

Επιστήμη και Τέχνη

Γεώργιος Ι. Παπαδόπουλος, 2/6/2014

Στη σημερινή σύναξη μελών και φίλων της Σώματος Ομοτίμων Καθηγητών έχω την τιμή να ομιλήσω για την επιστήμη και τέχνη καθώς κυρίως τη μεταξύ τους συνάφεια, και πολύ θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για αυτή την ευκαιρία.

Εις ότι αφορά την επιστήμη θα επικεντρωθώ στη φυσική με την οποίαν είμαι περισσότερο εξοικειωμένος, αλλά όχι μόνο, καθότι στη βάση συναφών επιστημών, όπως χημεία, γεωλογία βρίσκεται η φυσική. Η φυσική, ο μεγάλος αυτός κλάδος της ανθρώπινης διανοητικής καλλιέργειας άρχισε να διαμορφώνεται στη σημερινή του μορφή κατά τη περίοδο της αναγεννήσεως. Η μορφή αυτή συνίσταται από εμπνευσμένες εικασίες σε σχέση με τη λειτουργία της φύσεως σε διάφορες περιοχές ομοειδών φαινομένων. Κάτι τέτοιο υπήρχε και στους χρόνους των αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων, αλλά τώρα οι συνέπειες των εικασιών ελέγχονται και με το πείραμα. Αυτό, βέβαια με εξαίρεση κατά κύριο λόγο τον Αρχιμήδη, ο οποίος, παρεμπιπτόντως, υπήρξε και ο πρώτος ενοποιητής δυνάμεων. Με την υδροστατική του αρχή έδειξε ότι η άνωση και το βάρος, δύο αντίθετες σε κατεύθυνση δυνάμεις, έχουν την ίδια προέλευση, τη βαρύτητα.

Όπωςδήποτε, όμως, η προέλευση της επιστήμης της φύσεως μπορεί να τοποθετηθεί προ αμνημονεύτων χρόνων. Σε εκείνους τους χρόνους ο άνθρωπος βλέποντας τα βουνά, τις θάλασσες, υφιστάμενος τους ανέμους και άλλα φυσικά φαινόμενα, από τη μια μεριά είχε μία ενστικτώδη αισθητική απόλαυση, και από άλλη αισθανόταν την ανάγκη να κατανοήσει τα τεκταινόμενα στη φύση. Η ανάγκη αυτή βοήθησε τον άνθρωπο να παραγάγει μέσα για την επιβίωση του και ταυτοχρόνως να ικανοποιεί το φυσικό ένστικτο της περιέργειας.

Στην περιέργειαν, κατά βάση, εδράζεται η δημιουργία γνώσεως που αφορά στη λειτουργία της φύσεως. Τέτοια γνώση ήταν σε θέση να παραγάγει τεχνολογία, η δημιουργία της οποίας αποσκοπούσε, κατά κύριο λόγο, στην επιβίωση του ανθρώπου. Από τινος, όμως, και εφ' εξής ο σκοπός αυτός έχει ξεπεραστεί. Αλλά, επιτρέψατε μου να είπω ότι ούτε η επιστήμη, ούτε η τεχνολογία μπορούν να καταστούν υπεύθυνες για την όποια αλόγιστη χρήση των επιτευγμάτων τους.

Το άλλο ένστικτο, όπως προαναφέρθηκε, η πηγή της τέχνης, δεν μπορεί πράγματι να ξεχωριστεί από την επιστήμη της φύσεως. Το καλλιτεχνικό στοιχείο στην φυσική εδράζεται σε δύο κυρίως εκφάνσεις, αφ' ενός στη πραγμάτευση συμμετριών, στοιχεία καλαισθησίας, αρμονίες υπό την ευρείαν έννοιαν, και αφ' ετέρου στον τρόπο καταγραφής των ευρημάτων της, κατ' ουσίαν τους νόμους λειτουργίας της φύσεως, οι οποίοι σε τελική συμβολική μορφή λαμβάνουν μαθηματικό ένδυμα. Επί πλέον η τέχνη δρα κατά τρόπο συμπληρωματικό προς όφελος της φυσικής: κατά τούτο, μία θεωρία κρίνεται επικρατέστερη άλλης, με την ίδια προβλεπτική εμβέλεια για δεδομένη περιοχή ομοειδών φαινομένων, με βάση την απλότητα και ομορφιά.

Εις ότι αφορά τη μαθηματική έκφραση του νόμου, αυτή μπορεί να παραλληλιστεί με πίνακα, του οποίου δυστυχώς η κρυμμένη αισθητική περιορίζεται κατά κύριο λόγο στους λειτουργούς της φυσικής. Ο νόμος συνιστά, μεταξύ άλλων, μίαν απέραντη συμπύκνωση δεδομένων και εκφράζεται κατά τρόπο συμβολικό. Αυτή ακριβώς η παράσταση του, μαζί με την εσωτερη απείρου μεγέθους πληροφορία, αποτελεί έργο τέχνης.

Ίσως στο σημείο αυτό θα μπορούσε να γίνει μία παρένθεση σχετικά με το νόμο, χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα. Ένας τρόπος καταγραφής πληροφορίας είναι μέσω πειραματικών μετρήσεων. Ο τρόπος αυτός θα παρείχε κάποια γνώση, περιορισμένη, που στο σύνολο της, ακόμη κι' αν ήταν δυνατό, δεν θα χώραγε στο ανθρώπινο μνημονικό. Για φανταστείτε να κατέγραφε κανείς τη διαδρομή που κάνει σωματίδιο υπό την επίδραση, πέστε, σταθεράς δυνάμεως. Κάθε φορά που θα αλλάζαμε την αρχική ταχύτητα (πάρτε συνέχεια την ίδια θέση) θα είχαμε και άλλη διαδρομή. Και μόνον αυτή η περιορισμένη πληροφορία για τις διαδρομές εμπεριέχει απειρία διαδρομών.

Όμως, με εμπνευσμένες εικασίες προικισμένων διανοητών σε συνδυασμό με κατάλληλο νοητικό πλαίσιο καταλήξαμε στο νόμο του Νεύτωνα (τον τρίτο νόμο της δυναμικής), ο οποίος συμπυκνώνει τις όποιεςδήποτε για κάθε ειδική περίπτωση διαδρομές για ένα σωματίδιο. Από το νόμο της δυναμικής

μπορούμε, αρκεί δεδομένης της αρχικής θέσεως και της ταχύτητας, να βρίσκουμε τη διαδρομή του όποιου σωματιδίου ή και συστήματος, ακόμη και για μεταβαλλόμενες δυνάμεις. Στη παρένθεση αυτή θα έβλεπα τις διαδρομές, που προκύπτουν από το νόμο για τις διάφορες αρχικές συνθήκες, ή και για άλλες παραμέτρους, όπως μάζα και δύναμη, ως μία αποσυμπύκνωση του νόμου. Δεν θα έβλεπα το νόμο ως μία μηχανή, μία ευρετική μηχανή, που αν της έδινες ορισμένες παραμέτρους θα έψαχνε την άπειρη αποθήκη διαδρομών και θα σου έδινε αυτή που αντιστοιχεί στις δεδομένες συνθήκες. Θα έβλεπα το νόμο ως μία μηχανή που είναι σε θέση να παρέχει, κατά πολύ καλή προσέγγιση, εκείνη τη διαδρομή που αντιστοιχεί στις δεδομένες συνθήκες, σύμφωνα με τον τρόπο που προνοεί η φύση. Όλα αυτά, βέβαια, με τη συμβολή ενός εκπαιδευμένου χειριστή της συναφούς μηχανής. Γι' αυτό και προηγούμενα μιλήσαμε για λειτουργούς της φυσικής. Δεδομένης της πεποιθήσεως για το απαρέγκλιτο των νόμων, ο νόμος της δυναμικής μπορεί να θεωρηθεί ότι παρέχει μία δυνατότητα εισχωρήσεως στο μέλλον. Γνωρίζεις τη θέση και ταχύτητα του σωματιδίου τώρα και προβλέπεται τι θα συμβεί μετέπειτα. Αυτά για το νόμο της δυναμικής. Γενικότερα, θα έβλεπα το νομο ως ένα μηχανισμό που απεικονίζει ψηφιακά δεδομένη περιοχή της λειτουργίας της φύσεως.

Τα πιο πάνω, όπως ήδη έχει λεχθεί, αφορούν στους μύστες της επιστήμης, πλην όμως, το άρθρο αποσκοπεί να αναδείξει τη συνάφεια των δύο κοινωνικών κλάδων της επιστήμης και της τέχνης σε ευρύτερη κλίμακα. Έτσι, λοιπόν, θα παρακαλούσα να μου επιτραπεί να κινηθώ σχηματικά, κάπως, στην έδρα που παράγει τόσο τέχνη, όσο και επιστήμη. Πρόκειται για τον εγκεφαλικό διεργαστήρα που έχει στη διάθεση του το ανθρώπινο γένος. Σε συνδυασμό με τα αισθητήρια όργανα και την επεξεργασία που παρέχεται από το νοητικό σύστημα ο άνθρωπος απολαμβάνει, αφ' ενός, τις ομορφιές της φύσεως και, αφ' ετέρου, σταδιακά κατανοεί τη λειτουργία της φύσεως.

Η πιο πάνω αντίληψη οδηγεί προσεγγιστικά στην θεώρηση δύο μηχανισμών εγκατεστημένων στον εγκεφαλικό διεργαστήρα. Ένα μηχανισμό συναισθημάτων και ένα διατεταγμένου λόγου. Με την εικόνα αυτή θα απέδιδε κανείς τη τέχνη να προέρχεται από τον πρώτο μηχανισμό και την επιστήμη από τον δεύτερο. Οι δύο μηχανισμοί ευρίσκονται σε διαρκή αλληλεπίδραση, έστω και υποσυνείδητα. Αν υποθέσει κανείς ευκολότερη τη διέγερση του συναισθηματικού μηχανισμού, αυτό είναι συμβατό με την παρουσία ζωγραφικής την εποχή των σπηλαίων. Όμως, η τέχνη μπορεί να εδράζεται σε δεδομένο μηχανισμό, αλλά για την εκδήλωσή της, είτε σε μορφή ζωγραφιάς, ή μουσικής, χορού, λόγου, ή σε οποιαδήποτε άλλη μορφή είναι απαραίτητη η συνεργασία του μηχανισμού για τη λογική τάξη. Έτσι, λοιπόν, οι δύο μηχανισμοί υπερτίθενται με μία αναλογία. Η υπέρθεση αυτή, αναλόγως του ποσοστού συμμετοχής των δύο μηχανισμών, μπορεί να οδηγήσει είτε σε αυτό που θα χαρακτηρίζαμε ως τέχνη, είτε σε αυτό που θα χαρακτηρίζαμε ως επιστήμη.

Επικεντρωνόμενοι και πάλι στην φυσική, από τις επιστήμες, απώτερη επιδίωξη είναι η κατανόηση της λειτουργίας της φύσεως, και μάλιστα η καταγραφή ενός λογικού σχήματος που διέπει το σύμπαν, εκτεινόμενον από τα συστατικά των υποατομικών σωματιδίων, υλικών και άυλων, έως το αστρικό στερέωμα, τόσον χωρικά όσον και χρονικά. Μία τέτοια θεωρία στην οποία θα χωράνε τα πάντα πήρε το όνομα θεωρία του παντός. Είναι απώτερη επιδίωξη και ως τις μέρες μας δεν έχει επιτευχθεί.

Ως επιδίωξη άρχισε με τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους, οι οποίοι επεστράτευσαν δημιουργική φαντασίαν και παρήγαγαν λογικά σχήματα με μοναδικό σκοπό να εξηγήσουν τη λειτουργία της φύσεως. Όπωςδήποτε, όμως, η βάσανος της επιβεβαιώσεως, εκτός από το έργο, κυρίως, του Αρχιμήδη, έλειπε γενικώς. Εις ότι αφορά τη θεωρία του παντός θα αναφερθώ εδώ στην αντιστοίχιση από τον Πλάτωνα των τεσσάρων θεμελιακών στοιχείων του Εμπεδοκλή με κανονικά πολυέδρα. Η σύνδεση αυτή βοήθησε να δειχθεί μεταλλαγή των στοιχείων μέσω εσώτερου γεωμετρικού μετασχηματισμού των συνιστώντων σχημάτων. Πρόκειται για μία αναγωγή μορφών της φύσεως σε γεωμετρικές παραστάσεις. Έτσι, οι σπόροι της θεωρίας του παντός εσπάρησαν.

Στην αντίληψη μου η πιο πάνω εικόνα για μεταστοιχείωση δεν είναι εντελώς ξένη προς την τέχνη. Αυτή καθεαυτή η παράσταση με το συμπαραμομαρτούν σκεπτικό συνιστά έργο τέχνης. Επιπλέον, ο Πλάτων δανείστηκε τα κανονικά πολυέδρα από τους Πυθαγορείους, οι οποίοι μεταξύ άλλων συμβολών προς την ανθρώπινη σκέψη, συνεδύασαν την αρμονία, στοιχείο τέχνης, με συμφυείς αριθμούς (απλούς λόγους

μηκών χορδών), ένα μαθηματικό στοιχείο. Βλέπει κανείς εδώ μίαν έκφανση όπου τέχνη και επιστήμη συνπάρχουν.

Κατά σύμπτωση, ίσως, τη σημερινή εποχή η υπό εκκόλαψη θεωρία του παντός έχει ως βάση νανοσκοπικές χορδές. Για την ιστορία του πράγματος η θεωρία των χορδών στη νεώτερη εποχή εμφανίστηκε το 1914, μετά ξεχάστηκε και επανεμφανίστηκε τη δεκαετία του 1970 και συνεχίζει με δυναμική πορεία. Αφίνουμε, τώρα, την παρένθεση.

Οι αιώνες περνούν και η αυθεντία του εμπειρισμού αρχίζει να βασιλεύει, 17ος αιών, ή κάτι τόσο. Ακόμη και εκείνη την εποχή ο Kepler στον εμπειρικό του νόμο, σε σχέση με την κίνηση των πλανητών, αντιστοιχεί κανονικά πολύεδρα. Το παράδειγμα του Kepler ίσως να ήταν μία από τις τελευταίες περιπτώσεις της νέας εποχής όπου η επιστήμη συνοδεύεται μέσω φιλοσοφίας με την τέχνη. Από τότε έχουμε μία συνεχιζόμενη αυτονόμηση της επιστήμης της φυσικής, όπου το στοιχείο της τέχνης δεν είναι τόσο εμφανές, αποτέλεσμα της οποίας ο μη ειδικός να θεωρεί τους δύο μεγάλους κλάδους του πολιτισμού ως να είναι ξένοι ο ένας προς τον άλλο. Ίσως, η κατάσταση αυτονομίας των φυσικών και μαθηματικών επιστημών να έδωσε ώθηση προς την ανάπτυξη τους. Όπωςδήποτε, όμως, η φαινόμενη μείωση του φιλοσοφικού χαρακτήρα με διάθιση τέχνης είναι δυνατό να ευθύνεται για την απόσταση που χωρίζει τον κόσμο, γενικώς, από την επιστήμη.

Στην αντίληψη μου είναι επιθυμητό να γεφυρωθούν οι δύο μεγάλοι κλάδοι του πολιτισμού έκαστος των οποίων περιλαμβάνει στοιχεία του άλλου. Και οι δύο κλάδοι βασίζονται κατά μέγα μέρος στην φαντασία και η εικασία χαρακτηρίζει και τις δύο πλευρές. Θα ήταν λίαν επωφελές αν κατά τη μεταφορά γνώσεων από την παρούσα στην επερχόμενη γενεά εγένετο χρήση δοκίμων αναλόγων.

Χαλαρότης στην Τέχνη και Επιστήμη

Στην τέχνη εμφανίζεται σχετική χαλαρότης. Στην επιστήμη είναι αναγκαίος ο έλεγχος μιάς εικασίας έναντι συναφούς εμπειρίας. Σε σχέση με την χαλαρότητα, θα ήθελα να παρατηρήσω ότι η κβαντική μηχανική με την αρχή της απροσδιοριστίας του Heisenberg ανέδειξε την ύπαρξη μιάς εκ των πραγμάτων του μικροκόσμου αναπόφευκτη χαλαρότητα. Στο σημείο αυτό θα ήταν χρήσιμο να πούμε λίγα λόγια για την αρχή της απροσδιοριστίας. Πρόκειται για τη μέτρηση των λεγομένων συζυγών μεγεθών, όπως η θέση και ταχύτητα ενός σωματιδίου, ή μάλλον ακριβέστερα η ορμή του. Για λόγους επικοινωνίας θα μιλάμε παρακάτω για θέση και ταχύτητα. Στον μακρόκοσμο η θέση και ταχύτητα του σωματιδίου μπορούν να μετρηθούν ταυτόχρονα με ηυξημένη ακρίβεια. Αν πάμε στον μικρόκοσμο αυτό που συμβαίνει είναι όταν αυξάνεται η ακρίβεια μετρήσεων της μιάς εκ των δύο συζυγών παραμέτρων μειώνεται η ακρίβεια για την άλλη. Θα διερωτάται κανείς το πως συμβαίνει να έχουμε στο μικρόκοσμο αυτή την αδυναμία; Χωρίς να μπορούμε σε λεπτομέρειες θα κινηθούμε πολύ αδρομερώς με ένα ανάλογο. Ας σκεφτούμε πως μετράμε από απόσταση την ταχύτητα κινουμένου οχήματος. Ρίχνουμε υπερήχους ορισμένης συχνότητας, οι οποίοι ανακλώμενοι από το κινούμενο σώμα επιστρέφουν με διαφορετική συχνότητα. Από τη διαφορά των συχνοτήτων προσδιορίζεται η ζητούμενη ταχύτητα. Για φανταστείτε, τώρα, ότι το σώμα του οποίου τη ταχύτητα θέλουμε να μετρήσουμε είναι αρκετά μικρό και ελαφρύ ώστε το κύμα των υπερήχων να του αλλάζει τη ταχύτητα. Κάτι ανάλογο μπορεί να φανταστεί κανείς και στη περίπτωση του μικροκόσμου, όταν επιδιώκουμε να μετρήσουμε τη θέση. Τα διερευνητικά φωτόνια που μπορούν χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση επιρεάζουν την κινητική κατάσταση του μικροκοσμικού σωματιδίου. Έτσι, μπορούμε να πάρουμε τη θέση, επηρεάζοντας, όμως, τη ταχύτητα. Ίσως, να μακρυγόρησα, αλλά νομίζω ήταν αναγκαίο να δοθεί κάποια εξήγηση, έστω και ακροφυγώς, γι' αυτή την εκ των πραγμάτων αδυναμία.

Από τα πιο πάνω προκύπτει ακόμη ένα κοινό χαρακτηριστικό της επιστήμης και της τέχνης, η χαλαρότης, η πηγή της οποίας για την επιστήμη έχει συζητηθεί και κατά πάσαν πιθανότητα διαφέρει από την αντίστοιχη της τέχνης. Πλην, όμως, εις ότι αφορά τα μέσα εικαστικής περιγραφής των περιοχών του απροσδιορισμικού υπάρχει ομοιότητα, καθότι και οι δύο περιπτώσεις χαρακτηρίζονται από αφηρημένες εκφραστικές μορφές. Ο δυναμικός νόμος της κβαντικής μηχανικής παρέχει εμμέσως την πληροφορία για τα μικροσκοπικά συστήματα μέσω κυματικής συναρτήσεως, από την οποία η εξαγωγή της συναφούς πληροφορίας επιτυγχάνεται κατόπιν ειδικής επεξεργασίας.

Φαντασία και Φυσική

Όπως προαναφέρθηκε τόσο η τέχνη όσο και η επιστήμη βασίζονται κατά μέγα μέρος στη φαντασία και η εικασία συνιστά κοινό χαρακτηριστικό. Η σύνδεση της φαντασίας με την τέχνη είναι κοινώς αποδεκτή, και θεωρείται απαραίτητο συνθετικό της καλλιτεχνίας. Εις ότι αφορά την επιστήμη της φύσεως είδαμε ότι οι διάφοροι νόμοι στους οποίους καταλήγουμε για περιορισμένες περιοχές της λειτουργίας της φύσεως είναι προϊόντα εικασιών περιβεβλημένων με μαθηματικό ένδυμα, αφού προηγουμένως έχει ενισχυθεί η πεποίθηση της ισχύος των μέσω συναφών πειραματικών επιβεβαιώσεων. Είναι αντιληπτό ότι η εικασία προαπαιτεί ενισχυμένη δημιουργική φαντασία. Σε πολλές, όμως, περιπτώσεις στην αρχαιότητα, περίοδο κατά την οποία η βάσανος της επιβεβαίωσης δεν εφηρμόζετο γενικώς, και αργότερα όταν δεν ήταν εφικτή, η φαντασία, η δημιουργική φαντασία, έπαιξε σημαντικό ρόλο στο να οδηγηθούμε σε σχήματα περιγραφής τεκταινομένων στη φύση, τα οποία μετά πολλούς αιώνες αργότερα ενισχύθηκαν εις ότι αφορά την ικανότητα να παρέχουν αξιόπιστα αποτελέσματα

Αν ρώταγε κανείς για το ποσοστό συμβολής της φαντασίας στην ανάπτυξη της φυσικής αυτό είναι κάτι που δεν μπορεί να καθοριστεί, αλλά μπορεί να δοθεί η γενική εικόνα. Θα έλεγα, από τις ανθρώπινες ποιότητες που συνεργάζονται για την προαγωγή της επιστήμης της φύσεως είναι η πλέον απαραίτητη. Προς επικουρίαν των ανωτέρω θα αναφερθώ σε παραδείγματα, τα οποία και ακολουθούν.

Πάω πολύ πίσω στον Επίκουρο και συγκεκριμένα στην εικασία του για τον μηχανισμό της οράσεως αντικειμένων. Κατά τον Επίκουρο στην επιφάνεια των σωμάτων που βλέπουμε εδράζονται ταλαντωτές οι οποίοι εκπέμπουν σωματίδια τα οποία κινούνται ευθυγράμως και με σταθερά ταχύτητα. Τα σωματίδια αυτά φτάνοντας στο μάτι προκαλούν ειδική διέγερση η οποία και παρέχει την αίσθηση της εικόνας του αντικειμένου.

Η εικασία, η εμπνευσμένη αυτή εικασία, με τους δονητές και την εκπομπή προς διάφορες κατευθύνσεις ευθυγράμως και ισοταχώς σωματιδίων (φωτονίων, όπως θα λέγαμε σήμερα) στερεώθηκε μαζί με πρόσθετους μηχανισμούς, όπως για το πως διεγείρονται οι δονητές, στις αρχές του περασμένου αιώνα κατά τη μελέτη του λεγομένου μέλανος σώματος από τον μεγάλο φυσικό Planck. Η εικόνα των δονητών και εκπομπών σωματιδίων του Επικούρου συνιστά παράδειγμα επιτυχούς εικασίας, καθαρό προϊόν δημιουργικής φαντασίας. Εκείνο που θα έλεγε κανείς είναι ότι την εποχή του Επικούρου δεν υπήρχαν ούτε μέσα, ούτε και η νοοτροπία ήταν τέτοια ώστε να υπάρξει εμπειρική επιβεβαίωση της εικασίας, και αυτό την κάνει πιο θαυμαστή.

Όπως ελέχθη και θα δούμε σε λεπτομερέστερη μορφή, προκειμένου για τη μελέτη ομοειδών φαινομένων έχουμε σύνδεση φαντασίας με κατάλληλο εννοιολογικό πλαίσιο ενδεδυμένο με εξ' επί τούτου μαθηματική περιβολή. Ο εν λόγω μαθηματικός μηχανισμός αφ' ενός μεν επιτρέπει την καταγραφή συνεκτικώς των φαινομένων και εφ' ετέρου παρέχει την δυνατότητα συνδέσεως με την εμπειρία τόσο για επιβεβαίωση, όσο και εν συνεχεία πρόβλεψη.

Την επανεμφάνιση του το φως σε μορφή σωματιδίων κάνει με τον Νεύτωνα τον 17ο αιώνα. Και εδώ επρόκειτο και πάλι για εικασία κατά μέγα μέρος αυτή τη φορά. Και αυτό διότι εκείνη την εποχή άρχισε με τα πειράματα συμβολής του φωτός από τον Young να εδραιώνεται η άποψη για την κυματική φύση του φωτός, κατ' ουσίαν εκτεταμένη κατάσταση. Ο Νεύτωνα αντέτεινε, τότε, το επιχείρημα ότι αν το φως ήταν φτιαγμένο από κύματα, όπως ο ήχος, τότε αν ρίχνω σε πέτασμα δέσμη φωτός στο πίσω μέρος θα περνάει φως από τα πλάγια, πράγμα που δεν συμβαίνει. Το επιχείρημα καλό, με μόνη τη διαφορά ότι ο ήχος έχει μήκος κύματος της τάξεως, ή και μεγαλύτερο, από τις διαστάσεις του πετάσματος και το κύμα, μία διαταραχή με έκταση, λόγω των διαστάσεων της εμποδίζεται κατά ένα μέρος από το πέτασμα και το υπόλοιπο συνεχίζει την προώθηση της διαταραχής. Αν όντως το φως έχει και κυματική έκφανση θα πρέπει κανείς να αναζητήσει εμπειρία όπου το πέτασμα να είναι αναλόγων διαστάσεων προς το μήκος κύματος του φωτός. Πλην, όμως, η αυθεντία του Νεύτωνα δεν ήταν εύκολο να παραγνωριστεί.

Τα χρόνια πέρασαν κι' αλλάξαν οι καιροί. Ήλθε η επικράτεια της συνεχείας, των εκτεταμένων καταστάσεων των οντοτήτων. Έτσι, με τη στήριξη του πειράματος επεβλήθη η κυματική φύση του φωτός. Να, όμως, που το πείραμα ήλθε και πάλι να στηρίξει τη σωματιδιακή όψη στη δομή του φωτός. Ήταν στις αρχές του περασμένου αιώνα με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Ένα φαινόμενο κατά το οποίο προσπίπτον φως σε επιφάνεια (μεταλλικού) υλικού πέταγε ηλεκτρόνια προς τα έξω. Τα πράγματα δεν

ήταν και τόσο απλά, το οποιοδήποτε φως να εκδιώκει ηλεκτρόνια. Με μονοχρωματικό φως, όταν συνέβαινε το φαινόμενο, τα εκβαλλόμενα ηλεκτρόνια είχαν την ίδια ενέργεια. Αυξάνοντας την ροή του φωτός έβγαινον απλώς περισσότερα ηλεκτρόνια. Αύξηση της συχνότητας σημαίνει αύξηση στην ενέργεια του κάθε κβάντου του φωτός. Με μονοχρωματικό η συχνότητα όφειλε να υπερβαίνει ένα όριο. Εδώ με την παρέμβαση της αυθεντίας του Einstein ο οποίος ερμήνευσε το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο επί τη βάσει των αδιάσειστων αρχών διατηρήσεως της ενεργείας και της ορμής με τη βοήθεια των τεμαχίων ενεργείας (κβάντων) που προέβλεπε η θεωρία του Planck για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και την αντίστοιχη ορμή τους επανήλθε στο προσκήνιο η σωματιδιακή όψη του φωτός. Το σωματίδιο του φωτός, το φωτόνιο, θα πρέπει να έχει ενέργεια μεγαλύτερη από αυτή που θα δαπανηθεί για το ξεκόλλημα του ηλεκτρονίου ώστε να μείνει και κάτι στο ηλεκτρόνιο μετά την έξοδο του καθώς και για ότι χρειάζεται για τη διατήρηση της ορμής.

Κάνοντας αναδρομή από τον Επίκουρο ως τον Einstein βλέπει κανείς μια παλινδρόμηση ιδεών από σωματίδιο σε κύμα και από κύμα σε σωματίδιο. Εδώ κάτι συμβαίνει, ένα εννοιολογικό μπέρδεμα, μήπως; Για τον μακρόκοσμο, ίσως ναι. Για τον μικρόκοσμο η διφυής μορφή είναι μία πραγματικότητας. Αναλόγως των συνθηκών τότε εμφανίζεται η μία μορφή η εκτεταμένη, το κύμα, και τότε η συγκεντρωμένη, το σωματίδιο. Οι δύο φύσεις της οντότητας φως συμπληρώνουν η μία την άλλη. Αυτή είναι μία ειδική περίπτωση της αρχής της συμπληρωματικότητας του Bohr.

Ένα άλλο παράδειγμα δημιουργικής φαντασίας, εξ' ίσου αξιοσημείωτο έχει να κάνει με τα υποατομικά σωματίδια και οφείλεται στον Faraday τον 19^ο αιώνα. Ο Faraday, μέγας φυσικός, αυτοδίδακτος, χωρίς Πανεπιστημιακή μόρφωση, ενοράθη την κυματική φύση των υποατομικών σωματιδίων, ένα περίπου αιώνα πριν την έλευση της κβαντικής ή κυματικής μηχανικής, λέγοντας: Τα σωματίδια στον μικρόκοσμο δεν συμπεριφέρονται ως συγκεντρωμένες οντότητες, αλλά όπως τα κύματα της θάλασσας, τα οποία και όταν συναντώνται περνούν το ένα μέσα από το άλλο. Την εποχή του Faraday μία τέτοια ρήση ίσως και να χαρακτηριζόταν φαντασίωση. Να, όμως, που στις αρχές το 20ού αιώνας έρχεται η κυματική μηχανική, η οποία επεξεργάζεται τις εν λόγω οντότητες ως κάτι το εκτεταμένο, τότε σε μεγάλη έκταση και τότε σε μικρή, αναλόγως των περιστάσεων. Έχουμε και εδώ μίαν εμφάνιση της διφυούς φύσεως, που εντάσσεται στην αρχή της συμπληρωματικότητας του Bohr.

Ίσως, τα πράγματα να φαίνονται κάπως συγκεχυμένα. Όμως, το μαθηματικό πλαίσιο επεξεργασίας δεν παρέχει τέτοιου είδους δυσκολίες. Βέβαια, θα πρέπει να έχουμε υπ' όψιν ότι ο δυναμικός νόμος της κβαντικής μηχανικής στη μαθηματική του έκφραση συνιστά ένα εργαλείο, το οποίο παίζει τον ρόλο μεσάζοντος για την σύνδεση των συναφών εμπειρικών δεδομένων με αντίστοιχα νοητικά προϊόντα.

Με τα πιο πάνω βλέπουμε την ύπαρξη ενός ακόμη χαρακτηριστικού, τη φαντασία, που μοιράζονται η επιστήμη με την τέχνη.

Επεκτασεις των Νόμων της Φυσικής και Πιθανές Ομοιότητες με την Αφηρημένη Τέχνη

Όπως είδαμε ο νόμος συνιστά μία απέραντη συμπύκνωση δυνατών νοητικών εικόνων που προκύπτουν από εκφάνσεις της λειτουργίας της φύσεως και λαμβάνει μαθηματική διατύπωση. Η μαθηματική μορφή του νόμου εμπεριέχει τα πειραματικά δεδομένα που οδήγησαν στην εύρεση του και επιπλέον με την αποσυμπύκνωση του μπορούν να προκύψουν δεδομένα τα οποία μπορούν να επιβεβαιωθούν από το πείραμα. Η δυνατότης που μας παρέχει η αποσυμπύκνωση του νόμου καμιά φορά μπορεί να μας οδηγήσει στα όρια της ισχύος του. Αυτό συνέβη με το νόμο της δυναμικής του Νεύτωνα για πολύ μεγάλες ταχύτητες. Εδώ ήλθε η θεωρία της σχετικότητας για να δώσει την απαιτούμενη επέκταση στην περιοχή των πολύ μεγάλων ταχυτήτων. Το ίδιο συνέβη όταν πήγαμε να εφαρμόσουμε το νόμο, και πάλι, της δυναμικής σε πολύ μικρά σωματίδια, τα υποατομικά σωματίδια. Και πάλιν εδώ οι αποσυμπυκνώσεις του δυναμικού νόμου στη πιο πάνω περιοχή έδωσαν αποκλίσεις. Η επέκταση έμελλε να γίνει περί την εικοσαετία του περασμένου αιώνα με την έλευση της κβαντικής δυναμικής.

Το φαινόμενο της επεκτάσεως ενός αρχικού νόμου με άλλο που διευρύνει την περιοχή ισχύος του αρχικού επιτυγχάνεται καμιά φορά με νέο εννοιολογικό πλαίσιο, όπως συνέβη με την κβαντική δυναμική, καθώς και με αντίστοιχο νέο μαθηματικό ένδυμα. Όμως, ο καινούργιος τρόπος περιγραφής παρέχει σύνδεση με τον αρχικό.

Εις ότι αφορά την επέκταση των νόμων με νέα εργαλεία, εννοιολογικά και συμβολικά, είναι ενδεχόμενο να συρθεί κάποια αναλογία με τη τέχνη, όπως τη ζωγραφική, ή ποίηση, αναφορικά με τη παράσταση της εκτεταμένης μορφής του νόμου. Εδώ υπάρχει κάποιας μορφής αναλογία με την αφηρημένη μορφή της τέχνης, κατά τούτο, καθ' ό τι η εκτεταμένη μορφή του νόμου παρέχεται και αυτή σε πιο αφηρημένη μορφή.

Όντως, τα παραστατικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την έκφραση του νέου νόμου, του πλέον διευρυμένου, έχουν κατά ένα τρόπον αφηρημένη χροιά. Κάτι τέτοιο εντοπίζεται, κατά κύριο λόγο, στην κυματική συνάρτηση, μία μιγαδική συνάρτηση, στην κβαντική δυναμική. Η εν λόγω συνάρτηση περιλαμβάνει όλη τη πληροφορία για το σύστημα στο οποίο αναφέρεται. Ο δυναμικός νόμος της κβαντικής δυναμικής διέπει την εξέλιξη της συναφούς συναρτήσεως. Για την εξαγωγή της κρυμμένης πληροφορίας απαιτείται ειδική επεξεργασία της εν λόγω νοητικής οντότητας. Αυτή καθ' εαυτή η συνάρτηση είναι κατά βάση αφηρημένη οντότης και η επαφή της με τα μεγέθη που έχουμε εθιστεί από την κλασσική μηχανική, όπως, ενέργεια, ορμή, θέση, εξάγονται με εξ' επί τούτου μηχανισμούς. Το αξιοσημειωτο με την κυματική συνάρτηση είναι ότι από μία και μόνο παράσταση μπορούν να παραχθούν όλες οι συναφείς παράμετροι που αφορούν στο σύστημα στο οποίο αναφέρεται. Ένα άλλο στοιχείο που μπορεί να επισημανθεί έχει να κάνει με το γεγονός ότι σε ορισμένες περιπτώσεις η πληροφορία που παρέχεται για ένα σωματίδιο είναι στατιστικής φύσεως. Για πολλά καθίσταται προσδιορισμική. Το στατιστικό, βέβαια, στοιχείο υποδηλοί μία πλαδαρότητα, χαρακτηριστική στη μελέτη του μικροκόσμου. Η θέση σωματιδίου, για παράδειγμα, δίνεται με πιθανότητα.

Τα πιο πάνω παρέχουν μίαν εικόνα προσιδιάζουσας με στοιχεία αφηρημένης τέχνης, όπου πολλά συμβαίνοντα περιλαμβάνονται στον ίδιο χώρο. Στη περίπτωση της φυσικής επιδιώκεται η περιγραφή μίας λειτουργίας της φύσεως με αναγωγή σε μία περιεκτική οντότητα με χρήση συναφών κανόνων. Στην περίπτωση της τέχνης, ίσως, μεταξύ των κανόνων να υπεισέρχονται και προσωπικά στοιχεία του καλλιτέχνη. Δεν παύει όμως και στις δύο περιπτώσεις η διαδικασία να διέπεται από καλαισθησία.

Ο Dirac, ο μέγας φυσικός, που ξεκίνησε μηχανικός, ήταν ο άνθρωπος που εκμεταλεύθηκε στο μεγαλύτερο βαθμό το ενδογενές καλλιτεχνικό στοιχείο της φυσικής του μικροκόσμου για να καταλήξει στην άγνωστη ως τις μέρες του αντιύλη, η ύπαρξη της οποίας διαπιστώθηκε λίγα χρόνια μετά και πειραματικώς. Θα έλεγα ότι η χρήση καλλιτεχνίας καθώς και η αρχή της συμπληρωματικότητας, μεταξύ άλλων, για διφυείς οντότητες έχουν οδηγήσει σε νέους τροπους του σκέπτεσθαι.

Νομίζω, ήλθε η ώρα να αποχωρήσω του βήματος, με την ελπίδα ότι η διάλεξη έχει δώσει το έναυσμα για περαιτέρω σκέψη απάνω στα χαρακτηριστικά και τη σχέση μεταξύ των δύο μεγάλων κλάδων του πολιτισμού, την επιστήμη και τη τέχνη. Πλήν, όμως, θα παρακαλούσα να μου δωθεί η δυνατότητα να πω λίγα λόγια την επιστήμη και τεχνολογία.

Επιστήμη έναντι Τεχνολογίας

Είμαι από αυτούς που πιστεύουν ότι η επιστήμη θα πρέπει να οδεύει ακώλυτη, χωρίς κατά νουν τις εφαρμογές. Αν οι εφαρμογές συνιστούν τον πόλο της επιστήμης η επιστήμη θα έχει απώλειες, τέτοιες, που θα πάψει να παράγει γνώση. Μία τέτοια κατάσταση πραγμάτων θα οδηγήσει σε τελμάτωση τόσο της επιστήμης, όσο και της τεχνολογίας.

Προς επίρρωση των πιο πάνω θα αναφερθώ στην ιστορία του laser. Το 1917 ο Einstein στην προσπάθεια του να αναπαραγάγει τον τύπο του Planck για την πυκνότητα ακτινοβολίας σε κοιλότητα μέλανος σώματος θεώρησε μία μικρής πιθανότητας διεργασία (τη διεργασία διεγειρόμενης εκπομπής) για την ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ ακτινοβολίας και ατομικής ύλης. Εκείνη την εποχή ο Einstein δεν μπορούσε να φανταστεί την κατασκευή ενός laser. Όμως, μερικοί Φυσικοί είχαν δει τη δυνατότητα μιας τέτοιας συσκευής. Άλλοι το βρίσκανε αδύνατο με το επιχείρημα ότι η τάση της φύσεως είναι προς την αταξία, σε αντίθεση με του laser, μία μηχανή φωτός που σου δίνει ενισχυμένη τάξη στο φως. Να όμως, που το 1948 πραγματοποιήθηκε η πρώτη μηχανή φωτός, ο maser, που λειτουργούσε στην περιοχή των μικροκυμάτων. Στις αρχές του 1960 ακολούθησε ο laser, μηχανή φωτός στην περιοχή που ορατού φωτός. Πέρασαν κάπου 40 χρόνια απο τη θεώρηση εκείνης της διεργασίας του 1917.

Ένα άλλο παράδειγμα έχει να κάνει με τις ασκήσεις κβαντικής φυσικής του 1930, σε σχέση με τη διέλευση σωματιδίων διά φραγμών με κινητική ενέργεια χαμηλότερη του ύψους των φραγμών, πράγμα που σύμφωνα με την κλασική μηχανική απαγορεύεται. Κανείς τότε δεν μπορούσε να φανταστεί τη δίοδο Esaki με εφαρμογές στην εκπομπή μικροκυμάτων. Η εν λόγω εφαρμογή έλαβε χώρα τη 10ετία του 1970, κάπου 40 χρόνια μετά την εκπαιδευτική χρήση του φαινομένου της κβαντικής διορύξεως φραγμού.

Τα πιο πάνω μας λένε: άστε την επιστήμη να οδεύει μόνη χωρίς τις εφαρμογές κατά νουν, οι εφαρμογές, οπωσδήποτε, θα ρθουν. Έχοντας πει τα πιο πάνω, είμαι και από αυτούς που πιστεύουν στην κοινωνική υποχρέωση που έχει η επιστήμη να παράγει εφαρμογές. Το σκέλος των εφαρμογών, η τεχνολογία, είναι τόσο χρήσιμη για την πρόοδο της επιστήμης, όσο και για την απάλυνση του μόχθου για την επιβίωση του ανθρώπου. Επιτρέψατε μου, ακόμη, να είπω ότι τόσο η τεχνολογία, όσο και η επιστήμη δε μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνες για την όποια αλόγιστη χρήση τους από τους αδηφάγους της οικουμένης.

Σας ευχαριστώ.

Ευχαριστώ, επίσης, την κόρη μου, Έμμα, για τη συμβολή της στη διάνθηση του κειμένου της περιλήψεως με δύο πίνακες της .