία θὰ προκαλέσει τὴν ἀποσυνοχή (decoherence) τῆς κβαντικῆς καταστάσεως, ὥστε ἡ (3) νὰ ἀντικατασταθεῖ ἀπὸ τὴν ἀκόλουθη διαδικασία «καταρρεύσεως τῆς κυματοσυναρτήσεως».

$$\left| \Psi(\bar{x}_a, t_a) \right|^2 \xrightarrow[\text{κατάρρευση}]{\text{μέτρηση}} \sum_{i=1}^N |c_i|^2 |\psi_i|^2 \quad 4$$

Με τὸν τρόπο αὐτόν, προσδιορίζονται οἱ κλασσικὲς πιθανότητες πού θυμίζουν συνήθη σωματιδιακὴ συμπεριφορά. Βλέπουμε ὅτι ἡ διαδικασία τῆς παρατηρήσεως προκάλεσε τὴν ἀποσυνοχή τῆς καθαρῆς κυματοσυναρτήσεως  $\Psi$  ὥστε νὰ καταρρεύσει σὲ μία συγκεκριμένη κατάσταση  $\Psi_i$  με πιθανότητα  $c_i|^2$  μετὰ τὴν παρατήρηση/μέτρηση, ὁδηγώντας στὴν παρατηρούμενη σωματιδιακὴ συμπεριφορά.

Παρεπιπτόντως, ἡ διάσημη ἀρχὴ τῆς ἀβεβαιότητας τοῦ Heisenberg ἀποτελεῖ τὴν διαισθητικὴ διατύπωση τῶν ὅσων εἴπαμε παραπάνω, ὅτι δηλαδὴ ἡ παρατήρηση/μέτρηση τῶν φυσικῶν φαινομένων στὸν μικρόκοσμο διαταράσσει τὸ παρατηρούμενο σύστημα με ἓναν μὴ-ἐλεγχόμενο τρόπο, προκαλώντας ἔτσι ἀβεβαιότητες στὶς τιμὲς τῶν παρατηρουμένων μεγεθῶν,

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar \quad (5)$$



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Π. Α. Λιγομενίδης, «Πληροφορική: Έννοιες και Τεχνολογία», ΠΑΑ **69** (1994), Β' Τεύχος, σελ. 127.
2. Π. Α. Λιγομενίδης, «Περιπλανήσεις και Αναζητήσεις με το Λυχνάρι της Πληροφορίας», ΠΑΑ, **69** (1994), Β' Τεύχος, σελ. 385.
3. Π. Α. Λιγομενίδης, «Πληροφορία και Φυσική», ΠΑΑ **70** (1995), Β' Τεύχος, σελ. 385.
4. Π. Α. Λιγομενίδης, «Ανάδυση Μορφών, Κωδικών και Πληροφορίας στον Φυσικό, Βιολογικό και Νοητικό Κόσμο», ΠΑΑ, **71** (1996), Β' Τεύχος, σελ. 73.
5. D. Follesdall, «Meaning and Experience», in *Mind and Language*, S. Guttenplan (Ed), Oxford: Clarendon, 1975.
6. Alastair Rae, *Quantum Physics: Illusion or Reality*, Cambridge University Press, 1986.
7. V. Weisskopf, *La Revolution de Quanta*, Hachette, 1989.
8. P. A. Ligomenides, «Computation and Uncertainty in Regulated Synergetic Machines», in *Lectures in Computer Science: Uncertainty in Knowledge Bases*, vol. 521, B. Bouchon-Meunier, R. R. Yager and L. A. Zadeh (Eds), Springer-Verlag, 1991.
9. P. A. Ligomenides, «Wave Mechanical Uncertainty and Speed Limitations», *IEEE Spectrum*, vol. 4, 2: 65-68, 1967.
10. R. Penrose, *The Emperor's New Mind*, Oxford University Press,
11. Jack Sarffati, *Psychoenergetic Systems*, vol. I, Gordon and Breach: London, 1974.
12. P. A. Ligomenides, «Modeling Experiential Knowledge with Procedural Schemata of Holistic Perception», in *Lectures in Computer Science: Uncertainty and Intelligent Systems*, B. Bouchon et al, vol. 313, Springer-Verlag, Berlin, 1988.
13. Keith Floyd, «Of Time and the Mind» in *Fields Within Fields. no. 10*, Winter1 973-74, pp. 47-57.
14. Roger Penrose, *Shadows of the Mind*, Oxford University Press.