



## Η τυχαιότητα

Η τυχαιότητα είναι μια έννοια που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή, κυρίως θέλοντας να μιλήσουμε για κάτι που συμβαίνει χωρίς να υπάρχει κάποια συγκεκριμένη αιτία, ή χωρίς να γνωρίζουμε την αιτία του. Ως κεντρική έννοια της θεωρίας πιθανοτήτων, η τυχαιότητα είναι ένας τρόπος να μοντελοποιήσουμε και να μελετήσουμε εξαιρετικά πολύπλοκα φαινόμενα. Για αυτά τα φαινόμενα είτε δεν μπορούμε να βρούμε ένα ντετερμινιστικό μοντέλο, δηλαδή ένα μοντέλο με τύπους για να προβλέψουμε με μεγάλη βεβαιότητα την έκβασή τους (τι θα γίνει τελικά), είτε και να βρούμε ένα τέτοιο μοντέλο, θα είναι τόσο ευμετάβλητη η πρόβλεψη, που ουσιαστικά δε θα είναι χρήσιμη. Για παράδειγμα, ακόμα και να βρούμε έναν τύπο για να προβλέψουμε το αποτέλεσμα του στριψίματος ενός συνηθισμένου κέρματος, γνωρίζοντας όλους τους παράγοντες που το επηρεάζουν, μια πάρα πολύ μικρή (σχεδόν αμελητέα) αλλαγή σε αυτούς τους παράγοντες θα άλλαζε τόσο πολύ το αποτέλεσμα που θα καθιστούσε την πρόβλεψη ουσιαστικά λανθασμένη.

Εξετάζοντας την θεωρία πιθανοτήτων σε ένα ευρύτερο πλαίσιο από αυτό της εκπαίδευσης, έχει ενδιαφέρον να δούμε την ανάπτυξή της παράλληλα με την εξέλιξη της αντίληψης της ανθρωπότητας για την έννοια της τύχης, της τυχαιότητας και της διάκρισης μεταξύ τους. Σύμφωνα με τον Jacob Bernoulli<sup>1</sup>, για αιώνες όλες οι εικασίες για τα μελλοντικά γεγονότα θεωρούνταν κάτι ασύλληπτο για τους ανθρώπους, αφού η γνώση για το μέλλον ανήκε μόνο «στη δόξα του υπέρτατου Δημιουργού». Κατά κάποιο τρόπο το μέλλον ήταν προδιαγεγραμμένο, σύμφωνα με αυτή τη θεώρηση. Ουσιαστικά πρόκειται για μια ντετερμινιστική<sup>2</sup> προσέγγιση για το μέλλον, έστω κι αν τα αίτια δεν είναι προσβάσιμα από τον άνθρωπο. Για αυτό η ρίψη ζαριών ή αστραγάλων (κόκαλα από τον αστράγαλο ζώων με οπλές, όπως τα πρόβατα) υπήρχαν από τους πρώτους πολιτισμούς των Σουμερίων, των Ασσυρίων και της Αιγύπτου και χρησιμοποιήθηκαν για την πρόβλεψη του μέλλοντος και τη λήψη αποφάσεων. Ουσιαστικά πίστευαν ότι το αποτέλεσμα του ζαριού ήταν η έκφραση της θεικής βούλησης. Παρόμοια «παιχνίδια» στην αρχαία Ρώμη είχαν χρησιμοποιηθεί ως τρόπος διευθέτησης διαφορών (όπως για παράδειγμα στρίβουμε ένα κέρμα για να αποφασίσουμε ποια ομάδα θα έχει πρώτη την κατοχή της μπάλας σε έναν αγώνα, αλλά για αρκετά σοβαρότερα ζητήματα). Κάτω από μια τέτοια κοσμοθεωρία, η τυχαιότητα όπως χρησιμοποιείται στη θεωρία πιθανοτήτων ήταν «εκτός

---

<sup>1</sup> Ο Jacob Bernoulli (1654-1705), που αναφέρεται και ως Jacques ή James ήταν ο πρώτος από την γνωστή οικογένεια μαθηματικών με το όνομα Bernoulli.

<sup>2</sup> Αιτιοκρατική προσέγγιση για τα φαινόμενα, διαφορετική από την στοχαστική: Σύμφωνα με αυτή για την μελέτη των φαινομένων χρειάζεται να γνωρίζουμε τις αιτίες που τα προκαλούν και τα οδηγούν σε συγκεκριμένα αποτελέσματα.

πλαισίου», εφόσον το αποτέλεσμα του ζαριού κάθε άλλο παρά τυχαίο ήταν. Βέβαια, η αντίληψη ότι η γνώση για το μέλλον ήταν προσβάσιμη στις θεϊκές δυνάμεις, άρα το μέλλον δεν ήταν κάτι τυχαίο, αλλά υπήρχε κάποιου είδους θεϊκή αιτιότητα που το διαμόρφωνε, δεν αποθάρρυνε τους παίκτες τυχερών παιχνιδιών και στοιχημάτων να συμμετέχουν σε αυτά.

Ωστόσο, μέσα σε αυτό το ιστορικό πλαίσιο, οι Έλληνες φιλόσοφοι ανέπτυξαν αξιοσημείωτες απόψεις, που σχετίζονται με την σημερινή αντίληψη για την τυχαιότητα. Για τον Δημόκριτο, τα πάντα στη γη είναι ο συνδυασμός της τύχης και της ανάγκης. Ο Αριστοτέλης θεωρούσε ότι η τύχη προκύπτει από την σύμπτωση δύο ή περισσότερων σειρών γεγονότων, που ήταν ανεξάρτητα μεταξύ τους. Ωστόσο λόγω των τόσο πολλών διαφορετικών παραγόντων που υπεισέρχονταν σε αυτά (δηλαδή της μεγάλης τους πολυπλοκότητας), το τελικό αποτέλεσμα αποδίδεται σε καθαρή τύχη. Ωστόσο η φιλοσοφία του Αριστοτέλη φαίνεται να μην επηρεάζει τον Μεσαίωνα, όπου η μαγεία και οι δεισιδαιμονίες είχαν κυρίαρχο ρόλο στη σκέψη των ανθρώπων.

Αρκετά αργότερα, ο Cardano<sup>3</sup>, ο οποίος συνέδεσε το στοίχημα με την απαρίθμηση νικηφόρων συνδυασμών, ήταν ο πρώτος που σημείωσε πρόοδο στην στοχαστική<sup>4</sup> σκέψη τον 16ο αιώνα. Ένα ακόμα αποφασιστικό βήμα στη στοχαστική σκέψη φάνηκε ότι συζητήθηκε από τους Pascal<sup>5</sup> και Fermat<sup>6</sup> στην αλληλογραφία τους. Αυτό ήταν η σύνδεση της ιδιότητας των αποτελεσμάτων ενός πειράματος τύχης να είναι ισοπίθανα με τον υπολογισμό των πιθανοτήτων σύνθετων ενδεχομένων, δηλαδή περίπου αυτό που κάνουμε όταν εφαρμόζουμε τον κλασικό ορισμό της πιθανότητας.

Ο Laplace<sup>7</sup> εκατό χρόνια αργότερα στήριξε τη ντετερμινιστική του σκέψη στην «αρχή του επαρκούς λόγου». Φιλοσοφικά πρόκειται για μια αιτιοκρατική ματιά σε ό,τι συμβαίνει στον κόσμο. Ωστόσο είναι σχετικά συμβατή με την έννοια της τυχαιότητας, όπως χρησιμοποιείται στην θεωρία πιθανοτήτων, δηλαδή ως ο τρόπος να μιλήσει κανείς για την πολυπλοκότητα των φαινομένων: «Τα τωρινά γεγονότα συνδέονται με τα προηγούμενα μέσω μιας σύνδεσης που βασίζεται στην προφανή αρχή ότι

---

<sup>3</sup> Ο Gerolamo Cardano (1501-1576) ήταν πολυμαθής στους τομείς των Φυσικών Επιστημών, των Μαθηματικών, της Ιατρικής και των Θετικών Επιστημών γενικότερα, με πολλές ακαδημαϊκές θέσεις σε πανεπιστήμια της εποχής του. Στον Cardano οφείλεται η πρώτη αναλυτική περιγραφή του τυφοειδή πυρετού.

<sup>4</sup> Δηλαδή στον τρόπο σκέψης της θεωρίας πιθανοτήτων.

<sup>5</sup> Ο Blaise Pascal (1623-1662) ήταν Μαθηματικός, Φυσικός και Φιλόσοφος με μεγάλο συγγραφικό έργο. Ενδεικτικό του εύρους των επιτευγμάτων του είναι ότι το όνομά του φέρει η μονάδα μέτρησης της πίεσης (1 Pa), το τρίγωνο Pascal στα Μαθηματικά, κτλ.

<sup>6</sup> Ο Pierre de Fermat (1601-1665) ήταν νομικός. Ωστόσο ήταν και ερασιτέχνης Μαθηματικός γνωστός για τις μεθόδους του σε διάφορους τομείς των Μαθηματικών.

<sup>7</sup> Ο Pierre-Simon Laplace (1749-1827) ήταν διανοητής, επιστήμονας και ερευνητής που εργάστηκε σε διάφορα επιστημονικά πεδία. Το όνομά του είναι συνδεδεμένο, ανάμεσα σε άλλα, με αρκετές έννοιες Φυσικής, αλλά και με τον «μετασχηματισμό Laplace», που εισήχθη από τον ίδιο κατά την εργασία του στη θεωρία πιθανοτήτων.

ένα πράγμα δεν μπορεί να συμβεί χωρίς μια αιτία που το προκαλεί [...]. Θα έπρεπε λοιπόν να θεωρούμε την παρούσα κατάσταση του σύμπαντος ως το αποτέλεσμα της προηγούμενης του κατάστασης και ως την αιτία αυτής που πρόκειται να ακολουθήσει». Από αυτή την άποψη, η τύχη δεν είναι τίποτα άλλο παρά «έκφραση της άγνοιάς μας». Ο Λαπλασιανός ντετερμινισμός ήταν ριζοσπαστικός και αποκλείει την ύπαρξη φυσικής τύχης, αλλά δεν αντιτίθεται εξολοκλήρου, όπως είπαμε στην τυχαιότητα ως τρόπο να δει κανείς κάτι πολύπλοκο. Εδώ φαίνεται αχνά και η διάκριση της τύχης από αυτό που ονομάζουμε σήμερα ως τυχαιότητα στη θεωρία πιθανοτήτων. Σύμφωνα με τον Laplace η θεωρία πιθανοτήτων, τελικά, δεν είναι τίποτα άλλο από τη συμπύκνωση της απλής λογικής με μαθηματικό συμβολισμό και συλλογισμούς<sup>8</sup>. Συνεχίζοντας για τη θεωρία πιθανοτήτων γράφει ότι μας διδάσκει να αποφεύγουμε τις ψευδαισθήσεις που συχνά μας παραπλανούν. Για αυτό ο Laplace θεωρούσε τη θεωρία πιθανοτήτων απαραίτητη για την εκπαίδευση.

Στις αρχές του 20ου αιώνα, ο Poincaré<sup>9</sup> παρατήρησε ότι η άγνοια των νόμων που διέπουν ορισμένα φυσικά φαινόμενα δεν συνεπάγεται απαραίτητα μια τυχαία ερμηνεία και διατύπωσε το ερώτημα: «Είναι επομένως απαραίτητο η τύχη να είναι διαφορετική από το όνομα που δίνουμε στην άγνοιά μας;», εννοώντας ότι ουσιαστικά επικαλούμαστε την τύχη όταν δε γνωρίζουμε τους νόμους που διέπουν τα φαινόμενα. Επίσης γράφει τα παρακάτω περιγράφοντας ουσιαστικά τα πειράματα τύχης: «Μια πολύ μικρή αιτία, που μας διαφεύγει, καθορίζει ένα σημαντικό αποτέλεσμα που δεν μπορούμε να το αγνοήσουμε· και μετά λέμε ότι αυτό το αποτέλεσμα οφείλεται στην τύχη, [...] μπορεί να έχουμε μικρές διαφορές στις αρχικές συνθήκες, οι οποίες να οδηγήσουν πολύ μεγάλες διαφορές στα αποτελέσματα ενός φαινομένου [...]. Η πρόβλεψη τότε γίνεται αδύνατη και έτσι έχουμε το τυχαίο φαινόμενο».

Ωστόσο έμενε αρκετός δρόμος ακόμα. Ο ντετερμινισμός ήταν αδύνατο να παρακαμφθεί από την πλειονότητα των επιστημόνων του 20ου αιώνα, άλλωστε είναι γνωστή η διατύπωση του Einstein<sup>10</sup>: «Ο Θεός δεν παίζει ζάρια».

---

<sup>8</sup> Η φράση που χρησιμοποίησε ο Laplace μπορεί να αποδοθεί στα αγγλικά ως “common sense reduced to calculus” και στα ελληνικά ως «...η απλή λογική συμπυκνωμένη σε λογισμό.»

<sup>9</sup> Ο Jules Henri Poincaré (1854-1912) ήταν κορυφαίος Γάλλος Μαθηματικός και θεωρητικός Φυσικός, γνωστός ως ένας από τους τελευταίους Μαθηματικούς που διέπρεπε σε όλα τα γνωστά επιστημονικά πεδία των Μαθηματικών, στην εποχή του.

<sup>10</sup> Ο Albert Einstein (1879-1955) ήταν Γερμανός Φυσικός εβραϊκής καταγωγής, βραβευμένος με το Νόμπελ Φυσικής το 1921. Υπήρξε ο θεμελιωτής της Θεωρίας της Σχετικότητας και θεωρείται από τους σημαντικότερους επιστήμονες όλων των εποχών.

**Πηγές:**

Hald, A. (1990). History of Probability and Statistics and Their Applications before 1750. USA, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Jones, G. A. (2005). Exploring Probability in School. Challenges for Teaching and Learning. USA, NY: Springer, σελ. 15-21.

## ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

**ΤΙΤΛΟΣ:** Η τυχαιότητα

### **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ / ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ / ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ:**

Δημήτρης Διαμαντίδης

Ελισσάβετ Καλογερία

Ειρήνη Πεрусινάκη

Γιάννης Σταμπόλας

Κώστας Στουραΐτης

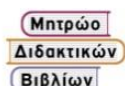
Βαγγέλης Φακούδης

Γιώργος Ψυχάρης

**ΕΚΔΟΣΗ:** 1.0

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:** 28-12-2024

Το παρόν αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της Πράξης «Συγγραφή, Αξιολόγηση και Ένταξη διδακτικών βιβλίων στο Μητρώο Διδακτικών Βιβλίων και στην Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Διδακτικών Βιβλίων» με κωδικό ΟΠΣ (MIS) 6010165, του Προγράμματος «Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή 2021-2027» που υλοποιείται από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής και συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων  
και Αθλητισμού

ΙΕΠ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ  
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ



Με τη συγχρηματοδότηση  
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα  
Ανθρώπινο Δυναμικό και  
Κοινωνική Συνοχή