

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 29<sup>ΗΣ</sup> ΜΑΪΟΥ 1990

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΒΛΑΧΟΥ

Η ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ  
ΚΑΙ ΠΡΑΞΗ  
(LAPLACE, MENDEL, HEISENBERG, ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΙΡΑ)

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΤΙΚΟΥ Κ. Ι. ΠΑΠΑΔΑΚΗ

Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένας από τους σκοπούς της επιστήμης είναι να καλλιερεώσει τις προβλέψεις του μέλλοντος. Η τεχνολογία μπορεί να θεωρηθεί σαν πρόγνωση του μέλλοντος. Έαν κάμετε το και τό, υπό τας τάδε συνθήκας, θα έχετε, άσφαλώς, το τάδε άποτέλεσμα. Όλες μας οι πράξεις είναι συνδεδεμένες με κάποιες προβλέψεις. Ακόμη και όταν δεν επεμβαίνουμε, εάν ενδιαφερόμεθα για ένα ζήτημα, κάνουμε προβλέψεις. Η πρόβλεψη του μέλλοντος συνεχώς άπασχολεί τον άνθρωπο.

Για τους λόγους αυτούς το ζήτημα αυτό ενδιαφέρει όλες τις επιστήμες, και φυσικά τη φιλοσοφία. Αλλά στο σημερινό λόγο θα προσπαθήσω να κρατήσω τη συζήτηση μέσα στην επιστήμη. Ο ύπολογισμός των πιθανοτήτων βοηθεί σε όρισμένες, σχετικώς άπλές, περιπτώσεις. Αλλά δεν πρέπει να λησμονούμε ότι τα μαθηματικά είναι το σπουδαιότερο ίσως όργανο, που χρησιμοποιεί ή επιστήμη. Αλλά άλλο όργανο και άλλο άντικείμενο. Συνεπώς δεν μπορούμε να πούμε ότι το ζήτημα είναι μαθηματικό.

Ι. Για πολλούς επιστήμονες ο άνθρωπος είναι άπλώς ένα από τα άναρίθμητα είδη που έμφανίσθηκαν και εξακολουθούν να έμφανίζονται στον πλανήτη μας. Αλλά δεν είναι έτσι (Papadakis 1977). Ο άνθρωπος είναι το μόνο είδος που έχει την περιέργεια και ικανότητα να έρμηνεύει τα γεγονότα και το σύμπαν μέσα στο όποιο ζεί. Και αυτή ή διαφορά είναι τόσο μεγάλη, ώστε θα μπορούσαμε να διακρίνουμε τρία μεγάλα γεγονότα στην εξέλιξη των ζώντων όργανισμών: 1) την εμφάνιση της ζωής, 2) την εμφάνιση της

αἴσθησης καὶ κίνησης καὶ 3) τὴν ἐμφάνιση τῆς διανόησης. Βεβαίως τὰ ζῶα δὲν ἔχουν μόνο αἴσθηση καὶ κίνηση, ἔχουν καὶ φυτικές λειτουργίες. Ὁ ἄνθρωπος δὲν ἔχει μόνο διανόηση, ἔχει καὶ φυτικές καὶ ζωικές λειτουργίες. Κάθε νέα λειτουργία προστίθεται στὶς προηγούμενες καὶ δημιουργεῖται ἓνα νέο «βασίλειο» ζώντων ὀργανισμῶν, ποὺ συνυπάρχει μὲ τὰ προηγούμενα.

Μερικὲς φορές γίνεται σύγκρουση μεταξὺ αὐτῶν τῶν λειτουργιῶν διαφόρου ἐπιπέδου. Π.χ. τὰ ψυχοαναλυτικὰ ζητήματα ὀφείλονται συνήθως σὲ σύγκρουση μεταξὺ ζωικῶν λειτουργιῶν, συνήθως τοῦ ἐνστίκτου τοῦ ἔρωτος, καὶ διανοητικῶν λειτουργιῶν, ποὺ ἐπιβάλλουν συγκράτηση.

Ἡ νοημοσύνη βοηθεῖ βέβαια τὸν ἄνθρωπο στὴν πρόβλεψη τοῦ μέλλοντος. Καὶ ἀπὸ βιολογικὴ ἄποψη, γιὰ τὴν ἐπικράτηση τοῦ ἀνθρώπου στὸν πλανήτη μας, αὐτὸ εἶναι ἴσως τὸ σπουδαιότερο ἀποτέλεσμα τῆς νοημοσύνης. Παρ' ὅλες ὅμως τὶς προόδους τῆς ἐπιστήμης, καὶ τὰ ὅσα λέγονται καὶ γράφονται, μόνο ἀπλούστατα γεγονότα μπορεῖ νὰ προβλέψει ὁ ἄνθρωπος. Συνήθως τὰ γεγονότα εἶναι τόσο πολὺπλοκα, ὥστε οἱ προβλέψεις τους ἔχουν ἐλάχιστη πιθανότητα νὰ ἐπαληθευθοῦν.

Εἶναι ἴσως χρήσιμο νὰ προσθέσω ὅτι ὁ τρόπος μὲ τὸν ὁποῖο μαθαίνει ὁ ἄνθρωπος εἶναι τελείως διάφορος ἀπὸ τὸν τρόπο ποὺ μαθαίνουν τὰ ζῶα. Συγκρίνατε τὸν καιρὸ ποὺ θέλουν ἓνα κανονικὸ παιδί καὶ ἓνα ἀνώτερο ζῶο γιὰ νὰ μάθουν τὸ ἴδιο πράγμα, τὶς ἀνθρώπινες κοινωνίες μὲ τὶς κοινωνίες ζῶων. Μποροῦν τὰ ζῶα νὰ προβλέπουν, καμμιά φορά, καλλίτερα, καὶ οἱ κοινωνίες τῶν ζῶων νὰ λειτουργοῦν καλλίτερα. Ἀλλὰ ὁ μηχανισμὸς τοῦ φαινομένου, ἢ διαδικασία (process) εἶναι τελείως διάφορη. Στὴν περίπτωση τοῦ ἀνθρώπου εἶναι συνήθως νοητικὴ συνέπεια σκέψης, ἐνῶ στὰ ζῶα ὀφείλεται σὲ ἐνστικτα, συνήθειες ἢ αὐτοματισμὸ (ἐπανάληψη, χωρὶς σκέψη, προηγούμενης ἀντίδρασης). Χαρακτηριστικὸ ἐπίσης εἶναι ὅτι ἐνῶ στὴν κατανόηση τοῦ «μηχανισμοῦ» τῆς ἀντίδρασης τῶν ζῶων (νευρικὸ σύστημα, κλπ.) ἔγιναν σημαντικὲς πρόοδοι, στὴν κατανόηση τοῦ «μηχανισμοῦ» τῆς διανόησης ἢ ἐπιστήμης προχώρησε πολὺ λίγο.

Ἄλλο χαρακτηριστικὸ εἶναι ὅτι, ἐνῶ τὰ ζῶα ζοῦν σήμερα κατὰ τὸν ἴδιο τρόπο, ποὺ ζοῦσαν μερικὲς χιλιάδες χρόνια πρὶν, ὁ ἄνθρωπος διαρκῶς μεταβάλλει τρόπο ζωῆς. Ἐνῶ τὰ ζῶα ὑφίστανται μόνο γενετικὴ ἐξέλιξη, ὀφειλόμενη σὲ μεταβολὲς γονιδίων, καὶ ἡ ἐξέλιξη αὐτὴ εἶναι πολὺ βραδεία, ὁ ἄνθρωπος ὑφίσταται ἐπὶ πλέον πολιτιστικὴ (cultural) ἐξέλιξη, ὀφειλόμενη σὲ προόδους τῆς ἐπιστήμης, τεχνολογίας, τέχνης κλπ. Καὶ ἡ ἐξέλιξη αὐτὴ εἶναι πολὺ ταχύτερη (Papadakis 1977).

## 2. LAPLACE, MONO-NTETTERMINISMOS, ΠΟΛΥ-NTETTERMINISMOS, EIMARMENH

Ὅπως εἶδαμε, ἡ προσπάθεια νὰ ἐρμηνεύσει τὰ γεγονότα καὶ τὸ σύμπαν, μέσα στὸ ὁποῖο ζεῖ, εἶναι φυσικὴ στὸν ἄνθρωπο. Ἀλλὰ καὶ πολὺ δύσκολη. Γιὰ τὸ λόγο αὐτό, ἐκτός

ἀπὸ μερικὰ πολὺ ἀπλὰ φαινόμενα εἶχε τὴν τάση νὰ ἀποδίδει τὰ πάντα σὲ ὑπερφυσικὲς δυνάμεις. Μποροῦμε νὰ ποῦμε ὅτι ἡ ἐπιστῆμη γεννήθηκε στὰ κράτη-πόλεις τῆς ἀρχαίας Ἑλλάδας, ὅπου οἱ πολῖτες γνώριζαν ὁ ἓνας τὸν ἄλλον, ἦταν ἐλεύθεροι, ἐλάμβαναν μέρος στὶς ἀποφάσεις, στὴν ἄμυνα τῆς πόλης, καὶ ἦταν μακριὰ ἀπὸ τὶς μεγάλες αὐτοκρατορίες, ποὺ δημιούργησαν οἱ ἐπιδρομὲς τῶν νομάδων τῶν στεππῶν καὶ ἐρήμων. Ἄλλὰ δὲν διήρκεσε πολὺ. Γρήγορα ἤλθε ἡ παρακμὴ. Τὰ οἰκονομικὰ καὶ κυβερνητικὰ κέντρα τῆς Μεσογείου ἔφυγαν ἀπὸ τὴν ἀρχαία Ἑλλάδα, οἱ κυβερνήσεις, ἂν καὶ πολλὲς ἀπ' αὐτὲς ἦταν φωτισμένες, ἔγιναν αὐτοκρατορικὲς. Καὶ ἀκολούθησαν σχεδὸν δύο χιλιετηρίδες σκοτότος, ἕως τὴν Ἀναγέννηση, ὅπως πολὺ σωστὰ ὀνομάσθηκε ἡ νέα περίοδος, σὰν ἐπιστροφή στὴν ἐποχὴ τῆς ἀρχαίας Ἑλλάδας. Καὶ φθάσαμε στὸ 19ο αἰῶνα, «χρυσοῦν αἰῶνα» τῆς ἐπιστήμης, μὲ βᾶση τὴ λογικὴ καὶ τὸν πειραματισμὸ.

Ἡ ἐπιστῆμη ἄρχισε βέβαια μὲ τὰ φυσικοχημικὰ φαινόμενα, ποὺ εἶναι τὰ ἀπλούστερα ὄλων, καὶ μὲ ἀντικείμενα μεγάλου μεγέθους. Ἡ ἀστρονομία εἶναι μία ἀπὸ τὶς πρῶτες ἐπιστῆμες ποὺ ἀναπτύχθηκαν. Δὲν ἀναφέρω τὰ μαθηματικὰ καὶ τὴ λογικὴ, γιατί μποροῦν νὰ θεωρηθοῦν σὰν «ὄργανα», ὄχι ἀντικείμενα, τῆς ἐπιστήμης.

Στὶς ἀρχὲς αὐτοῦ τοῦ χρυσοῦ αἰῶνα ὁ Laplace διατύπωσε τὴ θεωρία τοῦ ντετερμινισμοῦ ἢ ἀκριβέστερα μονοντετερμινισμοῦ. Σύμφωνα μ' αὐτὴ τὴ θεωρία κάθε αἰτία ἔχει ἓνα μόνο ἀποτέλεσμα, πάντοτε τὸ ἴδιο. Συνεπῶς, ἐὰν γνωρίζουμε σὲ ὅλες τῆς τὶς λεπτομέρειες τὴν κατάσταση σὲ μιὰ στιγμή, μποροῦμε νὰ προβλέψουμε, σὲ ὅλες τῆς τὶς λεπτομέρειες, τὴν κατάσταση στὴν ἐπόμενη στιγμή, καὶ οὕτω καθεξῆς. Δηλαδή ἡ ἐξέλιξη τοῦ σύμπαντος εἶναι προκαθορισμένη. Ἡ ἱστορία εἶναι μιὰ ταινία, ποὺ γυρίσθηκε προτοῦ ἀρχίσει νὰ ὑπάρχει ὁ κόσμος, καὶ προβάλλεται κάθε μέρα τὸ σχετικὸ μέρος. Τὸ τί θὰ γίνει, τί σκεπτόμαστε, τί κάνουμε, εἶναι προκαθορισμένο καὶ καμμία δύναμη δὲν μπορεῖ νὰ τὸ μεταβάλει. Ἡ εἰμαρμένη εἶναι ἀμείλικτη.

Ἡ θεωρία ὅμως τοῦ Laplace στηρίζεται στὸ ὅτι μιὰ αἰτία ἔχει πάντοτε ἓνα καὶ μόνο ἀποτέλεσμα, πάντα τὸ ἴδιο. Γι' αὐτὸ καὶ ἀντὶ νὰ ὀνομάζεται ντετερμινισμὸς θάταν ἀκριβέστερο νὰ ὀνομάζεται μονοντετερμινισμὸς.

Ἐάν, ὅπως ὑποστηρίζω σὲ μιὰ ἐργασία μου, ποὺ δημοσιεύθηκε τὸ 1977, (Paradakis 1977) μιὰ αἰτία μπορεῖ νὰ ἔχει περισσότερα ἀπὸ ἓνα ἀποτελέσματα, τὸ καθένα μὲ τὴν πιθανότητά του, κάθε φορά ποὺ αὐτὸ συμβαίνει, ἡ ἱστορία βρίσκεται σὲ ἓνα σταυροδρόμι, μπορεῖ νὰ πάρει ἓνα ἀπὸ διάφορους δρόμους καὶ ἡ εἰμαρμένη δὲν εἶναι ἀτεγκτη. Ὁ ντετερμινισμὸς ἐξακολουθεῖ νὰ ὑπάρχει, τὸ μέλλον προσδιορίζεται ἀπὸ τὸ παρελθόν, ἀλλὰ κάθε παρελθόν μπορεῖ νὰ ἔχει διάφορα μέλλοντα, καθένα μὲ τὴν πιθανότητά του, καὶ ἡ ἐξέλιξη τῆς ἱστορίας παίρνει ἓνα ἀπὸ διάφορους δρόμους. Σημειώσατε ὅτι, γιὰ νὰ εἶναι ἡ εἰμαρμένη ἀτεγκτη, θὰ ἔπρεπε ὅλα τὰ γεγονότα νὰ εἶναι μονο-ντετερμινιστικά. Ἀρκεῖ ἓνα γεγονὸς νὰ εἶναι πολυ-ντετερμινιστικὸ καὶ ἀλλάζει ὁ δρόμος τῆς ἱστορίας.

## 3. MENDEL. ΠΟΛΥ-ΝΤΕΤΕΡΜΙΝΙΣΜΟΣ

Μισό αιώνα αργότερα ο Mendel δημοσίευσε τα πειράματά του στα μπιζέλια και διατύπωσε τους νόμους της κληρονομικότητας. Οί νόμοι αυτοί είναι τόσο σπουδαίοι και βασικοί, όσο οί νόμοι του Newton στη μηχανική. Με τη διαφορά ότι, ενώ ο Newton βασίσθηκε σε εργασίες του Galileo και πολλών άλλων ερευνητών, οί νόμοι του Mendel είναι κάτι τελείως νέο, δέν έχουν σχέση με όσα ήταν γνωστά μέχρι τότε. Συνήθως στην επιστήμη οί βασικές θεωρίες ανακαλύπτονται από πλήθος ερευνητών οί όποιοι προσεγγίζουν σιγά-σιγά την αλήθεια. 'Ο Mendel όμως διατύπωσε τη θεωρία του, χωρίς να έχει υπόψη κανένα προηγούμενο, καμμία εργασία που να οδηγεί στη θεωρία του. 'Εάν τα χρωμοσώματα και ο τρόπος μεταβίβασής των από γενεά σε γενεά ήταν γνωστά, όταν ο Mendel διατύπωσε τους νόμους του, ή θεωρία του θα μπορούσε να θεωρηθεί ως συνέπεια της ανακάλυψης των χρωμοσωμάτων. 'Αλλά την εποχή εκείνη τα χρωμοσώματα δέν ήταν ακόμη γνωστά. 'Ανακαλύφθηκαν αργότερα και βοήθησαν βέβαια στη γενική αποδοχή των νόμων του Mendel.

'Ο Mendel έστειλε αντίτυπα της εργασίας του στους βιολόγους της εποχής. 'Αλλά κανένας δέν την πρόσεξε ως τό 1900, 35 χρόνια αργότερα, όταν οί Correns, Tschermack και De Vries βρήκαν την εργασία και επιβεβαίωσαν τα πειραματικά αποτελέσματα και τους νόμους του Mendel. 'Απογοητευμένος πιθανώς, ο Mendel, έπαυσε τα πειράματά του σχεδόν άμέσως και επιδόθηκε στη διοίκηση της μονής, της οποίας έξελέγη ηγούμενος. Και όταν πέθανε, τό 1884, κανείς δέν σκέφθηκε, ότι ένταφιάζουν εκείνον, που διατύπωσε, έκ του μηδενός, τους νόμους της κληρονομικότητας, που διέπουν όλα τα είδη φυτών και ζώων.

Σημειώσατε ότι ο Mendel είχε και άλλες άτυχίες. Τρεις φορές είχε δώσει έξετάσεις για να πάρει την άδεια να διδάσκει φυσικές επιστήμες στη μέση εκπαίδευση. Και τις τρεις άπορρίφθηκε.

Με τη θεωρία του ο Mendel δέν έβαλε μονάχα τις βάσεις της επιστήμης της κληρονομικότητας, έλυσε και ένα άλλο, ακόμη γενικότερο, ζήτημα, απέδειξε τόν πολυτετερμινισμό. Κάθε φορά που ή γονιμοποίηση γίνεται μεταξύ γονιών, που δέν ανήκουν στην ίδια καθαρή σειρά, και αυτό είναι τό συνηθέστερο, τα παιδιά διαφέρουν μεταξύ των. Και τί θα είναι τό καθένα παιζεται στα ζάρια. Αυτό άλλωστε τό βλέπουμε κάθε μέρα στόν άνθρωπο, τα άδέλφια διαφέρουν. Ντετερμινισμός όμως υπάρχει. Τό τί παιδιά μπορούν να γεννηθούν από ένα ζευγάρι είναι προκαθορισμένο και ή πιθανότητα καθενός άπ' αυτά. Μερικά χαρακτηριστικά έχουν μεγάλη πιθανότητα να εμφανισθούν στα παιδιά, άλλων χαρακτηριστικών ή πιθανότητα είναι ελάχιστη, σχεδόν άμελητέα.

Βεβαίως τα πειράματα του Mendel απέδειξαν τόν πολυτετερμινισμό στόν οργανικό κόσμο, ζώα και φυτά. 'Αλλά, όπως θα δούμε στην επόμενη παράγραφο, κάτι

ανάλογο συμβαίνει και στον άνοργανο. "Άλλωστε τὸ ὅτι συμβαίνει στὸν ὀργανικὸ κόσμο, ἀρκεῖ γιὰ νὰ μεταβάλλει τὴν πορεία τῆς ἱστορίας καὶ νὰ ἀποκλείσει τὴν εἰμαρμένη. Κάθε τόσο ἐπεμβαίνει ἡ τύχη (*hasard*) καὶ καθορίζει τὴν πορεία τῆς ἱστορίας.

Ἐδῶ θεωρῶ σκόπιμο νὰ ἀναφέρω, ὅτι στὴν ἐργασία μου τοῦ 1977 δὲν ἀναφέρω τὸν Mendel, μολοντί εἶμαι γενετιστὴς καὶ ἐργάστηκα ἀρκετὲς δεκαετηρίδες στὴν καλλιτέρευση τῶν φυτῶν. Τὸ ὅτι ὁ Mendel ἀπέδειξε, ἕνα αἰῶνα πρὶν, τὸν πολυτεταρμινισμό, τὸ σκέφθηκα μόλις πρὸ ὀλίγων μηνῶν, ἂν καὶ εἶναι σοβαρότατο ἐπιχείρημα. Πολλὲς φορὲς στὴν ἐπιστῆμη σπουδαιότατα γεγονότα μᾶς διαφεύγουν.

#### 4. HEISENBERG, ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΛΥΝΤΕΤΕΡΜΙΝΙΣΜΟΣ

Στὴν ἀρχὴ τοῦ 20οῦ αἰῶνα ὁ Planck διατύπωσε τὴ θεωρία τῶν κβάντων καὶ ἀργότερα ὁ Heisenberg τὴν ἀρχὴ τῆς ἀπροσδιοριστίας. Σύμφωνα μὲ αὐτὲς τὶς θεωρίες, ἡ κλασσικὴ μηχανικὴ τοῦ Νεύτωνα δὲν ἐφαρμόζεται εἰς τὰ πολὺ μικρὰ σωματίδια. Ἐναντίον τῆς ἀρχῆς τῆς ἀπροσδιοριστίας τοῦ Heisenberg κηρύχθηκαν ὁ Einstein, ὁ De Broglie καὶ ἄλλοι διαπρεπεῖς ἐπιστήμονες. Ἄλλῃ, καλῶς ἢ κακῶς, ἡ ἀρχὴ τοῦ Heisenberg ἔγινε δεκτὴ ἀπὸ τὴ μεγάλη πλειοψηφία τῶν φυσικῶν καὶ μαθηματικῶν, καὶ ἐγκαταλείφθηκε, κακῶς κατὰ τὴ γνώμη μου, ἡ κλασσικὴ μηχανικὴ τοῦ Νεύτωνα, ἡ ὁποία ὅμως ἐξακολουθεῖ νὰ εἶναι ἡ μόνη ποὺ ἐφαρμόζεται στὴν πράξη. Δὲν θὰ συζητήσουμε ἐδῶ αὐτὸ τὸ ζήτημα. Θέλω μόνο νὰ πῶ ὅτι κατὰ ἀνάλογο μὲ ἐκεῖνο ποὺ συμβαίνει μὲ τὰ γονίδια συμβαίνει καὶ μὲ τὰ κβάντα. Τὰ γονίδια εἶναι βέβαια πολὺ μεγαλύτερα ἀπὸ τὰ κβάντα, πάντως ὅμως μικροσκοπικά. Ἐπειδὴ δὲ τὰ μεγάλα σώματα εἶναι ἄθροισμα ἀναρίθμητου ἀριθμοῦ σωματιδίων, θὰ μπορούσαμε νὰ ποῦμε ὅτι ὁ πολυτεταρμινισμὸς εἶναι γενικός, καὶ τὸ γεγονός ὅτι τὰ μεγάλα σώματα φαίνονται μονο-τεταρμινιστικά, ὀφείλεται στὸ ὅτι ἐκεῖνο ποὺ μετροῦμε εἶναι ὁ μέσος ὄρος ἀναρίθμητων φαινομένων.

Ἐνῶ ὅμως ὑποστηρίζεται ὅτι ἡ ἀρχὴ τοῦ Heisenberg ἀνατρέπει τὴν κλασσικὴ φυσικὴ τοῦ Νεύτωνα, ὁ πολυτεταρμινισμὸς δὲν τὴν ἀνατρέπει. Συμπληρώνονται σχεδὸν 100 χρόνια, ἀφότου ἡ θεωρία τοῦ Mendel ἔγινε γενικὰ παραδεκτὴ, καὶ κανένας δὲν ὑποστήριξε ὅτι ἀνατρέπει τὴν κλασσικὴ φυσικὴ τοῦ Νεύτωνα. Μερικὰ γεγονότα, ἴσως ὅλα, εἶναι πολυ-τεταρμινιστικά, ἀλλὰ ὅλα εἶναι ντεταρμινιστικά καὶ ἐπιβεβαιώνουν τὴν κλασσικὴ φυσικὴ τοῦ Νεύτωνα. Ἡ κβαντικὴ μηχανικὴ χρειάζεται πολλὴ τελειοποίηση καὶ ἐπιβεβαιώνει τὸν πολυ-τεταρμινισμό.

Σημειώσατε, ὅτι κατὰ τὴν ἀρχὴ τῆς ἀπροσδιοριστίας, ἂν ἐκτελέσουμε τὴν ἴδια μέτρηση σὲ πολλὰ κβαντικὰ συστήματα ποὺ ἄρχισαν νὰ ἐξελισσονται κατὰ τὸν ἴδιο τρόπο, θὰ βροῦμε ὅτι τὰ ἀποτελέσματα θὰ εἶναι *A* σὲ κάποια περίπτωση, *B* σὲ ἄλλη κ.ο.κ. Μποροῦμε νὰ προβλέψουμε κατὰ προσέγγιση τὸν ἀριθμὸ τῶν περιπτώσεων, ποὺ τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι *A* ἢ *B*, κ.λπ., ἀλλὰ δὲν μποροῦμε νὰ προβλέψουμε τὸ ἀποτέλεσμα ἐνὸς συγκεκριμένου πειράματος.

Τὸ ἀποτέλεσμα ὁποιοδήποτε ὑπολογισμοῦ ἔχει συνήθως πολλά, μερικὲς φορές ἄπειρα, δεκαδικὰ ψηφία. Αὐτὸ ὅμως δὲν ἔχει νόημα, μὲ τὴν κβαντικὴ θεωρία, σύμφωνα μὲ τὴν ὁποία τὸ κβάντο δὲν μπορεῖ νὰ ὑποδιαιρεθεῖ. Ἡ ἀνακάλυψη ἀπὸ τὸν Planck τοῦ ἀδιαιρέτου τῆς μονάδας ὕλης-ἐνεργείας ἐπιβάλλει τὴν ἐγκατάλειψη τοῦ μονο-ντετερμινισμού· συνήθως τὰ φαινόμενα εἶναι πολυ-ντετερμινιστικά, καὶ ἐπεμβαίνει ἡ τύχη (hasard). Οἱ νόμοι ὅμως τοῦ Νεύτωνα, κατὰ τὴ γνώμη μου, ἐξακολουθοῦν νὰ διέπουν τὸ σύμπαν.

Ὅταν τὰ σώματα εἶναι στερεὰ καὶ μεγάλα, ὅπως στὴν ἀστρονομία, τὰ φαινόμενα φαίνονται μονοτετερμινιστικά, γιατί ὁ μέσος ὄρος ἀπείρων πιθανῶν ἀποτελεσμάτων εἶναι πάντοτε ὁ ἴδιος, καὶ μπορεῖ νὰ ἔχει πολλά, ἄπειρα δεκαδικὰ ψηφία. Ἀντίθετα, τὰ φαινόμενα ποὺ ὀφείλονται σὲ μικρὰ καὶ λίγα σωματίδια, ἕνα γονίδιο στὴν περίπτωση τῆς κληρονομικότητας, εἶναι συνήθως πολυ-ντετερμινιστικά, τὸ ἀποτέλεσμα διαφέρει ἀπὸ περίπτωση σὲ περίπτωση. Στὰ στερεὰ σώματα ἢ ἐλευθερία κίνησης τῶν μορίων μεταξύ των εἶναι πολὺ μικρότερη παρὰ στὰ ρευστὰ (ὕγρὰ καὶ ἀέρια) καὶ οἱ πιθανότητες πολυ-ντετερμινισμού αὐξάνονται. Ἡ ὑδραυλικὴ ἦταν ἀνεκάθευ πιὸ πολὺπλοκη ἀπὸ τὴ μηχανικὴ τῶν στερεῶν, καὶ ἡ κλασσικὴ μηχανικὴ βασίσθηκε κυρίως σὲ ὅ,τι συμβαίνει μὲ στερεὰ σώματα, συνήθως μεγάλα.

##### 5. ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ

Ὁ ὑπολογισμὸς τῶν πιθανοτήτων ἐξελιχθῆκε τελευταῖα σὲ ἐκτεταμένη ἐπιστήμη. Γιὰ τὴν πρόβλεψη τοῦ μέλλοντος χρειάζονται δύο πράγματα. Πρῶτα καλὴ γνώση τῶν φαινομένων ποὺ μελετῶνται καὶ τῶν αἰτίων τοῦ λάθους τῶν παρατηρήσεων. Καὶ δευτέρο τῶν μαθηματικῶν μεθόδων, οἱ ὁποῖες ἐπιτρέπουν νὰ ἐλαττώσωμε καὶ προσδιορίσωμε τὸ λάθος. Καὶ τὰ δύο εἶναι ἀπαραίτητα, ἀλλὰ σπουδαιότερο εἶναι ἐκεῖνο ποὺ περισσότερο λείπει. Καὶ ἐκεῖνο ποὺ λείπει εἶναι συνήθως ἡ γνώση τῶν φαινομένων ποὺ μελετῶνται. Αὐτὴ εἶναι συνήθως ἡ ἀχίλλειος πτέρνα τῆς πρόβλεψης.

Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ ἐκεῖνοι ποὺ κάνουν προβλέψεις ἰατρικῆς πρέπει νὰ εἶναι πρὸ παντὸς γιατροί, γιὰ τὶς οικονομικὲς οικονομολόγοι, γιὰ τὶς γεωργικὲς γεωπόνοι, κλπ. Καὶ πρὸ παντὸς νὰ ἔχουν γενικὴ μὀρφωση καὶ ἰκανότητα ἐρμηνείας τῶν γεγονότων. Οἱ στατιστικὲς γνώσεις εἶναι βέβαια ἀπαραίτητες ἀλλὰ εὐκολότερα ἀποκτῶνται. Ἡ μεγάλη προσήλωσις σὲ ὀρισμένες μεθόδους, ἀκόμη καὶ κλασσικὲς, πολλὲς φορές βλάπτει. Ἡ μέθοδος πρέπει νὰ προσαρμῳζεται στὶς «ἰδιαιτερότητες» τῆς κάθε ἐρευνας. Πολλὲς φορές ἡ μέθοδος προσδιορισμοῦ τοῦ λάθους τὸ μεγαλώνει πάνω ἀπὸ τὸ πραγματικόν. Ὅλα τὰ ἀποτελέσματα εἶναι μὴ σημαντικά (significant) καὶ δὲν μπορεῖ νὰ βγεῖ κανένα συμπέρασμα. Ὁ ἐρευνητὴς πρέπει νὰ χρησιμοποιοῖ μεθόδους, οἱ ὁποῖες ἐλαττώνουν τὸ πραγματικόν λάθος καὶ συγχρόνως ἐπιτρέπουν τὸν ἀκριβῆ προσδιορισμὸ του.

Ἐπειδὴ συμβαίνει νὰ ἔχω ἀσχοληθεῖ πολλές δεκαετηρίδες μὲ τὸ γεωργικὸ πειραματισμὸ, σὲ μεγάλη κλίμακα, καὶ βρεῖ μεθόδους, ποῦ προκάλεσαν τελευταίως μεγάλο διεθνὲς ἐνδιαφέρον, κρίνω σκόπιμο νὰ ἀφιερῶσω τὴν ἐπόμενη παράγραφον στὸν γεωργικὸ πειραματισμὸ.

#### 6. ἘΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ. Ο ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ

Χαρακτηριστικὸ ἀπ' αὐτὴ τὴν ἄποψη εἶναι ἐκεῖνο ποῦ συνέβη στὸ γεωργικὸ πειραματισμὸ. Ὅταν ἓνα χωράφι τὸ διαιρέσετε σὲ τεμάχια καὶ θερίσετε τὸ καθένα χωριστά, οἱ ἀποδόσεις ποικίλλουν ἀπὸ τὸ ἀπλὸ στὸ πολλαπλό. Μὲ τέτοια ἀνομοιομορφία τὸ νὰ ἐλαττώσετε τὸ λάθος, αὐξάνοντας τὸν ἀριθμὸ τῶν ἐπαναλήψεων, εἶναι ἀδύνατο. Ὁ ἀριθμὸς τῶν τεμαχίων θὰ πρέπει νὰ γίνῃ τρομακικὰ μεγάλος. Ἐπὶ τοῦ ὅμοιος συσχετισμοῦ μεταξὺ τῆς παραγωγικότητος διπλανῶν τεμαχίων, ἰδίως ἂν εἶναι μακριὰ καὶ στενά. Ἀλλὰ αὐτὴ ἡ συσχέτιση παρουσιάζει μεγάλας ἀνωμαλίες. Αἰφνιδίως δύο διπλανά τεμάχια ἔχουν παραγωγικότητες ποῦ διαφέρουν ἀπὸ τὸ ἀπλὸ στὸ πολλαπλό.

Πρὸ 60 περίπου ἐτῶν ὁ μεγάλος μαθηματικὸς Fisher πρότεινε μεθόδους πειραματισμοῦ οἱ ὁποῖες ἐφαρμόσθηκαν σὲ ὅλο τὸν κόσμον (analysis of variance). Ἀλλὰ ὁ Fisher ἀντιμετώπισε τὸ ζήτημα ὡς καθαρὰ μαθηματικόν. Δὲν σκέφθηκε νὰ χρησιμοποιήσει τὴν συσχέτιση ἀπόδοσης μεταξὺ διπλανῶν τεμαχίων γιὰ νὰ ἐλαττώσῃ τὸ λάθος. Τὸ ἀποτέλεσμα ἦταν ὅτι τὸ πειραματικὸν λάθος ἦταν πολὺ μεγάλο, οἱ διαφορᾶς ἀπόδοσης μὴ σημαντικᾶς (no significant), καὶ τὰ πειράματα σπανίως ἐπιτρέπουν τὴν ἐξαγωγή συμπερασμάτων. Οἱ γεωργοὶ μὲ τὸ νὰ εἶναι πολλοὶ καὶ νὰ δοκιμάζον τὴν νέα τεχνολογία σὲ πολλὰ χωράφια ἔβλυναν τὸ ζήτημα καλλίτερα. Ὑστερα ἀπὸ τόσα χρόνια οἱ ἐπιστήμονες ἀντιλήφθηκαν τὸ λάθος. Καὶ μερικοὶ λέγουσιν ὅτι ποτὲ ἢ εἰσαγωγή μιᾶς νέας μεθόδου δὲν ἔδωκε πτωχότερα ἀποτελέσματα, ὅσο ἢ εἰσαγωγή τῶν μεθόδων Fisher στὸν γεωργικὸ πειραματισμὸ.

Ἐκεῖνος ποῦ σᾶς ὁμιλεῖ, ἄρχισε νὰ κάνει πειράματα στὸν ἀγρὸ τὸ 1923. Καὶ σκέφθηκα νὰ ἐλαττώσω τὸ λάθος, ἐκμεταλλεζόμενος τὴν ὁμοιότητα παραγωγικότητος μεταξὺ διπλανῶν τεμαχίων. Τὰ μισὰ τεμάχια κάθε πειραματικοῦ σπέρνονταν μὲ μιὰ ποικιλία μάρτυρα καὶ οἱ ἀποδόσεις τῶν ἄλλων τεμαχίων διορθώνονταν μὲ βάση τοὺς δύο διπλανοὺς μάρτυρες. Τὰ τεμάχια ἦταν μακριὰ καὶ στενά (2 μέτρα). Ἦθελα νὰ ἐλαττώσω τὸ λάθος καὶ νὰ ἔχω γρήγορα συμπεράσματα.

Ἀργότερα ἄρχισα νὰ ὑπολογίζω τὸ λάθος αὐτῆς τῆς διόρθωσης καὶ τὸ 1937 δημοσίευσα τὴν μέθοδόν μου στὸ δελτίον 23 τοῦ Ἰνστιτούτου ποῦ διηύθυνα. Τὴν μέθοδον τὴν ξαναδημοσίευσα στὸ βιβλίον μου «Ecologie Agricole» ποῦ δημοσιεύθηκε στὴν Bibliothèque Agronomique Belge τὸ 1938, καὶ στὸ βιβλίον μου «Ecología de los Cultivos» ποῦ δημοσιεύθηκε τὸ 1954 στὸ Buenos Aires ἀπὸ τὸ Ἐθνικὸ Ἰνστιτούτον τῆς Γεωργίας. Ἡ

μέθοδός μου εφαρμόστηκε σε πολλές γαλλόφωνες κυρίως χώρες, και σε εύρύτετη κλίμακα στο Βελγικό Κογκό (σήμερα Ζαΐρε).

Ὁ ἄγγλος Bartlett δημοσίευσε μιὰ ἐκτεταμένη μελέτη στὸ ἀγγλικὸ περιοδικὸ «*Agricultural Science*» 1938, μὲ ἀντικείμενο τὴ μέθοδό μου καὶ προκάλεσε τὴ διεθνή προσοχὴ σ' αὐτή.

Ἐγὼ τὸ 1940 δημοσίευσα στὴν *Revista Argentina de Agronomía* μιὰ μακρὰ μελέτη, στὴν ὁποία ἀποδείκνυα, ὅτι ἡ μέθοδός μου, συγκρινόμενη μὲ τὶς μεθόδους Fisher, ἐλαττώνει τὸ λάθος, καὶ δίνει μεγαλύτερη ἐλευθερία στὸν πειραματιστὴ νὰ προσαρμόσει τὸ σχέδιο στὶς ἀνάγκες του. Συγχρόνως ἐπρότεινα καὶ νέα μέθοδο ὑπολογισμοῦ τοῦ λάθους, τὴν «*simulation method*».

Ἄλλὰ ἦλθε ὁ παγκόσμιος πόλεμος. Τὸ 1941 καταλήφθηκε τὸ Ἰνστιτούτο ἀπὸ τοὺς Γερμανοὺς καὶ ἀργότερα ἀπὸ τοὺς Ἄγγλους. Ἡ ἐργασία μου τοῦ 1940 ποτὲ δὲν ἔφθασε στὴν Εὐρώπη (ὑποβρύχια). Βρῆκα τὰ ἀνάτυπα τὸ 1948 φθάνοντας στὸ Buenos Aires. Ἐγὼ μετανάστευσα ἀπὸ τὴν Ἑλλάδα τὸ 1946, καὶ ἔπαυσα νὰ κάνω πειράματα στὸν ἀγρό. Στὸ βιβλίο μου ὅμως «*Agricultural Research*» ποὺ δημοσιεύθηκε τὸ 1970, ἐπρότεινα μερικὲς τροποποιήσεις (ἐπανάληψη τῆς διόρθωσης τῶν ἀποδόσεων, διόρθωση μὲ βάση φυσικοχημικὲς ἀναλύσεις). Οἱ στατιστικοὶ ὅμως δὲν διαβάζουν βιβλία γεωργικῆς ἔρευνας καὶ ἐνόμιζα ὅτι ἡ μέθοδός μου λησμονήθηκε.

Ἄλλὰ τελικά, στὴ δεκαετία τοῦ 1970 καὶ 1980, οἱ πειραματιστὲς ἀντελήφθησαν, ὅτι οἱ μέθοδοι Fisher δὲν ὀδηγοῦν πουθενά, καὶ ἄρχισαν νὰ γυρεύουν λύση στὴ μέθοδό μου. Πάλι ὁ Bartlett δημοσίευσε τὸ 1978 μιὰ δεύτερη μελέτη στὴν Ἀγγλία πάνω στὴ μέθοδό μου. Καὶ ἄρχισαν νὰ ἐμφανίζονται πολλὲς ἐργασίες πάνω στὴ μέθοδό μου. Ὁ καθηγητὴς τοῦ Gembloux (Βέλγιο) Dagnélie ἀναφέρει 92 ἐργασίες, σὲ μιὰ ἐργασία του πάνω στὴ μέθοδό μου.

Τὸ 1988, σὲ ἄλλη ἐργασία μου (1988) προτείνω, στὴ διόρθωση μὲ βάση τὴν παραγωγικότητα διπλανῶν τεμαχίων, νὰ λαμβάνεται ὑπόψη ἡ διαφορὰ ἀποδοτικότητος μεταξὺ τῶν δύο διπλανῶν τεμαχίων. Καὶ ἡ τελειοποίηση αὐτὴ ἐλαττώνει τὸ λάθος, συνήθως στὸ τρίτο. Σημειώσατε ὅτι αὐτὴ τὴ λύση θὰ μπορούσα νὰ τὴν ἔχω προτείνει ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τῆς δεκαετίας τοῦ τριάντα. Ἄλλὰ «στερνὴ μου γνώση νὰ σὲ εἶχα πάντα». Εἶναι περίεργο ὅτι οὔτε ἐγὼ, οὔτε κανένας ἀπὸ ὅσους ἐμελέτησαν τὴ μέθοδό μου, τὸ σκέφθηκαν. Αὐτὰ συμβαίνουν στὴν ἐπιστήμη, μερικὲς φορές μᾶς διαφεύγουν πράγματα ποὺ εἶναι πασιφανή.

Ἄλλὰ πολὺ μεγαλύτερη ἐλάττωση τοῦ λάθους θὰ προέλθει, ἐὰν χρησιμοποιηθεῖ ἡ συσχέτιση ποὺ ὑπάρχει μεταξὺ τῆς παραγωγικότητος ἐνὸς τεμαχίου καὶ διαφορῶν φυσικοχημικῶν χαρακτηριστικῶν του. Σήμερα εἶναι δυνατὸ νὰ γίνετα πολὺ μέγας ἀριθμὸς ἀναλύσεων στὴ σειρά. Τὴν ἰδέα τὴν ἔρριξαν τὸ 1969 οἱ Ἀργεντινοὶ Pizzaro, Brown, Towza, καὶ τὴν ὑποστήριξα ἐγὼ στὸ βιβλίο μου *Agricultural Research* τοῦ 1970.



Ένα άλλο παράδειγμα είναι η πρόβλεψη του καιρού. Όλοι ξέραμε τις δυσκολίες της πρόβλεψης. Ο Lorenz, καθηγητής του Τεχνολογικού Ίνστιτούτου του Massachusetts λέγει ότι μια πεταλούδα, ή ένας γλάρος, που πετά σήμερα στη Νέα Υόρκη μπορεί να επηρεάσει τον καιρό τον επόμενο μήνα στο Πεκίνο. Η ανάπτυξη που πήραν τελευταίως τα «χαοτικά» μαθηματικά οφείλεται κατά μέγα μέρος σε τέτοια προβλήματα.

Νομίζω όμως ότι οι άποτυχίες οφείλονται, εν μέρει, στο ότι δεν χρησιμοποιήθηκαν επιτυχώς οι χάρτες καιρού, συμπληρωμένοι βέβαια με παρατηρήσεις της ατμόσφαιρας σε μεγάλο ύψος και ερμηνευμένοι με δυναμική μετεωρολογία. Ο καιρός που κάνει σήμερα σε ένα τόπο, είναι συνέπεια του καιρού που έκαμε χθες και πώς διαδέχονται οι τύποι καιρού ο ένας τον άλλο, αναλόγως του τόπου και εποχής. Η γνώμη μου αυτή ενισχύεται από κάτι που είπε σε μια διάλεξή του στο Buenos Aires, τη δεκαετηρίδα του 50, ένας σημαίνων μετεωρολόγος. Συμβαίνει μερικές φορές, μάς έλεγε σε μια μετεωρολογική υπηρεσία, να υπάρχει ένας κλητήρας, που μελετά με πάθος τους χάρτες καιρού, και κάνει προβλέψεις καλλίτερες από την υπηρεσία. Έκτοτε επισκέφθηκα πολλές μετεωρολογικές υπηρεσίες, σε διάφορες χώρες, και μερικοί μου είπαν το ίδιο. Η μελέτη της διαδοχής των τύπων καιρού αναλόγως τόπου και εποχής, βασισμένη στη δυναμική μετεωρολογία, είναι ο δρόμος. Για να φθάσουμε όμως να βλέπομε καθαρά μέσα σ' αυτό το λαβύρινθο, θα χρειασθεί πολύς χρόνος και μεγάλη ικανότητα.

Οι προβλέψεις που δημοσιεύονται δίνουν συνήθως ένα καιρό. Θά 'ταν καλλίτερο να δίνουν περισσότερους από ένα καιρούς, τον καθένα με την πιθανότητά του. Πολλές φορές μόνον ή πιθανότητα ενός καιρού επιβάλλει όρισμένες αποφάσεις.

## 7. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

I. Όπως είπαμε προηγουμένως, η επιστήμη και η τεχνολογία έχουν μεγάλη σχέση με την πρόβλεψη του μέλλοντος. Η τεχνολογία είναι δυνατή, όταν ο άνθρωπος μπορεί να προβλέψει με μεγάλη βεβαιότητα, τί θα γίνει, εάν εφαρμοσθούν μια σειρά από όρισμένες διαδικασίες (processes). Και η τεχνολογική εφαρμογή είναι η καλλίτερη απόδειξη της επιστήμης. Επομένως, η επιστήμη είναι στενά συνδεδεμένη με την πρόβλεψη του μέλλοντος.

II. Από όσα είπαμε προηγουμένως προκύπτει ότι η πρόβλεψη του μέλλοντος είναι εύκολότερη, όταν τα φαινόμενα είναι απλά και μόνο μονο-ντετερμινιστικά, παρά όταν είναι σύνθετα και πολυ-ντετερμινιστικά. Το ίδιο δε συμβαίνει και με τις επιστήμες. Θετικότερες επιστήμες είναι οι φυσικοχημικές, οι οποίες ασχολούνται με απλούστερα, συνήθως μονο-ντετερμινιστικά, φαινόμενα. Ολιγότερο θετικές είναι οι βιολογικές, οι οποίες ασχολούνται με συνθετότερα, και συνήθως πολυ-ντετερμινιστικά, φαινόμενα. Και ακόμη ολιγότερο θετικές είναι οι πολιτιστικές (cultural) επιστήμες, οι οποίες ασχολούνται με ακόμη συνθετότερα, και συνήθως πολυ-ντετερμινιστικά, φαινόμενα.

Σημειώσατε ότι αυτή ή κατάταξη τῶν ἐπιστημῶν (Παπαδάκης 1934, 1938, 1954) βασίζεται στο γεγονός ότι τὰ βιολογικά φαινόμενα θὰ μπορούσαν νὰ θεωρηθοῦν σὰν σύνθετα φυσικο-χημικά φαινόμενα. Καὶ τὰ πολιτιστικά φαινόμενα σὰν σύνθετα βιολογικά καὶ φυσικοχημικά φαινόμενα. Ὑπάρχουν ὅμως καὶ ἐπιστῆμες οἱ ὁποῖες ἀνήκουν συγχρόνως σὲ περισσότερες τῆς μιᾶς ομάδες (π.χ. γεωγραφία).

III. Ἡ ἐπιτυχία στὴν πρόβλεψη τοῦ μέλλοντος ἀπαιτεῖ: α) καλὴ γνώση τῶν νόμων ποὺ διέπουν τὸ σύμπαν ἢ τουλάχιστον τὰ φαινόμενα μὲ τὰ ὁποῖα σχετίζεται ἡ πρόβλεψη, β) καλὴ πληροφόρηση σὲ ὅλα τὰ γεγονότα ποὺ μπορούν νὰ ἐπιδράσουν καὶ γ) μεγάλη ἰκανότητα ἐρμηνείας τῶν φαινομένων.

Ἡ σημασία τῆς καλῆς καὶ πλήρους πληροφόρησης ἔχει σήμερα ἀναγνωρισθεῖ καὶ χάρις στὴν τεχνολογικὴ πρόοδο ἔχει γίνει μεγάλη πρόοδος. Ἡ γνώση τῶν νόμων ποὺ διέπουν τὸ σύμπαν δυσχεραίνεται ἀπὸ τὴν ὑπερβολικὴ εἰδίκευση. Ἡ εἰδίκευση εἶναι βεβαίως ἀναγκαία. Τὰ φαινόμενα ὅμως συμπλέκονται μεταξὺ τῶν, ἀνεξάρτητα εἰδικότητας. Μὲ τὴν εἰδίκευση ὁ ἐπιστήμονας βάζει παρωπίδες καὶ δὲν βλέπει παρὰ ἓνα μέρος τῶν αἰτίων ποὺ ἐπιδροῦν σὲ ἓνα γεγονός. Ἡ ἐρμηνεία εἶναι ἐσφαλμένη καὶ ὁ τρόπος μὲ τὸν ὁποῖο ἀντιμετωπίζεται ἡ κατάσταση ἐσφαλμένη. Γιὰ νὰ διορθωθεῖ αὐτὸ χρησιμοποιοῦνται ομάδες (teams) διαφορῶν εἰδικῶν. Ἀλλὰ σπανιότατα ἐπιτυγχάνουν. Ὁ καθένας προσπαθεῖ νὰ υπερβάλει τὴ σημασία τῆς εἰδικότητάς του, γιὰ νὰ πάρει περισσότερες πιστώσεις. Μερικὲς φορές κάνει τὸ ἀντίθετο, ὑποστηρίζει τὶς γνώμες κάποιου ἰσχυροῦ, ἀπὸ τὸν ὁποῖο ἐλπίζει τὴ διαιώνισή του στὴν ομάδα. Καὶ οἱ ομάδες ἀποτυγχάνουν. Ἐκεῖνες ποὺ ἐπιτυγχάνουν εἶναι ἐκεῖνες στὶς ὁποῖες ὑπάρχει ἓνας ἐξαιρετικὸς ἐπιστήμονας ὁ ὁποῖος κατανοεῖ τὸ ὄλο ζήτημα. Ἀλλὰ μεγάλη σημασία ἔχει τὰ μέλη τῆς ομάδας νὰ εἶναι συναίσθηματικά συνδεδεμένα, ἓνας διαπρεπῆς καθηγητὴς μὲ τοὺς μαθητὲς του, ἓνας ἐπιτυχημένος ἐπιστήμονας μὲ τοὺς βοηθοὺς του κλπ.

IV. Λίγη σημασία ἀποδίδεται στὴν ἰκανότητα ἐρμηνείας τῶν φαινομένων καὶ συνεχοῦς προσαρμογῆς τῆς στίς μεταβαλλόμενες συνθήκες. Πολλὲς φορές ὅμως συμβαίνει κάτι, τὸ ὁποῖο ἀνατρέπει ὅλες τὶς προβλέψεις καὶ συνεπῶς ὅλα τὰ σχέδια ἀντιμετώπισης μιᾶς κατάστασης. Λίγοι εἶναι ἐκεῖνοι οἱ ὁποῖοι ἔχουν τὴν ἐτοιμότητα νὰ προσαρμοσθοῦν ἐγκαίρως στὴ νέα κατάσταση καὶ νὰ ἀλλάξουν τὸ πρόγραμμά τους. Ἡ πολυμαθεία δὲν ὠφελεῖ πάντοτε. Μερικοὺς πολυμαθεῖς ὁ λαὸς τοὺς ὀνομάζει «δασκάλους» καὶ τοὺς περιφρονεῖ, διότι ξέρουν πολλά, ἀλλὰ δὲν προβλέπουν μὲ ἐπιτυχία τίποτε. Ἡ ἱστορία τῆς πολιτικῆς καὶ τῶν ἐπιχειρήσεων, ὅπου τὰ γεγονότα εἶναι συνήθως πολὺ σύνθετα, εἶναι γεμάτη ἀπὸ παραδείγματα. Στὴν Ἑλλάδα εἴχαμε στὸν εἰκοστὸ αἰῶνα ἓναν μεγάλο πολιτικὸ, τὸν Βενιζέλο, καὶ ἓνα μεγάλο ἐπιχειρηματία, τὸν Ὠνάση. Ἀσφαλῶς δὲν ἦταν οἱ πολυμαθέστεροι Ἕλληνες. Ἀλλὰ εἶχαν τὴν ἰκανότητα νὰ ἐρμηνεύουν τὴν διαρκῶς μεταβαλλόμενη κατάσταση καὶ νὰ προσαρμόζουν τὴν πολιτικὴ των σ' αὐτήν.

Μερικοί λέγουν για τὸν Βενιζέλο ὅτι ἔκανε τὸ λάθος νὰ πάει στὴ Σμύρνη, καὶ εἶναι ὑπεύθυνος γιὰ τὴ Μικρασιατικὴ καταστροφή. Ἀμφιβάλλω πολὺ. Ἔχω τὴ γνώμη ὅτι, ἐὰν ὁ Βενιζέλος κέρδιζε τὶς ἐκλογές καὶ κυβερνοῦσε, θὰ ἔβλεπε τὴν ἐρχόμενη καταστροφή καὶ θὰ ἔφευγε ἐγκαίρως μὲ πολὺ μικρότερες ζημιές.

V. Ὁ ὑπολογισμὸς τῶν πιθανοτήτων προχώρησε πολὺ σήμερα. Καὶ αὐτὸ βοηθεῖ τὴν πρόβλεψη γεγονότων τὰ ὁποῖα εἶναι σχετικῶς ἀπλά, ὅπως τὰ τυχερὰ παιγνίδια, εἰς τὰ ὁποῖα τοὺς νόμους ποὺ διέπουν τὸ παιχνίδι τοὺς ἔχει βάλει ὁ ἄνθρωπος καὶ συνεπῶς τοὺς ξέρει καλά. Σὲ φαινόμενα πιὸ σύνθετα, ὅπως ἡ πολιτικὴ, οἱ περισσότερες ἐπιχειρήσεις, κλπ., δὲν βοηθεῖ πολὺ. Παραδείγματος χάριν ὁ Βενιζέλος καὶ ὁ Ὁνάσης δὲν ἦταν μεγάλοι μαθηματικοί. Καὶ ἀμφιβάλλω ἂν θὰ τὰ κατάφερναν καλλίτερα ἂν ἐβασίζοντο σὲ ὑπολογισμοὺς πιθανοτήτων κλπ. Καταλάβαιναν ὅμως καλλίτερα ἀπὸ τοὺς ἄλλους πῶς λειτουργεῖ ἡ πολιτικὴ ἢ οἱ ἐπιχειρήσεις.

VI. Ἡ πείρα βοηθεῖ βέβαια στὸ νὰ μάθουμε πῶς λειτουργεῖ τὸ περιβάλλον μέσα στὸ ὁποῖο ζοῦμε καὶ νὰ ἀποφασίσουμε τί θὰ κάμουμε. Ἀλλὰ δὲν πρέπει νὰ λησμονοῦμε ἐκεῖνο ποὺ ἔλεγε ὁ αἰώνιος Χασιώτης, «μὲ τὴν πάροδο τοῦ χρόνου, ἄλλοι ὠριμάζουν καὶ ἄλλοι βρωμίζουν». Ἐπίσης ἡ πολυμάθεια δὲν βοηθεῖ πάντοτε. Μερικὲς φορές ἄνθρωποι ἀμόρφωτοι ἐπιτυγχάνουν καλλίτερα. Καὶ δὲν πρέπει νὰ περιφρονοῦμε τὴ γνώμη των. Γι' αὐτὸ δὲν πρέπει νὰ περιφρονοῦμε τὸν «κοινὸν νοῦν», ὅπως δυστυχῶς συμβαίνει πολλὰς φορές σήμερα. Σὲ ἓνα ἄρθρο μου, ποὺ δημοσιεύθηκε τὸ 1972 στὴ Revista IDIA τοῦ Ἰνστιτούτου Γεωργικῆς Τεχνολογίας τῆς Ἀργεντινῆς, γράφω: «Τί θὰ ὠφελήσει ἓναν ἐπιστήμονα, ἂν κερδίσει ὅλες τὶς γνώσεις τοῦ κόσμου καὶ χάσει τὸν κοινὸν νοῦν».

VII. Ἡ ἐπιτυχία ὀφείλεται πολλὰς φορές στὴν τύχη. Ἀλλὰ ὅταν ἡ ἐπιτυχία ἐπαναλαμβάνεται συχνά, ὅπως στὶς περιπτώσεις ποὺ ἀναφέραμε τοῦ Βενιζέλου καὶ τοῦ Ὁνάση, ὀφείλεται στὴν ἰκανότητα ἐρμηνείας τῆς κατάστασης, καὶ πῶς λειτουργεῖ.

VIII. Ἡ λαϊκὴ σοφία ἀποδίδει μεγάλη σημασία στὴν τύχη. Ὁ καθηγητὴς μου καὶ μέλος τῆς Βελγικῆς Ἀκαδημίας Emile Marchal ἐπαναλάμβανε συχνὰ στὶς παραδόσεις του «Le Monde c'est le hasard» (ὁ κόσμος εἶναι ἡ τύχη). Καὶ εἶχε δίκιο. Αὐτὸ βέβαια ἐλαττώνει τὴ διάρκεια καὶ ἀξία ὁποιασδήποτε ἐπιτυχίας καὶ ἐπιβάλλει μετριοφροσύνη. Ἡ ἱστορία καὶ φιλολογία εἶναι γεμάτες ἀπὸ παραδείγματα. Ὁ Victor Hugo στὸ ποίημά του Napoléon II, παρουσιάζει τὸν Ναπολέοντα νὰ βγαίνει στὸ μπαλκόνι τοῦ παλατιοῦ γιὰ νὰ παρουσιάσει τὸ νεογέννητο γιό του στὰ πλήθη γάλλων καὶ ἄλλων εὐρωπαίων ποὺ εἶχαν μαζευθεῖ ἀπὸ κάτω. Καὶ λέγει στὸν Ναπολέοντα: *Vous rouvez, oh mon capitaine, prendre à César l'Europe, à Mahomet l'Asie, mais vous ne prendrez jamais l'avenir à l'Eternel.*

(Μπορεῖτε, καπετάνιο μου, νὰ πάρετε ἀπὸ τὸν Καίσαρα τὴν Εὐρώπη, ἀπὸ τὸν Μωάμεθ τὴν Ἀσία, ἀλλὰ δὲν θὰ μπορέσετε ποτὲ νὰ πάρετε τὸ μέλλον ἀπὸ τὸν αἰώνιο).

*Dieu nous donne l'espace, mais garde la durée.*

ἽΟ Θεὸς μᾶς δίνει τὸ διάστημα, ἀλλὰ κρατᾶ τὴ διάρκεια.

*Mais quoi demain sera -t- il fait? Demain c'est la Sainte Helène, demain c'est Waterloo.*

ἽΑλλὰ τί θὰ γίνει αὔριο; Αὔριο εἶναι ἡ ἽΑγία ἽΕλένη, αὔριο εἶναι τὸ Βατερλώ.

Τὸ θέμα τῆς πρόβλεψης τοῦ Μέλλοντος εἶναι τόσο βασικό, ὥστε ξεπερνᾶ τὰ ὄρια τῆς ἐπιστήμης καὶ ἀπασχολεῖ τὴν τέχνη. Μὲ τὴν τεχνολογικὴ πρόοδο, ὁ κόσμος ἔγινε ἀκόμη πολυπλοκότερος, γιατί γεγονότα πολὺ μακρινὰ μποροῦν νὰ ἐπιδράσουν, καὶ ἡ ἐπίδραση τῆς ἀνθρωπότητας στὸ σύμπαν ἔγινε αἰσθητή. ἽΑπὸ τὴν ἄλλη μεριά, ἡ τεχνολογικὴ πρόοδος μᾶς ἔκανε ἀλαζόνες. ἽΕπειδὴ ξέρουμε σήμερα πολὺ περισσότερα ἀπὸ ὅσα πρὸ ὀλίγου καιροῦ, ξεχνοῦμε ὅτι ἱσχύει πάντοτε ἐκεῖνο πού εἶπε ὁ Σωκράτης «ἐν οἶδα ὅτι οὐδὲν οἶδα», οἱ γνώσεις δηλαδὴ πού ἔχουμε εἶναι μηδαμινὲς συγκρινόμενες πρὸς ὅ,τι δὲν ξέρουμε. Καὶ μιλοῦμε περὶ τεχνητῆς νοημοσύνης κλπ. Τὰ ἐπιτεύγματα τῆς ἐπιστήμης εἶναι θαυμαστά. ἽΑς προσέξουμε ὁμως (Papadakis 1982) μήπως μὲ τὴν ἐπικράτηση τοῦ ἱρρασιοναλισμοῦ καὶ ἀμοραλισμοῦ μποῦμε σὲ μιὰ νέα περίοδο ἐπιστημονικῆς παρακμῆς. Μερικοὶ συγκρίνουν τὴ σημερινὴ ἐπαχὴ μὲ ἐκείνη τῆς πτώσης τῆς Ρωμαϊκῆς αὐτοκρατορίας.

ἽΕκεῖνοι πού ἤλθαν στὴ σημερινὴ συνδράση, μὲ τὴν ἐλπίδα ὅτι θὰ πληροφορηθοῦν καλλίτερες μεθόδους πρόβλεψης, δὲν θὰ μείνουν ἱσως εὐχαριστημένοι. Δὲν ἦταν αὐτὸς ὁ σκοπὸς μου. ἽΑλλὰ ὅσα ἐλέχθησαν ἱσως τοὺς βοηθήσουν σὲ μιὰ καλλίτερη κατανόηση τοῦ προβλήματος. Καὶ αὐτὸ διευκολύνει, πολλὲς φορές, τὶς προβλέψεις.

## S U M M A R Y

### FORESEEING THE FUTURE IN SCIENCE AND PRACTICE

(Laplace, Mendel, Heisenberg – Common Practice)

1. *Man is the only species, that has the capacity to interpret facts and the universe as a whole; science is the result of this fact. With great limitations, science permits man to foresee the future, and helps him to survive; moreover technology is a corollary of science, and helps man to obtain what he is needing. Man is the only species, who in addition to genetic evolution, due to changes of the genes, suffers a «cultural» evolution, much more rapid, due to an advance of his knowledge and changes of his mentality. I have treated this question in another paper (Papadakis 1977), and therefore it is not necessary to say more here.*

2. *Determinism is unseparable from science. But we should not confound «monodeterminism» (destiny) with «poly-determinism». A cause, an event, may have more than one different effects (sequences), each one with its own probability. The best*

*proof of «poly-determinism» is the experiments of Mendel: the same couple of parents, gives several kinds of children, each one with its own probability; and these laws have been confirmed by thousands genetists and applied by thousands plant and animal breeders. It is to be noticed, that fertiliazation between individuals different in one or more genes is by far the most frequent case in nature, and that one only rare case of aberration from mono-determinism is sufficient to change the march of history, and overthrow the theory of destiny. It seems that the laws, that govern the universe are eternal, but the world itself is continuously changing (evoluating) with polydeterminism.*

*3. A cause, an event, cannot have but a limited number of effects (sequences that follow it), each one with its own probability; whatever other sequence is excluded. Consequently to predict that something will arrive is risky; but to predict that something cannot arrive is less risky, often secure.*

*4. Poly-determinism is not only based on Mendel experiments, genetics, plant and animal breeding. Quanta mechanics and Heisenberg indeterminacy theory support also poly-determinism. But while Heisenberg's indeterminacy contradicts Newton classical physics, that does not happen neither with Mendel laws, nor with poly-determinism.*

*5. The difficulties to anticipate future increase naturally with the complexity of the phenomena, from physico-chemical, to biological, and cultural sciences. Specialization is a necessary evil; the specialist does not see some aspects of the problem and that conduces to failures. Teams of different specialists seldom give good results. Too much attention is often given to mathematics, neglecting knowledge of the natural laws that govern the events that intervene. To anticipate future is probably the most difficult problem science can face. Experience is very important.*

## L I T E R A T U R E C I T E D

- Bartlett, M. S.*, *The approximate recovery of information from field experiments with large blocs*. *J. Agric. Sci.* 28, 418-427. 1938.
- , *Nearest neighbour models in the analysis of field experiments (with discussion)*. *J. R. Stat. Soc. Ser. B*, 40, 147-174. 1978.
- Dagnélie, P.*, *La méthode de Papadakis en expérimentation agronomique: Considérations historiques et bibliographiques*. *Biom. Praxim.* 27, 49-64. *With abundant bibliography*. 1987.
- Papadakis, J.*, *Inaugural speech of private docent lessons in the University of Thessaloniki*. 1934.
- , *Méthode statistique pour des expériences en champ*. *Thessaloniki Institute of Plant Breeding Bull. No. 23*, 30 p. 1937.
- *Ecologie Agricole. Bibliothèque Agronomique Belge, Gembloux, Belgium*. 1938.
- , *Comparaison de différentes méthodes d'expérimentation phytotechnique*. *Rev. Argent. Agron.* 7, 297-362. 1940.
- , *Agricultural Research: principles, methodology, suggestions*. *Buenos Aires* 88pp. 1970.
- *From an ecological and psychological point of view there is an abyss between man and all other species. The three steps in the evolution of living beings Cultural versus genetic evolution*. *Buenos Aires*. 1977.
- , *Some considerations on Heisenberg uncertainty principle*. *Buenos Aires*. 1979.
- , *Errores en la Ciencia de nuestros días. Cahiers de l'ORSTOM, ser, Pédol vol. XIX, no 1*, 91-104, Paris. 1982.
- , *Future Advances in the use of Adjustments (Papadakis method) in field experiments*, Athens. 1988.
- Pizarro, O. C., Brown, W., Towza, E.* *Fertilizacion de duraznero de la variedad Real Jorge en suelo arenoso del departamento San Martin, Mendoza, Rev., Inv. Agr. INTA, Bs. Aires, VI: 305-16*. 1969.