

## Μια ερμηνεία του λαπλασιανού ντετερμινισμού μέσα από ένα κοινωνικό και φιλοσοφικό πλαίσιο

**Σ**, αυτό το σημείωμα θα προσεγγίσουμε το ζήτημα της αιτιότητας και του μηχανιστικού ντετερμινισμού σε δύο μέρη: στο 1ο μέρος θα δώσουμε μια ιστορική εξήγηση της εμφάνισης της αιτιότητας και των ντετερμινιστικών αντιλήψεων του 17ου και του 18ου αιώνα· στο 2ο μέρος θα αναλύσουμε τις ντετερμινιστικές αντιλήψεις του Laplace και θα παρουσιάσουμε επίσης και τις αντιλήψεις μερικών ιστορικών γι' αυτό το ζήτημα.

### 1. Εισαγωγή

Η Επιστημονική Επανάσταση του 17ου αιώνα συμβάδισε με μια σειρά φιλοσοφικών, κοινωνικών και πολιτικών αλλαγών στην Ευρώπη. Από τη μια μεριά, με την περίπτωση των *Principia* (1687) του Newton (1642-1727), τα ουράνια και τα γήινα φαινόμενα ενοποιήθηκαν κάτω από τον ίδιο νόμο: τον *Νόμο της Παγκόσμιας Έλξης*. Από την άλλη μεριά, η παρουσία του Θεού δεν συζητιόταν πια τόσο πολύ, ή, τουλάχιστο, δεν ήταν το κύριο θέμα συζήτησης. Την ίδια στιγμή αμφιβολίες άρχισαν να εγείρονται για την ισχύ του Πάπα και του Βασιλιά καθώς και για το μόνιμο χαρακτήρα του φεουδαρχικού συστήματος. Το Αριστοτελικό μοντέλο του Κόσμου έχανε την αίγλη του και άρχισε να κυριαρχεί το ορθολογιστικό πνεύμα. Ο Newton είχε διακηρύξει στα *Principia* ότι «δεν θα πρέπει να δεχτούμε για τα φυσικά πράγματα περισσότερες αιτίες από αυτές που είναι ταυτόχρονα αληθείς και επαρκείς για να εξηγήσουν την εμφάνισή τους (σ.σ. των πραγμάτων)» και ότι «στα ίδια αποτελέσματα θα πρέπει, όσο είναι δυνατό, να προσάπτουμε τις ίδιες αιτίες»<sup>1</sup>. Τον ίδιο καιρό ο Άγγλος φιλόσοφος J. Locke (1632-1704) εκδίδει το έργο *An Essay on Human Understanding* (1690) όπου αναλύει τις εμπειρικές διαδικασίες μέσω των οποίων αποκτάται η γνώση.

Ο Διαφωτισμός ήταν ένα εξέχον πνευματικό κίνημα που απλώθηκε κατά κύριο λόγο στην Κεντρική Ευρώπη, μισό αιώνα περίπου μετά τη Νευτώνεια σύνθεση. Η Γαλλία θα μπορούσε να θεωρηθεί ως το κέντρο αυτού του κινήματος. Οι άνθρωποι του γαλλικού Διαφωτισμού θεώρησαν ότι υπήρχε μια αναλογία ανάμεσα στη μέθοδο του Newton και την «εμπειρία» του Locke. Αυτή η καινούρια σύνθεση συνιστούσε τη βάση για την επιστημονική

---

Ο Α. Περιβολάκης είναι μαθηματικός, DEA στην Ιστορία των Επιστημών

μέθοδο από το δεύτερο μισό του 18ου αιώνα. Αυτή η σύνθεση μαζί με μια κριτική θεώρηση του Καρτεσιανού ορθολογισμού είναι η αρχή της φιλοσοφίας του Διαφωτισμού. Ένας καθαρός άνεμος που τον χαρακτήριζε η σαφής σκέψη και το ελεύθερο πνεύμα φύσηξε πάνω από την Ευρώπη, αγκαλιάζοντας τους περισσότερους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας είτε επρόκειτο για υλική, είτε για πνευματική.

Ο ρεαλισμός της εμπειρίας έγινε οδηγός για τους επιστήμονες του Διαφωτισμού που απέρριψαν τις Καρτεσιανές *a priori* ιδέες. Τα πεδία της Φιλοσοφίας και ειδικά εκείνα των Μαθηματικών και της Φυσικής υιοθέτησαν τις Νευτώνειες συμβουλές για την *αναζήτηση των αιτίων*, συμβουλές που, μαζί με την *ακριβή και συστηματική ανάλυση των πραγμάτων* αποτέλεσαν λάβαρο του Διαφωτισμού.

Ένας καινούριος κλάδος των Μαθηματικών έκανε την εμφάνισή του στον 17ο αιώνα: η Θεωρία Πιθανοτήτων. Αυτή η Θεωρία δεν αποτέλεσε απλά ένα δεσμό ανάμεσα στα φαινόμενα και τα αφηρημένα Μαθηματικά. Σύντομα, πήρε τη μορφή της αιτιολόγησης συγκεκριμένων καταστάσεων. Έτσι, ο δρόμος για τον Laplace (1749-1827) ήταν ανοιχτός ώστε να επικυρώσει τις μαθηματικές του «πιθανότητες των αιτίων» (probabilities of causes). Η φήμη του Laplace οφείλεται όχι μόνο στην τεράστια συνεισφορά του στη Φυσική, την Αστρονομία, τα Μαθηματικά αλλά και στην Κοσμολογία. Γι' αυτόν, τα φαινόμενα ήταν εξηγήσιμα με υλικούς όρους και χωρίς την παρουσία του Θεού. Η διεισδυτική ματιά του στα γεγονότα της καθημερινής εμπειρίας αλλά και η σαφής αντίληψη που είχε για τον Κόσμο, τον οδήγησαν στην ενασχόλησή του με τις πιθανότητες των αιτίων των γεγονότων που παρατηρούμε.

## **2. Ντετερμινισμός-αιτιότητα<sup>2</sup>: μια ιστορική ερμηνεία**

Μέχρι τον καιρό του Galileo (1564-1642) η φυσική κίνηση εθεωρείτο κυρίως ως ένα είδος τάσης. Εκλαμβάνονταν ως το αποτέλεσμα ενός φυσικού νόμου που ήθελε κάθε ένα από τα τέσσερα «στοιχεία», δηλαδή ύλη, νερό, αέρας και φωτιά να τείνουν να λάβουν τη φυσική τους θέση. Η μόνη φυσική και αιώνια κίνηση ήταν η κυκλική κίνηση της σελήνης και των πλανητών. Ακόμη και η αδρανειακή Γαλιλαϊκή κίνηση της γης εθεωρείτο κυκλική, εξάλλου και η ίδια η γη ήταν μια σφαίρα. Τον 17ο αιώνα ο Newton κατόρθωσε να διατυπώσει τους νόμους της κίνησης μέσα στο πλαίσιο ενός μοναδικού δεσμού αιτίας-αποτελέσματος. Η περαιτέρω ανάπτυξη της Νευτώνειας Μηχανικής που έλαβε χώρα τον 18ο αιώνα απέδειξε ότι αυτή ακριβώς η θεωρία ήταν ικανή να δώσει εξηγήσεις και προβλέψεις σε όλο το πεδίο των μηχανικών κινήσεων στις οποίες είχε πρόσβαση η ανθρώπινη γνώση.

Οι ανακαλύψεις των Copernicus (1473-1543) και Galileo ανέτρεψαν την πίστη ότι ο Δημιουργός είχε θέσει τη Γη στο κέντρο του σύμπαντος. Κατά συνέπεια, τέθηκε σε κίνδυνο και το κυρίαρχο δόγμα ότι ο Θεός έθεσε τον άνθρωπο στο ζενίθ των δημιουργημάτων του καθώς επίσης και το δόγμα ότι ο Βασιλιάς και ο Πάπας είχαν εκλεγεί για να εκπροσωπούν το θέλημά του. Το τελευταίο γίνεται φανερό και από το γεγονός ότι οι δύο επιστήμονες διώχθηκαν εξαιτίας των αντιλήψεών τους και το επιστημονικό τους έργο απαγορεύτηκε. Αυτή η γενική αντίληψη για τον Κόσμο δεν έκανε την εμφάνισή της για πρώτη φορά. Ήταν η δραματική έκφραση μιας προοπτικής που διαμορφωνόταν για μερικές εκατονταετίες. Οι

νόμοι του Newton συμπλήρωσαν την καταστροφή των ιεραρχικών σχέσεων όσον αφορά τη «μοίρα» που κυβερνά τον Κόσμο. Τα γήινα και τα ουράνια φαινόμενα ενοποιήθηκαν κάτω από τον ίδιο νόμο: το *Νόμο της Παγκόσμιας Έλξης*.

Σ' αυτό το σημείο, θα ανοίξουμε μια παρένθεση, υποστηρίζοντας τη θέση ότι η ύστατη πηγή των γνώσεών μας συνίσταται στις «υλικές καταστάσεις» στις οποίες ζούμε<sup>3</sup>. Η γνώση αποκτάται με τη βοήθεια των δραστηριοτήτων μας. Η διαδικασία της παραγωγικής εργασίας —άσχετα με το είδος της εργασίας— συνιστά την κύρια παραγωγική δραστηριότητα και αυτός είναι και ο βασικός λόγος για τον οποίο πιστεύουμε ότι η γνώση, βασικά, αποκτάται μέσα από αυτήν τη διαδικασία. Έτσι, αυτή ακριβώς η διαδικασία λαμβάνει χώρα σ' ένα συγκεκριμένο κάθε φορά ιστορικό πλαίσιο, αφού και ο τρόπος και οι σχέσεις παραγωγής μεταβάλλονται μέσα στις ιστορικές περιόδους. Εξαρτάται από το επίπεδο της τεχνολογικής ανάπτυξης, των παραγωγικών δυνατοτήτων και των κοινωνικών σχέσεων οι οποίες είναι κυρίαρχες σε μια δεδομένη ιστορική περίοδο. Η εκάστοτε επισήμως αποδεκτή θεωρία για τον Κόσμο πρέπει να έρχεται σε συμφωνία με τις κυρίαρχες κοινωνικές σχέσεις<sup>4</sup>. Κλείνοντας την παρένθεση, επισημαίνουμε ότι η περίπτωση των Πάπα και Galileo συνιστά ένα τρανταχτό παράδειγμα που εντάσσεται στα πλαίσια αυτής της άποψης.

Συνεπώς, οι σχέσεις ιδιοκτησίας, πάνω στις οποίες βασίζεται η κοινωνική διάρθρωση παρουσιάζονται ως αναγκαίες, φυσικές και αμετάβλητες. Έτσι, δεν μας εκπλήσσει το γεγονός ότι το δομικό πλαίσιο των θεωρητικών απόψεων, που αναφέρονται και στο φυσικό αλλά και στο βιολογικό κομμάτι του Κόσμου, αναπαράγει, σε διάφορα επίπεδα, τις κυρίαρχες κοινωνικές δομές. Γενικότερα, η τάξη που είναι η κυρίαρχη υλική δύναμη της κοινωνίας είναι και η κυρίαρχη πνευματική της δύναμη.

Θεωρούμε ότι δεν είναι αναγκαίο στο παρόν σημείωμα να καθορίσουμε επακριβώς τον τρόπο με τον οποίο η διατύπωση των νόμων του Newton συμβάδισε με τη μετάβαση από τη φεουδαρχία στην αστική δημοκρατία. Θα επισημάνουμε μόνο ότι το αυξημένο επίπεδο εφαρμογής των μηχανών στην παραγωγή ήρθε ως μια επικουρική και συμπληρωματική οικονομία και μπόλιασε την παραγωγή των αγαθών, σ' ένα σύστημα το οποίο βασιζόταν στα φέουδα. Η αυξημένη χρήση των μηχανών απαιτούσε την ανάπτυξη μιας θεωρίας για τους νόμους που διέπουν τα μηχανικά συστήματα. Αυτό το γεγονός συνιστούσε και τη βάση για την ανάπτυξη αστικών κέντρων. Ήταν αναπόφευκτο η νέα ιδεολογία να επηρεάσει την ανάπτυξη των μηχανικών συστημάτων, μια θεωρία που τότε βρισκόταν υπό διαμόρφωση. Η λειτουργία μιας μηχανής που διέπεται από τους νόμους του Newton ερχόταν σε πλήρη συμφωνία με τις νεογέννητες, τότε, απόψεις για το «μοντέλο-μηχανή» της κοινωνίας και της εμπορίας των αγαθών. Οι θεωρητικοί του νέου πολιτικού κινήματος γρήγορα υιοθέτησαν μοντέλα τα οποία βασικά στηρίζονταν στην αρμονία της μηχανής, όταν την ίδια στιγμή συστήματα ελέγχου και ισορροπίας συμπεριλαμβάνονταν στους σκοπούς των επαναστατικών κινήσεων ενάντια στη φεουδαρχία.

Εξαιτίας των στενών δεσμών των φεουδαρχών και της επίσημης εκκλησίας, το αντι-φεουδαρχικό κίνημα έλαβε και ένα αντι-κληρικό χαρακτήρα. Γενικά, τα θεολογικά ζητήματα ήταν εντελώς αποσπασμένα από τα κοινωνικά στον 17ο και, ιδιαίτερα στο 18ο αιώνα, άσχετα αν οι φιλόσοφοι ήταν θεϊστές όπως οι Voltaire και Rousseau, ή αθεϊστές όπως οι Divert, Holbach, Helvetius...

Ο Voltaire (1694-1778) εμπνεύστηκε από τα *Principia* του Newton βασιζόμενος σε δύο, κυρίως, αρχές: πρώτη, ο δεσμός μεταξύ αιτίας και αποτελέσματος είχε παγκόσμια (universal) εφαρμογή και, δεύτερη, όλα τα φυσικά σώματα κυβερνώνται από τους ίδιους νόμους. Αλλά τι είναι νόμος;

Ο νόμος θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια εσωτερική και αναγκαία σχέση ανάμεσα στα φαινόμενα<sup>5</sup>. Έτσι, η αιτιότητα δεν είναι ένας νόμος, αλλά μια αρχή που δηλώνει ότι κάθε γεγονός έχει τη δικιά του αιτία, και κατά συνέπεια, η αιτιότητα είναι έγκυρη ακριβώς επειδή διαπιστώνεται από την εμπειρία. Φυσικά, η αρχή της αιτιότητας δεν έκανε την παρθενική της εμφάνιση στη συγκεκριμένη περίοδο. Ο Αριστοτέλης, για παράδειγμα, ή οι Ατομικοί στην αρχαία Ελλάδα έκαναν μια μεγάλη συζήτηση γι' αυτό το θέμα. Αλλά στο 17ο αιώνα το ίδιο θέμα εμφανίστηκε με νέα μορφή.

Ο Kant υποστήριξε ότι «είναι αναγκαίο κάθε πράγμα που συμβαίνει να καθορίζεται ασταμάτητα από φυσικούς νόμους». Ο Descartes (1596-1650) συμμερίστηκε την άποψη αυτή για τα γεγονότα με «χωρική ουσία» και έτσι, όλα τα χωρο-χρονικά φαινόμενα καθορίζονται από την αναγκαιότητα.

Για το μαθηματικό De Moivre (1667-1754) η *τύχη* (chance) δεν είναι «παρά μια απλή λέξη», επειδή αυτή «ούτε μπορεί να ορισθεί ούτε να γίνει κατανοητή: ούτε μπορεί κάποιος ισχυρισμός που αφορά την τύχη να επιβεβαιωθεί ή να απορριφθεί». Παράπέρα, ο Hume (1711-1776) πιστεύει ότι η τύχη «είναι μια αργητική λέξη που υπονοεί κάποια μη πραγματική δύναμη που δεν έχει ύπαρξη στη φύση» και, ταυτόχρονα, πιστεύει ότι τίποτα δεν υπάρχει «χωρίς την αιτία της ύπαρξής του». Είναι, όμως, σημαντικό να σημειώσουμε για τον Hume ότι ουσιαστικά δεν αμφέβαλε για την πραγματικότητα της αναγκαιότητας, αλλά για τη γνώση που έχουμε γι' αυτήν. Ο Locke φαίνεται να αντιμετωπίζει το θέμα από μια όμοια οπτική γωνία όταν δηλώνει ότι η ουσία των πραγμάτων είναι η «εσωτερική σύσταση (constitution) τους», αλλά οι άνθρωποι δεν μπορούν ποτέ να γνωρίσουν τίποτα γι' αυτή τη σύσταση<sup>6</sup>.

Ο Voltaire ανέλαβε να εκλαϊκεύσει τη Νευτώνεια μηχανική στη Γαλλία. Σ' αυτήν του την πορεία εξύψωσε το ντετερμινισμό της μηχανικής σε μια γενική φιλοσοφική αρχή. Ο ντετερμινισμός θα μπορούσε, γενικά, να εκφράσει τον καθορισμό των γεγονότων από τις αιτίες τους. Ο απόλυτος και ευθύς ντετερμινισμός, δηλαδή, η αυστηρή συσχέτιση μεταξύ δύο γεγονότων χρονικά διατεταγμένων, εκ των οποίων το ένα ονομάζεται *αιτία* και το άλλο *αποτέλεσμα* είναι ο *μηχανιστικός ντετερμινισμός*. Οι φιλοσοφικές απόψεις του Voltaire ήταν σε μεγάλο βαθμό βασισμένες στη Νευτώνεια μηχανική. Αξίζει να παραθέσουμε ένα απόσπασμα από τα λόγια του:

«Είδα, μαζί με το μεγάλο Newton... πως η φύση μοιάζει παντού με τον εαυτό της. Ο νόμος της παγκόσμιας έλξης, που δρα πάνω σε ένα αστέρι, δρα πάνω σε όλα τα αστέρια, πάνω σε όλη την ύλη. Ο βασικός νόμος της ηθικότητας δρα εξίσου πάνω σε όλα τα πολιτισμένα έθνη. Υπάρχουν χιλιάδες διαφορές στην ερμηνεία αυτού του νόμου σε χίλιες περιστάσεις, αλλά, η βάση παραμένει πάντοτε η ίδια, και η βάση αυτή είναι η ιδέα της δικαιοσύνης και της αδικίας»<sup>7</sup>.

Ο Voltaire πίστευε πως η δικαιοσύνη και η αδικία είναι αναγκαία για τα ανθρώπινα όντα για να μπορέσουν να επιβιώσουν στη γη. Εισήγαγε εδώ, το ντετερμινισμό των ανθρώ-

πινων ενεργειών ισχυριζόμενος ότι η δικαιοσύνη ήταν αναγκαία για την ανθρώπινη ύπαρξη. Γι' αυτόν δικαιοσύνη και αδικία ήταν ένα είδος νόμου. Ο ίδιος παρακάτω συνεχίζει:

«Δεν υπάρχει τίποτα χωρίς μιαν αιτία. Ένα αποτέλεσμα χωρίς μιαν αιτία είναι λόγια χωρίς νόημα. Κάθε φορά που έχω μια βούληση αυτή μπορεί να είναι μόνο συνέπεια της κρίσης μου καλής ή κακής. Στην πραγματικότητα, θα ήταν πολύ παράξενο, όλη η φύση και όλοι οι πλανήτες να πρέπει να υπακούουν αιώνιους νόμους και να υπάρχει ένα μικρό ζώο με ύψος ενάμισι μέτρο, που περιφρονώντας αυτούς τους νόμους, να μπορεί να δρα όπως του αρέσει, απλά σύμφωνα με το καπρίτσιο του. Θα δρούσε τυχαία αλλά γνωρίζουμε πως η τύχη δεν είναι τίποτα. Επινοήσαμε αυτή τη λέξη για να εκφράσουμε το γνωστό αποτέλεσμα εντελώς άγνωστων αιτιών».

Αρνούμενος την ύπαρξη τυχαίων διαδικασιών, ο Voltaire απορρίπτει όλα τα τυχαία φαινόμενα, κοινωνικά και φυσικά, κι έτσι γίνεται υπέρμαχος του μοναδικού δεσμού αιτίας-αποτελέσματος. Αφού είδε το ντετερμινισμό της φύσης σε συμφωνία με τη μοναδικότητα αυτού του δεσμού της Νευτώνειας μηχανικής, ο Voltaire επέκτεινε την αρχή της αιτιότητας από τη φύση στην ανθρώπινη συμπεριφορά. Μ' αυτόν τον τρόπο ισχυρίστηκε ότι τα ανθρώπινα όντα υπόκεινται στην κίνηση του σύμπαντος, ο κυρίαρχος του οποίου εξουσιάζει, ότι δεν έχουμε καμιά ισχύ πάνω στις ιδέες μας, όπως ακριβώς δεν έχουμε καμιά ισχύ πάνω στην κυκλοφορία του αίματός μας: κατά συνέπεια, δεν είναι λογικό να πιστεύει κανείς ότι πραγματοποιούμε τις επιθυμίες μας όταν ολόκληρο το σύμπαν δεν είναι παρά ένας σκλάβος<sup>8</sup>.

Σ' αυτό το σημείο θα πρέπει να κάνουμε μερικά σχόλια. Οι νευτώνειοι φιλόσοφοι επέμεναν ότι οι παρατηρούμενοι νόμοι περισσότερο ήταν εξαρτώμενοι από την άμεση θέληση του Θεού παρά υπονοούσαν κάτι για τη φύση της ύλης και της κίνησης. Όπως λέει ο Baker η κύρια άποψή τους ήταν ότι:

«... μπορούσε κάποιος να ανακαλύψει το χέρι του Δημιουργού μέσα στο έργο Του μόνο μέσω της πιθανοκρατικής λογικής από τα παρατηρούμενα γεγονότα, γεγονότα τα οποία αποκάλυπταν κανονικότητες σε εκείνα τα φαινόμενα που δε μπορούσαν να είναι το έργο της τύχης (δηλαδή απλή αναγκαιότητα). Για τους Άγγλους μαθηματικούς, λοιπόν, η πιθανότητα δεν σχετιζόταν με την άγνοιά μας για τους νόμους μιας παγκόσμια καθορισμένης τάξης η οποία δεν μπορούσε να αποδειχθεί ορθολογικά. Αντίθετα, αποκάλυπτε αυτό που ο Newton αποκαλούσε «Σύμβολο και Έμπνευση ενός εθελοντικού Πράκτορα» μέσω της μοναδικής δυνατής οδού, δηλαδή την λογική σχέση από τα παρατηρούμενα γεγονότα προς τις πιθανές αιτίες»<sup>9</sup>.

Αυτός είναι και ο βασικός λόγος για τον οποίο τόνιζαν ότι το σύστημα του Κόσμου ακολουθούσε κατευθείαν τη θέληση του Δημιουργού και δεν υπόκειτο σε νόμους οι οποίοι αναγκαία (ή υποθετικά) υπονοούσαν την ύπαρξη της ύλης.

Από την άλλη μεριά, ο Newton υποστήριξε με ευθύ τρόπο ότι ο Θεός απλά δημιούργησε το σύμπαν (πεπερασμένο ή άπειρο) και ότι του έδωσε μόνο την πρώτη κίνηση. Αλλά αυτή η ερμηνεία ήταν ελλιπής διότι ακολούθησε η ανάγκη της παρέμβασης του Δημιουργού για να κάνει ορισμένες διορθώσεις ώστε να μπορεί να διατηρείται η σταθερότητα του Ηλιακού συστήματος<sup>10</sup>. Κατά συνέπεια, φαίνεται ότι οι παγκόσμιοι νόμοι είχαν περιορισμένη εγκυρότητα. Αυτό σημαίνει, επίσης, ότι η ύλη και η κίνηση δεν είναι εντελώς ξεχωριστές αλλά

χρειάζονται τις συνεχείς διορθωτικές παρεμβάσεις του Θεού. Επομένως, οι κινήσεις στο σύμπαν δεν οφείλονται μόνο στους παγκόσμιους νόμους. Είναι φανερό ότι για τον Newton το σύμπαν μπορούσε να υφίσταται αιωνίως χάρις και στους παγκόσμιους νόμους αλλά και στους από καιρού εις καιρόν Θεϊκές παρεισφορήσεις. Ο Marquít σημειώνει ότι τέτοιο ζήτημα για το Voltaire δεν υφίστατο: το σύμπαν μπορούσε να καταστραφεί μια μέρα διότι δεν ήταν φτιαγμένο ή υποχρεωμένο να υπάρχει αιωνίως<sup>11</sup>.

Διαφαίνεται ότι η αιτιότητα ήταν μια γενικά αποδεκτή αρχή, αλλά έπαιρνε και διαφορετικές μορφές. «Η ντετερμινιστική άποψη διατηρούνταν τόσο καλά ώστε οι υλιστές την εφάρμοσαν αμέσως στις δραστηριότητες του ανθρώπου σαν να ήταν αυτή μέρος της φύσης. Ο ντετερμινισμός εφαρμοζόμενος στον άνθρωπο δηλώνει απροκάλυπτα: δεν υπάρχει ελεύθερη βούληση. Η ανθρώπινη βούληση καθορίζεται ευθέως από φυσικές και φυσιο-λογικές αιτίες»<sup>12</sup>. Φαίνεται πως δεν ήταν ακραίος ο τρόπος με τον οποίο σκεφτόταν ο Voltaire. Στην επόμενη παράγραφο θα εξετάσουμε την Λαπλασιανή ντετερμινιστική άποψη που φαίνεται να προχωρά ακόμα περισσότερο.

### **3. Το ντετερμινιστικό πλαίσιο του Laplace μέσα από τις Πιθανότητες**

Είναι γενικά αποδεκτό ότι ο Laplace κατόρθωσε να διατυπώσει τον ορισμό του ντετερμινιστικού σύμπαντος στο έργο του *Φιλοσοφικό Δοκίμιο για τις Πιθανότητες*:

«Οφείλουμε να δούμε την παρούσα κατάσταση του σύμπαντος σαν το αποτέλεσμα της προηγούμενης και σαν αιτία της κατάστασης που θα ακολουθήσει. Μια διάνοια που σε μια δοσμένη στιγμή θα γνώριζε όλες τις δυνάμεις από τις οποίες εμπνυχώνεται η φύση και τις αντίστοιχες καταστάσεις που την συνθέτουν –μια διάνοια αρκετά πλατειά ώστε να υποβάλλει αυτά τα δεδομένα σε ανάλυση– θα αγκάλιαζε στον ίδιο τύπο τις κινήσεις των μεγαλύτερων σωμάτων του σύμπαντος καθώς και του ελάχιστου ατόμου· γι' αυτήν τίποτα δεν θα ήταν αβέβαιο, και το μέλλον, όπως και το παρελθόν θα ήταν μπροστά στα μάτια της»<sup>13</sup>.

Σύμφωνα με αυτόν τον πολύ σημαντικό ορισμό όλα τα φαινόμενα θα μπορούσαν να ενοποιηθούν κάτω από το πρίσμα του ίδιου νόμου και θα μπορούσαν να ιδωθούν μέσα από το «μάτι ενός Θεού». Εν τούτοις δεν είναι τόσο απλό να εξάγουμε συμπεράσματα για την πίστη του Laplace.

Πρώτα απ' όλα, φαίνεται ότι ο Laplace είναι ένας ατομιστής ο οποίος αποδέχεται τα ίδια συμπεράσματα με τον Newton και τους διαδόχους του για την ύπαρξη μιας ελάχιστης άτιμης ποσότητας ύλης. Το «έσχατο άτομο» είναι αυτή ακριβώς η μοναδική ποσότητα ύλης η οποία δεν διαιρείται περαιτέρω, και η ύπαρξη της οποίας είναι μάλλον μια εικασία και φιλοσοφική θέση παρά ένα επιστημονικό συμπέρασμα.

Πιστεύει ο Laplace σ' ένα πεπερασμένο ή σ' ένα άπειρο σύμπαν; Η πιθανότερη εκδοχή είναι ότι πιστεύει σ' ένα πεπερασμένο, γιατί αν τα πράγματα δεν ήταν έτσι δεν θα έκανε αυτή τη ριψοκίνδυνη υπόθεση της παντογνώστριας διάνοιας που γνωρίζει το σύμπαν ανά πάσα στιγμή. Παρά το γεγονός ότι η πλειοψηφία των κατά καιρούς υλιστικών ρευμάτων δεχόταν ένα άπειρο σύμπαν σε αέναη κίνηση και αλλαγή<sup>14</sup>, πιστεύουμε ότι ειδικά ο Laplace

μάλλον δεχόταν ένα κλειστό σύμπαν και αυτό φαίνεται από τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζει τον Κόσμο μέσω των Πιθανοτήτων<sup>15</sup>.

Προσεγγίζοντας τώρα το ερώτημα για το αν πίστευε ή όχι ο Laplace στον Θεό πιστεύουμε ότι αυτό δεν πρέπει να τίθεται με τον κοινότυπο τρόπο. Όταν ο Laplace παρουσίασε την *Ουράνια Μηχανική* του στον Ναπολέοντα, ο δεύτερος παρατήρησε ότι δεν είδε πουθενά μέσα στο έργο καμιά αναφορά στο Θεό. Ο Laplace τότε φέρεται ότι απάντησε «Κύριε, δεν είχα ανάγκη από αυτήν την υπόθεση»<sup>16</sup>. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να είναι απλά και μόνο ένα από τα χιλιάδες ιστορικά ανέκδοτα που κυκλοφορούν, είναι όμως απόλυτα βάσιμο, έστω και σαν ανέκδοτο και χρίζει μιας σύντομης εξήγησης. Όπως είδαμε στην προηγούμενη ενότητα, ο Newton υπονόησε ότι ο Θεός παρεμβαίνει στο δημιουργημά του από καιρού εις καιρόν για να κάνει μερικές απαραίτητες διορθώσεις στο ηλιακό σύστημα για να αποσοβήσει τον κίνδυνο μιας πιθανής καταστροφής του. Ο Laplace όμως, κατόρθωσε να αποδείξει ότι οι ανωμαλίες στις κινήσεις των πλανητών είναι περιοδικές και μάλιστα με σταθερή περίοδο μεγάλης χρονικής διάρκειας. Μέχρι την εποχή του Laplace η μηχανοκρατική αντίληψη «είχε ανάγκη» από την παρουσία του Θεού μόνο στις δύο περιπτώσεις της Δημιουργίας και των «αιώνιων ανωμαλιών». Τώρα το δεύτερο πρόβλημα είχε λυθεί, κι έτσι ο Laplace δεν τον χρειαζόταν τον Θεό, ούτε και απαντούσε στο ερώτημα «ποιος δημιούργησε τον Κόσμο;» επειδή θεωρούσε την αυθυπαρξία του σύμπαντος δεδομένη και έτσι το ερώτημα ήταν ανούσιο.

Η αιτιότητα ήταν μια γενικά αποδεκτή αρχή. Ο Laplace προχώρησε σε σχέση με τους προηγούμενους του αλλά και με τους σύγχρονους του. Από τη στιγμή που δεν υπάρχει γεγονός χωρίς την αιτία του (Voltaire) και αφού όλα τα σώματα κυβερνώνται από τους ίδιους νόμους (Newton), ο Laplace απορρίπτει όλα τα επίπεδα μέσω των οποίων οργανώνεται η ύλη και εξοβελίζει την έννοια της ποιότητας. Η παρούσα κατάσταση του σύμπαντος δεν είναι παρά αποτέλεσμα της προηγούμενης της και η αιτία της επόμενης της. Αυτή είναι μια αυστηρή και άκαμπτη ντετερμινιστική αντίληψη για τον Κόσμο. Σύμφωνα με αυτή, στην ουσία, τα αίτια μιας συγκεκριμένης κατάστασης δεν έχουν κάποιον εσωτερικό της κατάστασης χαρακτήρα αλλά είναι «εξωτερικά». Δεν υφίσταται ποιοτική εξέλιξη, ούτε εσωτερική διαδικασία, επειδή απλούστατα, κάθε άτομο σχετίζεται με όλα τα άλλα άτομα στο σύμπαν. Ουσιαστικά, ο Laplace αναγνωρίζει μόνο αυτό το επίπεδο σχέσεων ανάμεσα στα φαινόμενα μέσω μιας απλουστευτικής αναγωγής.

Ο Laplace επιχείρησε να δει το σύμπαν μέσα από το «μάτι ενός Θεού». Το νόημα αυτής της παντογνώστριας διάνοιας που θα μπορούσε να υποβάλλει σε επεξεργασία όλα τα δεδομένα του σύμπαντος είναι μια υπόθεση που σχετίζεται με το γεγονός ότι ο άνθρωπος δεν μπορεί να το κάνει. Από τη μια μεριά, ο μεγάλος πιθανοθεωρητικός κάνει χρήση αυτής της υπόθεσης για να τονίσει ότι και τα φυσικά και τα κοινωνικά φαινόμενα ανάγονται σε σχέσεις μεταξύ των ατόμων, και από την άλλη, κάνει ένα πέρασμα στη μαθηματική θεωρία πιθανοτήτων. Η χρήση των πιθανοτήτων εκφράζει την αδυναμία της ολοκληρωτικής γνώσης κάθε συγκεκριμένης κατάστασης.

Μόνο μια φανταστική διάνοια θα μπορούσε να γνωρίσει στο σύνολό της μια συγκεκριμένη κατάσταση. Μια τέτοια διάνοια δεν υφίσταται, συνεπώς, σύμφωνα με τον Laplace, ο άνθρωπος μπορεί να γνωρίσει μόνο ένα μέρος μιας κατάστασης. Αυτός και ο βασικός λό-

γος για τον οποίο υποστηρίζει ότι «η Πιθανότητα σχετίζεται εν μέρει με την άγνοιά μας και εν μέρει με τη γνώση μας»<sup>17</sup>. Στην πραγματικότητα για τον Laplace η Πιθανότητα δεν έχει κανένα οντολογικό status, οι καταστάσεις δεν διακρίνονται από τη δικιά τους εσωτερική δυναμική: «Ο Laplace επέμενε ότι η έννοια της Πιθανότητας σχετίζεται και με τη γνώση που έχουμε για τα πράγματα και με τα ίδια τα πράγματα. Είναι μια λειτουργία των στενών ορίων της ανθρώπινης γνώσης συγκρινόμενη με το ιδανικό της υποθετικής Διάνοιας για την οποία το σύμπαν δεν θα ήταν παρά ένα μεγάλο γεγονός και μια μεγάλη αλήθεια»<sup>18</sup>.

Για τον Laplace ο παράγοντας της τύχης δεν υφίσταται. Εκφράζει μια σειρά παραγόντων που δεν μπορούν να εκτιμηθούν ή δεν μπορούμε να γνωρίζουμε πότε και πού θα εμφανιστούν. Ο Sheynin υποστηρίζει ότι ο Laplace «δεν τολμά να πει κάτι για την τύχη στο *Φιλοσοφικό Δοκίμιο για τις Πιθανότητες*, γεγονός που μαρτυρά είτε τη δυσαρέσκεια του με τέτοιες εξηγήσεις είτε το γεγονός ότι θυσιάζει την μη γνώσιμη τύχη εξαιτίας της ασυμβατότητάς της με τον παγκόσμιο ντετερμινισμό»<sup>19</sup>. Ο Laplace έψαχνε για εκείνες τις μεταβλητές και άγνωστες αιτίες που εμείς ονομάζουμε τύχη και που προσδίδουν αβέβαιη και ακανόνιστη πορεία στα γεγονότα, παράγοντες που φαίνονται να εμφανίζουν μια «δυναμική κανονικότητα» καθώς πολλαπλασιάζονται. Αυτή η κανονικότητα είναι η ανάπτυξη των αντίστοιχων δυνατοτήτων των απλών γεγονότων που οφείλουν να παρουσιάζονται πιο συχνά όταν είναι πιο πιθανά. Ο Laplace κατόρθωσε να εξαγάγει μια μακροσκοπική τάξη μέσα από ένα μικροσκοπικό χάος.

Ο μεγάλος μαθηματικός Bayes (1701-1762) ήταν ο πρώτος μαθηματικός που έθεσε τα θεμέλια για μια θεωρία αναζήτησης των αιτίων<sup>20</sup>. Ο Laplace έκανε το ίδιο λίγο αργότερα αλλά μ' έναν πιο λεπτεπίλεπτο τρόπο. Το *memoire* του πάνω στις «πιθανότητες των αιτίων» καθώς και το συμπλήρωμά του<sup>21</sup> συνιστούν μια πλήρη παρουσίαση της άποψής του για το σύμπαν. Εκεί πραγματεύτηκε όχι μόνο το πρόβλημα για τις «πιθανότητες των αιτίων», αλλά και τις πιθανότητες των μελλοντικών γεγονότων όπως αυτές εξάγονται από τα παρατηρούμενα γεγονότα, με τον ίδιο τρόπο που και η φανταστική του Διάνοια θα μπορούσε να περιπλανιέται είτε προς τα μπρος για να «δει» το μέλλον είτε προς τα πίσω για να «δει» το παρελθόν. Η προς τα πίσω περιπλάνηση ερμηνεύεται ως αναζήτηση των *αιτίων* της παρούσας κατάστασης (του σύμπαντος). Η προς τα μπρος περιπλάνηση, αντίστοιχα, αντιστοιχεί σε μια μελλοντική κατάσταση η οποία είναι αποτέλεσμα της παρούσης. *Κοντολογίς, η παρούσα κατάσταση ταυτίζεται με την αιτία κάθε μελλοντικής.*

Η Daston παρατηρεί ότι «ο Laplace είδε στο πρόσωπο της φύσης μια σύνθεση από “ομαλές” (ή “σταθερές”) και “ανώμαλες” αιτίες. Ακόμα και οι ανώμαλες αιτίες παρουσιάζουν μια συλλογική ομαλότητα, εντούτοις: μακροπρόθεσμα τα αποτελέσματά τους ήταν συμμετρικά και ακύρωναν το ένα το άλλο, αποκαλύπτοντας τη μόνιμη λειτουργία μιας υποβόσκουσας σταθεράς. Ο αναπόφευκτος θρίαμβος των σταθερών-ομαλών αιτίων των εφήμερων διαταραχών βρήκε εφαρμογή όχι μόνο στα μακροχρόνια κέρδη των ασφαλιστικών εταιρειών και τις λοταρίες αλλά, όπως διατείνεται ο Laplace, και στα σωτήρια αποτελέσματά του να υπόκειται κανείς στις αιώνιες αρχές της λογικής, του δικαίου και της ανθρωπιάς πάνω στις οποίες ιδρύθηκε και συντηρείται η ανθρωπότητα —αυτές ήταν οι ηθικές “αιτίες” της ανθρώπινης ευτυχίας»<sup>22</sup>. Είναι φανερό λοιπόν, ότι για τον Laplace υπάρχουν φυσικά όρια στην κοινωνία, τα οποία επιβάλλονται «από τη λογική και τα φυσικά δι-



καιώματα του ανθρώπου» τα οποία κυβέρνησαν το μακροχρόνιο πεπρωμένο των εθνών με τον ίδιο απαράμιλλο τρόπο που οι φυσικοί νόμοι κυβερνούν τις παλίρροιας:

«Είναι σημαντικό, λοιπόν, τόσο για τη σταθερότητα, όσο και για την ευτυχία των αυτοκρατοριών να μην επεκτείνονται πέρα από εκείνα τα όρια στα οποία τις περιόριζε η αδιάκοπη δράση των αιτίων· όπως η στάθμη των θαλασσών ανεβαίνει από τις βίαιες καταιγίδες και ξαναπέφτει στο αρχικό επίπεδο από τη δύναμη της βαρύτητας. Αυτό είναι επίσης αποτέλεσμα του Λογισμού των Πιθανοτήτων το οποίο επιβεβαιώνεται από πολυάριθμες καταστροφικές εμπειρίες»<sup>23</sup>.

Γενικά, για τον Laplace, το σύμπαν προσομοιώνεται σ' ένα κουτί που μοιάζει με εκείνα τα κουτιά των προβλημάτων<sup>24</sup> που λύνει ο ίδιος στο έργο του *Αναλυτική Θεωρία Πιθανοτήτων*. Είναι γεμάτο με μπάλες, δηλαδή, γεμάτο με άτομα, και το μοντέλο αυτό συνδέεται άμεσα με το μοντέλο που είχε προτείνει λίγο πριν από τον Laplace ο κοινωνικο-πολιτικός φιλόσοφος και μαθηματικός Condorcet (1743-1794)<sup>25</sup>. Ο Laplace υποστήριξε ότι η Θεωρία Πιθανοτήτων δεν αντιστοιχεί σε τίποτα πραγματικό. Απλά μετράει την άγνοιά μας.

Παρά το γεγονός ότι μια τέτοια οπτική θα μπορούσε να υποβαθμίσει έναν ολόκληρο κλάδο των μαθηματικών σε υποκειμενιστική φιλοσοφία, ο Laplace επέμενε ότι οι Πιθανότητες εφαρμόζονται περισσότερο σε αναλογίες ή συνδυασμούς παρά σε νοητικές καταστάσεις που προκύπτουν από τις αναλογίες. «Διέκρινε καθαρά τις *σχετικές πιθανότητες* που προκύπτουν από την υπόθεση των ίσων πιθανοτήτων (εξαιτίας της άγνοιάς μας) και τις *απόλυτες δυνατότητες* που προκύπτουν από τη φύση των ίδιων των γεγονότων». Ακόμα, ο Laplace προειδοποίησε για τις ενδεχόμενες μαθηματικές αστάθειες στις οποίες θα μπορούσε να οδηγήσει η σύγχυση των απόλυτων και των σχετικών πιθανοτήτων.

#### 4. Συμπεράσματα

Ο Laplace συμμετείχε στο κίνημα για τα *κοινωνικά μαθηματικά* των οποίων βασικός εμπνευστής στάθηκε ο Condorcet «ο οποίος ανακάλυψε στο Λογισμό των Πιθανοτήτων (...) το εργαλείο που θα θεμελιώνει τα ορθολογικά θεμέλια της πίστης στις ηθικές και στις φυσικές επιστήμες»<sup>26</sup>. Ήταν άνθρωπος της γενιάς των διαφωτιστών χωρίς να είναι από τους εκλεκτούς εκπροσώπους του και συμμετείχε στο υλιστικό ρεύμα<sup>27</sup>. Όχι μόνο πίστευε ότι οι άνθρωποι πρέπει να αναζητούν τις αιτίες των πραγμάτων, αλλά όρισε τι είναι η αιτία μιας κατάστασης (και όχι ενός γεγονότος): η προηγούμενη του κατάσταση (χρονικά).

Ενώ ο ίδιος ήταν υλιστής δεν μπορούσε να διακρίνει τα διάφορα επίπεδα στα οποία οργανώνεται η ύλη. Κοντολογίς, δεν αναγνώριζε την κατηγορία της *ποιότητας*. Γι' αυτόν, τα φυσικά, βιολογικά και κοινωνικά φαινόμενα ανάγονταν στο ίδιο επίπεδο: το επίπεδο των φυσικών φαινομένων. Μ' αυτόν τον τρόπο άφησε να εννοηθεί ότι αντιμετωπίζει και τα φυσικά σώματα και τα ανθρώπινα ως σύνολα ατόμων. Δεδομένου ότι το ανθρώπινο πνεύμα δεν μπορεί να είναι ελεύθερο (ως συνέπεια του προηγούμενου σκεπτικού) υποθέτει πως οτιδήποτε συμβαίνει στο σύμπαν δεν είναι παρά αποτέλεσμα των Νευτώνειων νόμων<sup>28</sup>. Το γενικό φιλοσοφικό πνεύμα εκείνης της περιόδου στάθηκε συμπαράστατης του.

«Αν και παραδεχόταν ότι οι ηθικές αιτίες ήταν πολύ πιο περίπλοκες από τις αντίστοιχες φυσικές, παρόλα αυτά, ήταν ευχαριστημένος που οι λεκτικές μεταφορές του στον τομέα της μηχανικής και της δυναμικής ήταν κάτι περισσότερο από μεταφορές: “ο δισταγμός ανάμεσα σε δύο αντίθετα κίνητρα είναι η ισορροπία ίσων δυνάμεων”»<sup>29</sup>.

Συνεπώς, δημιουργεί τη δικιά του Θεωρία Πιθανοτήτων με απώτερο στόχο να ερμηνεύσει με ποσοτικούς όρους την αναζήτηση των αιτίων και να μετρήσει το βαθμό της γνώσης μας για τα πράγματα. Το επιχείρημά του είναι πολύ απλό: η έλλειψη γνώσης ακόμη και για τα μικρότερα και τα τελευταία κομμάτια της αιτιακής αλυσίδας έχει αρνητική αντανάκλαση όχι μόνο στο σύνολο της γνώσης μας για την αλυσίδα, αλλά και στη γνώση που έχουμε για τα επιμέρους κομμάτια της.

Για τον Laplace η Πιθανότητα απλά μετράει την άγνοιά μας. Δεν μπορεί να μετρήσει τη δυναμική των καταστάσεων. Έτσι, οι μαθηματικές «Πιθανότητες των αιτίων» συνιστούν μια προσπάθεια να ψάξει όχι για τις ίδιες τις αιτίες, αλλά για την πιθανή ύπαρξη της συγκεκριμένης αιτίας μιας συγκεκριμένης κατάστασης. Λαπλασιανό συμπέρασμα: οι αλήθειες που θα κατακτήσουμε δεν θα χαρακτηρίζονται ποτέ από βεβαιότητα, αλλά από πιθανοφάνεια. Ας την μετρήσουμε, λοιπόν.

### **Βιβλιογραφία**

1. Baker K.M., 1975, Condorcet: *From Natural Philosophy to Social Mathematics*, Chicago, The University of Chicago Press.
2. Bayes T., 1763, «An Essay towards solving a problem in the Doctrine of Chances» στο *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 53, pp. 370-418.
3. Daston L., 1988, *Classical Probability in the Enlightenment*, Princeton, Princeton University Press.
4. Gillispie C.G., 1974, «Laplace P.S.», *Dictionary of Scientific Biography*, 5, pp. 273-403.
5. Hacking I., 1975, *The Taming of Chance*, Cambridge, Cambridge University Press.
6. Kline M., 1982, *Mathematics in Western Culture*, Penguin.
7. Laplace P.S., 1814, *A Philosophical Essay on Probabilities*, trans. in 1951 by F.W. Truscott and F.L. Emory ed. by E.T. Bell, New York, Dover Publications.
8. Laplace P.S., 1812, «Théorie Analytique des Probabilités», 7 στο *Œuvres Complètes*, Paris, 1886.
9. Marquit E., 1987, «Η αρχή της Αιτιότητας και οι Κοινωνικές Ρίζες του Μηχανιστικού Ντετερμινισμού», *Επιστημονική Σκέψη*, τ. 35, σσ. 69-75.
10. Μπιτσάκης Ε., 1985, *Η Δυναμική του Ελάχιστου*, τόμος 1, Αθήνα, Ι. Ζαχαρόπουλος.
11. Μπιτσάκης Ε., 1995, *Το Αειθαλές Δέντρο της Γνώσεως*, Αθήνα, Στάχυ.
12. Newton I., 1687, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, trans. by a. Motte and revised by F. Cajori 1962, Berkeley, University of California Press.
13. Perivolakis A., 1995, *Laplace's «Probabilities of Causes» in Théorie Analytique des Probabilités (1812): A Connection with Causality and Determinism*, Θεσσαλονίκη, διπλωματική εργασία DEA.
14. Sheynin O.B., 1976, «Laplace's Work on Probability», *Archive Hist. of Exac. Scienc.*, 16, pp. 137-187.
15. Ταμπάκης Ν., 1996, *Αναπαραστίσεις του Κόσμου*, Αθήνα, Στάχυ.

### Υποσημειώσεις

1. Newton, 1687, pp. 398-399.
2. Υπάρχει διάκριση μεταξύ *αιτιότητας* (causality) και *αιτιοκρατίας* (determinism). Αιτιότητα είναι η γενική παραδοχή των αιτιών. Η χρήση του όρου αυτού συμπεριλαμβάνει και την αποδοχή της μονόδρομης χρονικής διάταξης αίτιας-αποτελέσματος. Από την άλλη, η αιτιοκρατία δηλώνει τον προκαθορισμό του αποτελέσματος από την αιτία (βλ. Ταμπάκης, 1996, σ. 204).
3. Δεν μας ενδιαφέρει σ' αυτό το σημείο η βιολογική ερμηνεία.
4. Βλ. Marquit, 1987, σ. 71.
5. Βλ. Μπιτσάκης, 1985, σ. 33.
6. Για μια ενδιαφέρουσα διαπραγμάτευση με το θέμα βλ. Hacking, 1975, pp. 12-13 κ.ε.
7. Βλ. Marquit, 1987, σ. 72.
8. Marquit, 1987, σ. 73.
9. Baker, 1975, σ. 162.
10. Ήταν αποτέλεσμα των «αιώνων ανωμαλιών» στις κινήσεις του Δία και του Κρόνου.
11. Marquit, 1987, σ. 74.
12. Kline, 1982, σ. 292.
13. Laplace, 1814, σ. 4.
14. Βλ., π.χ., Μπιτσάκης, 1995, σ. 75.
15. Βλ. Perivolakis, 1995, ιδίως το κεφάλαιο 4, σσ. 55-70.
16. Αναφέρεται συχνά. Βλ. π.χ. Struik, 1982, p. 222.
17. Laplace, 1814, p. 6.
18. Baker, 1975, p. 168.
19. Sheynin, 1976, p. 174.
20. Βλ. Bayes, 1763, pp. 370-418.
21. Laplace, 1812, pp. 370-392.
22. Daston, 1988, p. 270.
23. Laplace, 1814, p. 63.
24. Ο Laplace έδειξε ότι αν έχουμε ένα κουτί που περιέχει άπειρες λευκές και μαύρες μπάλες και σε σύνολο  $(p+q)$  δοκιμών τραβήξουμε  $p$  λευκές και  $q$  μαύρες μπάλες, τότε η πιθανότητα να τραβήξουμε μια λευκή μπάλα στην επόμενη δοκιμή είναι

$$\text{Pr}(\text{άσπρη} / p, q) = \frac{\int_0^1 x^{p+1} (1-x)^q dx}{\int_0^1 x^p (1-x)^q dx}$$

Έπειτα, ο Laplace γενίκευσε αυτόν το νόμο της διαδοχής υπολογίζοντας την πιθανότητα να τραβήξουμε  $m$  λευκές και  $n$  μαύρες μπάλες στις επόμενες  $m+n$  δοκιμές, δεδομένου ότι  $p$  λευκές και  $q$  μαύρες έχουν ήδη τραβηχτεί. Έχουμε, λοιπόν:

$$\text{Pr}(m \text{ λευκές}, n \text{ μαύρες} / p, q) = \frac{\int_0^1 x^{p+m} (1-x)^{q+n} dx}{\int_0^1 x^p (1-x)^q dx} \quad (1.2)$$

25. Στα 1780 ο Condorcet διατύπωσε την άποψη ότι κάθε πρόβλημα του λογισμού των Πιθανοτήτων είναι ισοδύναμο μ' ένα πρόβλημα που παίρνει μια από τις δύο κάτωθι μορφές:

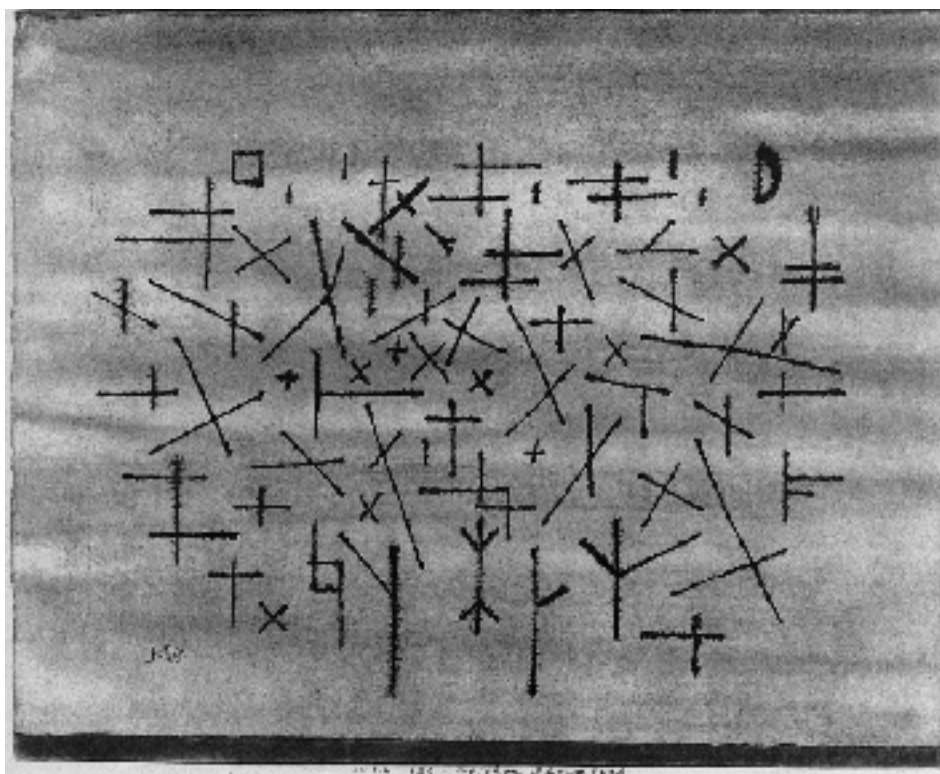
(i) έχουμε ένα κουτί που περιέχει μπάλες διαφόρων χρωμάτων με γνωστή αναλογία· αναζητούμε την πιθανότητα να τραβήξουμε ένα συγκεκριμένο αριθμό από μπάλες συγκεκριμένου χρώματος, (ii) έχουμε ένα κουτί που περιέχει χρωματισμένες μπάλες σε άγνωστη αναλογία και τραβάμε ένα συγκεκριμένο αριθμό από αυτές βλέποντας τα χρώματά τους· αναζητούμε την πιθανή αναλογία χρωμάτων μέσα στο κουτί.

26. Baker, 1975, p. 160.

27. Υπήρξαν φορές που οι αντιλήψεις του για το σύμπαν ήταν πρωτοποριακές. Για παράδειγμα, ο ίδιος δεν πίστευε στη στιγμιαία μετάδοση της δύναμης της βαρύτητας αλλά στη μετάδοσή της μέσα στο χρόνο. Βλ. Gillispie, 1974, p. 286.

28. Marquit, 1987, σ. 75.

29. Daston, 1987, p. 381.



«Συλλογή σημείων», 1924