

## Στάθης Λειβαδάς

### Γενετική: Τα νέα σύνορα της ανθρώπινης γνώσης\*

#### 1. Μια σύντομη ειδησεογραφική αναφορά

Διαβάζω σε ένα από τα τεύχη του αμερικανικού περιοδικού *Time* του 1995: Ενώ οι επιστήμονες το 1994 προσδιόρισαν την αιτία μιας σπάνιας περίπτωσης καρκίνου του μαστού σε ένα γονίδιο που δυσλειτουργεί, πρόσφατα αποκάλυψαν ένα γονίδιο που ευθύνεται για τις περισσότερες περιπτώσεις καρκίνου του μαστού και το ονόμασαν με τα κωδικά γράμματα BRCA-1. Σε υγιείς γυναίκες το γονίδιο αυτό παράγει επαρκή ποσότητα μιας πρωτεΐνης κατασταλτικής του καρκίνου, ενώ το αντίθετο βέβαια συμβαίνει στις γυναίκες που πάσχουν από τη συνήθη περίπτωση αυτού του καρκίνου.

Σχετικά πρόσφατα —τον Οκτώβριο του 1995— ένα άλλο γονίδιο «έκανε το γύρο του κόσμου» στις τηλεοράσεις και τις εφημερίδες, μια και οι επιστήμονες του Πανεπιστημίου Rockfeller των ΗΠΑ πιστεύουν ότι θα μας «προλέγει τη μοίρα μας» (τις πιθανότητες μακροζωίας δηλαδή!). Το γονίδιο αυτό —γονίδιο E ονομάστηκε— παρά-

γει την απολιποπρωτεΐνη-E ή απο-E, η οποία με τη σειρά της διακρίνεται σε τρεις τύπους E-2, E-3, E-4, χωρίζοντας έτσι τους ανθρώπους σε ανάλογες κατηγορίες όσον αφορά τη μακροβιότητά τους. Έτσι, οι άνθρωποι E-2 έχουν τις περισσότερες πιθανότητες να φτάσουν μέχρι τα 100 χρόνια, ενώ οι άνθρωποι E-4 τις λιγότερες. Ακόμη και η αντίσταση σε κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις πιστεύουν οι ερευνητές ότι εξαρτάται από τον τύπο της απο-E σε κάθε ανθρώπινο οργανισμό, η ανίχνευση της οποίας θα είναι δυνατή κατά προσέγγιση σε δέκα περίπου χρόνια με μια εξέταση αίματος.

Και σαν να μην έφταναν αυτά, στην πρόσφατη ειδησεογραφία από το χώρο της Βιολογίας ήλθε και η επιβεβαίωση της δυνατότητας του ανθρώπου να κατασκευάζει τεχνητούς ιστούς, με αποτέλεσμα, μέσω μιας ορισμένης —μάλλον απλής— γενετικής τεχνικής, να είναι εφικτή η παραγωγή ιστών και μοσχευμάτων τέτοιων που στο μέλλον να απαλλάξουν γιατρούς και ασθενείς από το άγχος της εξεύρεσης του εκάστοτε δότη ή δωρητή οργάνων. Υπενθυμίζω την —κάπως ανατριχιαστική είναι αλήθεια!— εικόνα του

---

Ο Στάθης Λειβαδάς είναι μαθηματικός.

\* *Σημείωση της σύνταξης:* Το παρόν κείμενο είχε γραφτεί πριν από τις πρόσφατες εξελίξεις στην κλωνοποίηση, στις οποίες και δεν αναφέρεται ευθέως, αν και τοποθετεί ένα ευρύτερο πλαίσιο προσέγγισής τους. Ελπίζουμε να επανέλθουμε σ' αυτό το τόσο καίριο ζήτημα.

ποντικού που έδειξαν τα περισσότερα διεθνή τηλεοπτικά δίκτυα, ο οποίος είχε διαμορφώσει με το δικό του δέρμα ένα μορφολογικά τέλειο ανθρώπινο αντί.

Θα ήταν κουραστικό να απαριθμήσει κανείς τα επιτεύγματα της Βιολογίας, της Γενετικής και της Γενετικής Μηχανικής τις τελευταίες δεκαετίες, ειδικά από τότε (το 1953) που οι Francis Crick και James Watson ανακάλυψαν (ή σωστότερα αποκάλυψαν) την περίφημη διπλή έλικα, δηλαδή το μακρομόριο του DNA, στα χρωματοσώματα του κυττάρου, το αλφαβητάρι της ζωής και της κληρονομικότητας, όπως έχει χαρακτηριστεί από πολλούς. Πέρα από τις 4.000 περίπου κληρονομικές και γενετικές ασθένειες που πλήττουν τον άνθρωπο, παθήσεις συνηθισμένες όσο και επικίνδυνες —από τις μυϊκές δυστροφίες και την επιληψία ως το διαβήτη, το άσθμα, τα καρδιαγγειακά νοσήματα και ορισμένες μορφές καρκίνου— πιστεύεται ότι θα είναι δυνατό σε μερικά χρόνια είτε να προβλεφθούν εγκαίρως είτε να θεραπευτούν ριζικά, μέσω των νέων τεχνικών που συνιστά η ανθρώπινη δυνατότητα επέμβασης στους μηχανισμούς και τη δομή του μορίου του DNA. Ήδη γενετικές θεραπείες —όπως αποκαλούνται— έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται περιορισμένα και σε επίπεδο «εγχειρήματος» στις ΗΠΑ, ενώ τεχνικές που συνδέονται άμεσα με το μηχανισμό του μακρομορίου και των γονιδίων που το συναποτελούν εφαρμόζονται σε πειραματικό στάδιο για την αντιμετώπιση περιπτώσεων καρκίνου του εγκεφάλου, ακόμη και για την αντιμετώπιση του ιού του AIDS. Η τελευταία αυτή τεχνική χρησιμοποιεί —όσο κι αν φαίνεται παράδοξο— τον ιό του AIDS ως «όχημα» για τη μεταφορά αντι-AIDS γονιδίων σε λευκά αιμοσφαίρια που έχουν προσβληθεί από τον ιό.

Αφού ο ιός-όχημα αδρανοποιείται ώστε

να μην μπορεί να αναπαραχθεί, «ενοφθαλμίζεται» με ένα θεραπευτικό γονίδιο στο γονιδιώμα του και εγχέεται στο αίμα ενός ασθενούς από AIDS, σκοπεύοντας τα προσβεβλημένα από το θανατηφόρο ιό λευκά αιμοσφαίρια του αίματος<sup>1</sup>.

Ο καθηγητής της Μοριακής Βιολογίας στο Πανεπιστήμιο του Harvard, Walter Gilbert προβλέπει ότι σε τριάντα περίπου χρόνια από σήμερα θα μπορεί κανείς άνετα να προμηθεύεται εντός λεπτών από ένα φαρμακείο την πλήρη ανάλυση του DNA του σε μια δισκέτα υπολογιστή την οποία κατόπιν θα μπορεί να μελετήσει στον υπολογιστή του σπιτιού του, γνωρίζοντας αμέσως ποια γονιδιά του ενδεχομένως θα δημιουργήσουν προβλήματα στο μέλλον και λαμβάνοντας έτσι τα ενδεικνύόμενα προληπτικά μέτρα.

## **2. Προς ξεύξη γενετικής-πληροφορικής;**

Το 1953 λοιπόν, έτος που χαρακτηρίστηκε από μερικούς *annus mirabilis* (χρόνος εξαίσιος) τουλάχιστον για τη Βιολογία, μια και τον ίδιο χρόνο οι ερευνητές Urey και Miller παρήγαγαν σε εργαστηριακές συνθήκες οργανικά μόρια μέσα από χημική αντίδραση ανόργανων στοιχείων, ήταν το σημείο εκκίνησης μιας επιστημονικής Οδύσσειας που συνεχίζεται και μας έχει ήδη επιφυλάξει αρκετές εκπλήξεις, καθώς αλλάζει συνεχώς το τοπίο του επιστητού στο χώρο της Γενετικής τουλάχιστον, ενώ υπόσχεται ή υπαινίσσεται μελλοντικά επιτεύγματα (η λέξη έχει σχετική σημασία εδώ) τα οποία, όταν δε μας αφήνουν ενεούς στη σκέψη των δυνατοτήτων που διαμορφώνονται για το ανθρώπινο γένος, μας υπενθυμίζουν σενάρια ανατριχίλας και τρόμου ταινιών τύπου Φρανκεστάιν! Άνθρωποι προσχεδιασμένοι

με προκαθορισμένες ιδιότητες, με τα επιθυμητά σωματικά χαρακτηριστικά, με βελτιώσεις ή χειρόνες πνευματικές επιδόσεις ανάλογα με τις προθέσεις των «δημιουργών» τους! Ακούγονται και απόψεις και φόβοι επιστημόνων για μια πιθανή μελλοντική επιστροφή μέσω της γενετικής —εάν αφεθεί ανεξέλεγκτη η εξέλιξή της— του ναζιστικού φυλετικού διαχωρισμού στην πιο ακραία μορφή του! Γίνεται λόγος για τη δυνατότητα παραγωγής ανθρώπων με μειωμένο δεικτική νοημοσύνης, κατάλληλων για χειρωνακτικές εργασίες στην υπηρεσία των προηγμένων «φυλετικά» και πολιτισμικά λαών, οι οποίοι θα επιζητούν τη συνεχή γενετική βελτίωση των απογόνων τους! Τα σενάρια αυτά, τα οποία ακούγονται ίσως υπερβολικά, αλλά που κανείς ενημερωμένος πολίτης του 2.000 και πολύ περισσότερο επαΐων του χώρου της Γενετικής δεν μπορεί να θεωρήσει ότι στερούνται λογικής βάσης, είναι το πιθανό απευκαίριο πρόσωπο αυτής της τρομερής εξέλιξης στην οποία οδηγήθηκε η Βιολογία μετά την επικέντρωση σ' αυτό το βιολογικό microchip, το οποίο περιέχεται στα 23 ζεύγη χρωματοσωμάτων που συνιστούν αυτό που αποκαλείται γονιδίωμα (genome) του κάθε ανθρώπου. Ο ανθρώπινος οργανισμός —υποστηρίζει ο μεγάλος βιολόγος Francois Jacob στο βιβλίο του *Η Λογική του Ζώντος*—, όπως προσεγγίστηκε διαδοχικά και ιστορικά από την Ανατομία, τη Φυσιολογία και τη Βιολογία, είναι σαν τις ρωσικές κούκλες, τις μπάμπουσκες, που περιέχεται η μία στην άλλη. Από το φυσικό όργανο, στους ιστούς, στα κύτταρα, στο γονιδίωμα, στο μόριο του DNA, στα γονίδια, στις βάσεις, εκεί όπου αυτή τη στιγμή έχει σταματήσει η αποκάλυψη της ρωσικής μπάμπουσκα!

Ένα τεράστιο επιστημονικό εγχείρημα έχει ξεκινήσει από το 1990, το πρόγραμμα

του ανθρώπινου γονιδιώματος (Human Genome Project), το οποίο, υπό τη διεύθυνση καταρχήν του James Watson —ενός από τους δύο «αναδόχους» της διπλής έλικας του DNA—, φιλοδοξεί να χαρτογραφήσει το σύνολο του γονιδιώματος του ανθρώπου, με άλλα λόγια να προσδιορίσει τα 100.000 περίπου γονίδια τα οποία είναι οι «νησίδες» μέσα στον «ωκεανό» των τριών τρισεκατομμυρίων περίπου βάσεων που υπάρχουν στο DNA κάθε κυττάρου και οι οποίες θα «καταμετρηθούν» επίσης, δεδομένου ότι αυτές ακριβώς συνθέτουν τα γονίδια που είναι οι «διακόπτες» on και off για την παραγωγή των πρωτεϊνών και τη ρύθμιση των φυσιολογικών λειτουργιών. Οι ειδήσεις είναι εντυπωσιακές: Περίπου 6.000-6.500 γονίδια έχουν προσδιοριστεί μέχρι τώρα (ανάμεσά τους και το γονίδιο της νόσου Lou Gehrig, από το όνομα του Αμερικανού παίκτη του μπέιζμπολ που προσβλήθηκε από τη σπάνια αυτή νόσο, η οποία οδηγεί σε ολική παραλυσία), και ήδη από τα τέλη του 1993 η ερευνητική ομάδα του Κέντρου Ανθρώπινου Πολυμορφισμού στο Παρίσι, υπό τη διεύθυνση του καθηγητή Daniel Cohen, ανακοίνωσε ότι χαρτογράφησε το 90% του ανθρώπινου γονιδιώματος με προσεγγιστική μέθοδο, τεμαχίζοντάς το σε 33.000 κομμάτια, τα οποία αναδιατάχθηκαν με τη σειρά που έχουν στα χρωμοσώματα. Η ανίχνευση (sequencing) στα πλαίσια του προγράμματος (HGP) του γονιδιώματος συνεχίζεται στα πιο προηγμένα εργαστήρια Γενετικής του κόσμου. Η πλήρης χαρτογράφηση αναμένεται να ολοκληρωθεί στις επόμενες 3-4 δεκαετίες.

Εκείνο που εντυπωσιάζει πάντως είναι η δομή της διπλής έλικας, με τα συμπληρωματικά ζεύγη των τεσσάρων βάσεων G-C (γουανίνης-κυτοσίνης) και T-A (θυμίνης-αδενίνης) να συγκροτούν τον «ιστό» της

και να καθορίζουν με τη διάταξή τους είτε γονίδια είτε «περιοχές» που μέχρι στιγμής τουλάχιστον δε φαίνεται να έχουν κάποιο ρόλο στη λειτουργία του κυττάρου. Η όλη «αρχιτεκτονική» θυμίζει έντονα την ανάλογη δομή των «σπλάχνων» ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα ζευγάρια G-C και T-A θα μπορούσαν κάλλιστα να θεωρηθούν ως τα 0 και 1 ψηφία μιας δυαδικής αριθμητικής, ενώ η διάταξή τους καθορίζει μια ροή δυνατών αποτελεσμάτων, ακριβώς όπως σε έναν υπολογιστή οι σειρές των δυαδικών ψηφίων μπορούν να κωδικοποιούν κάποιο μήνυμα ή αποτέλεσμα, όπως επίσης μπορούν να είναι τυχαίες και χωρίς νόημα διατάξεις (strings) του 0 και του 1. Όσο κι αν ηχεί παράξενο, το «σύμπαν» μιας υπολογιστικής μηχανής, το οποίο «δομείται» και «αποδομείται» με βάση δύο ψηφία ή δύο καταστάσεις κατά έναν τρόπο μαθηματικά διακριτό (discrete) και διαισθητικά απτό, μακρινά από τις ασάφειες του συνεχούς, φαίνεται να είναι κατ' αναλογία το «σύμπαν» του μορίου της ζωής και της κληρονομικότητας, αφού η γλώσσα του γενετικού κώδικα συγκροτείται σε μια «απειρία» «λέξεων» και «εκφράσεων» από δύο δομικούς λίθους, δύο ψηφία, το G-C και το T-A<sup>2</sup>.

Αν κάποια κεντρική ιδέα βρίσκεται πίσω απ' αυτή την απίθανη τεχνολογική επανάσταση που συντελείται στις μέρες μας —τη σύζευξη δηλαδή και ολοκλήρωση (integration) της πληροφορικής με τις τηλεπικοινωνίες—, αυτή είναι η ψηφιοποίηση της πληροφορίας είτε είναι ήχος-εικόνα (ηλεκτρομαγνητικό κύμα, δηλαδή) είτε λέξη ή πρόταση, μαθηματικές πράξεις ή σειρές συμβόλων (αυτά που λέμε δεδομένα ή data). Η αποδόμηση δηλαδή —κάνοντας μια δόκιμη εννοιολογική αφαίρεση— και αντίστροφα η δόμηση ακόμη και της φυσικής πραγματικότητας στους σαφώς διακριτούς «δο-

μικούς λίθους της», παρακάπτοντας στην πράξη την εγγενή ασάφεια που περικλείει η έννοια και αντίληψη του συνεχούς στη φύση, που μάθαμε τόσα χρόνια περιδεείς να την αντιμετωπίζουμε μόνο προσεγγιστικά με τα μαθηματικά του Απειροστικού Λογισμού των Newton και Leibniz. «Ό,τι υπερβαίνει την αριθμητική, μας υπερβαίνει» ισχύει για το σύγχρονο μαθηματικό και η αριθμητική δεν είναι παρά η επιστήμη των διακριτών, περατούμενων διαδικασιών, περιλαμβανομένων και των αποδείξεων περί της συνέπειάς της ή μη<sup>3</sup>.

### 3. Μελλοντικές προσδοκίες (και φόβοι)

Ο δρόμος της φύσης, λοιπόν, όπως τον υποδεικνύει η δομή της γλώσσας του γενετικού κώδικα, είναι ο δρόμος του διακριτού, του ασυνεχούς, της σειριακής ακολουθίας των δομικών λίθων-συμβόλων, οι συγκεκριμένες διατάξεις των οποίων εκφράζουν το συνεπαγόμενο αποτέλεσμα (κι εδώ βέβαια μένει να αποκαλυφθεί κάποια στιγμή ο αντίστοιχος κώδικας), είτε αυτό είναι παραγωγή συγκεκριμένης πρωτεΐνης, ενζύμου ή κάποιας άλλης βιολογικής λειτουργίας. Η δυνατότητα παραγωγής αλγόριθμων εντολών και διαδικασιών μέσω σειριακής απαρίθμησης συμβόλων παρουσιάστηκε για πρώτη φορά μέσω των ταινιών της θεωρητικής υπολογιστικής μηχανής του μεγάλου μαθηματικού Alan Turing· στη συνέχεια, με τη χρήση της Άλγεβρας Boole, την εξέλιξη της τεχνικής των υλικών και της ηλεκτρονικής, οδηγηθήκαμε στις σημερινές κατακτήσεις της πληροφορικής<sup>4</sup>.

Εννοείται έτσι η ζεύξη, το «πάντρεμα» του ψηφιακού υπολογιστή και της Γενετικής, από την οποία θα προέλθει —όπως

υποστηρίζει ο κοινωνιολόγος-μελλοντολόγος Alvin Tofler<sup>5</sup>— η προσεχής μεγάλη κοινωνική και τεχνολογική επανάσταση; Το γεγονός πάντως είναι ότι οι μέχρι τώρα δυνατότητες των υπολογιστών είναι αποφασιστικές στην προσπάθεια ολοκλήρωσης της χαρτογράφησης του γονιδιώματος του ανθρώπου, και υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι θα είναι το ίδιο αποφασιστικές στις μελλοντικές παρεμβατικές απόπειρες του ανθρώπου στους μηχανισμούς του DNA, με όλες τις γενετικές και κληρονομικές επιδράσεις που μπορεί να έχουν. Παρεμβατικές απόπειρες λοιπόν, που αν και στο συντριπτικά μεγαλύτερο μέρος τους προανατολίζονται μέχρι στιγμής στο φυτικό και στο ζωικό βασίλειο (και όταν αφορούν τον άνθρωπο είναι, όπως προαναφέραμε, κάποιες πρωτόλειες ακόμη απόπειρες εφαρμογής μεθόδων γενετικής θεραπείας), τίποτε δεν αποκλείει να στραφούν στο μέλλον, με τη φρενήρη ταχύτητα που έχει πάρει η ανάπτυξη της Γενετικής Μηχανικής, σε εξόχως εντυπωσιακά όσο και επικίνδυνα ενδεχόμενα. Ξεκινώντας από έναν «ισοπεδωτικό» βιολογικό ντετερμινισμό, όπου, εξαιρώντας το τυχαίο και τις περιβαλλοντικές επιδράσεις, θα μπορεί κάποιος να προκαθορίσει από το γενετικό του χάρτη τη μοίρα του πριν ακόμη καλά καλά γεννηθεί, μέχρι την πιθανή δημιουργία ανθρώπων κατά παραγγελία, όπου κάποιοι (με ποιο δικαίωμα και ποιοι;) θα μπορούν να επεμβαίνουν στους γενετικούς μηχανισμούς ή να αναπαράγουν τέτοιους μηχανισμούς, ώστε να «παράγονται» άνθρωποι ή απόγονοι με το τάδε ύψος, το τάδε χρώμα ματιών, τις δεινά σωματικές ικανότητες, το δεινά δείκτη νοημοσύνης κ.λπ.

Προηγείται βέβαια η πλήρης αποκρυπτογράφηση του γενετικού κώδικα, παράλληλα με τη χαρτογράφηση του γονιδιώματος —

αποκρυπτογράφηση η οποία θα απαιτήσει ακόμη αρκετά χρόνια έρευνας και η οποία αναμένεται να αποκαλύψει τη «λογική του ζώντος» σε μοριακό επίπεδο, πιθανόν και σε ατομικό [η ρωσική κούκλα περιέχει και αυτό το «επίπεδο» και ένα από τα μελλοντικά μεγάλα πεδία έρευνας θα είναι ακριβώς η μετάβαση από την αβεβαιότητα και τη λεγόμενη απροσδιοριστία (non-determinism) της υποατομικής ύλης, στον ντετερμινισμό και τη λειτουργική ιεραρχία της μοριακής οργανικής ύλης]. Λογική του ζώντος η οποία — όπως τονίστηκε— φαίνεται να συγκροτείται σύμφωνα με τη δυαδική «αρχιτεκτονική» των ψηφιακών μηχανών για την παραγωγή ή μη μιας θεωρητικά άπειρης ακολουθίας βιολογικών λειτουργιών.

Οι ενστάσεις ηθικού και δεοντολογικού χαρακτήρα είναι πολλές και δικαιολογημένες, αν και ορισμένες απ' αυτές —όπως, για παράδειγμα, οι αντιρρήσεις και οι φόβοι της Εκκλησίας— έχουν μια δόση συντηρητισμού και καχυποψίας απέναντι στις τρομερές δυνατότητες, στις ρηξικέλευθες όσο και αστάθμητες προοπτικές που κρύβει αυτό το σύγχρονο κουτί της Πανδώρας που φαίνεται να είναι η σύγχρονη Βιολογία και η Γενετική Μηχανική. Ένα θεμελιώδες και αρχικό ερώτημα θα μπορούσε να είναι το εξής: Ποιοι μηχανισμοί θα ελέγχουν το θεμιτό και το αθέμιτο στο «παιχνίδι» του ανθρώπου με τη φύση και τον εαυτό του (όταν μάλιστα έχουν αρχίσει ήδη έρευνες για την κατανόηση της λειτουργίας του ίδιου του ανθρώπινου εγκεφάλου, με πιθανό απώτερο σκοπό την έστω «στοιχειώδη» τεχνητή αναπαραγωγή του), σε ποιους θα βρίσκεται η δύναμη της κατεύθυνσης των ερευνών και των δυνατοτήτων εφαρμογής τους, σε ποια κέντρα εξουσίας θα είναι συγκεντρωμένες οι τρώεζες γενετικών πληροφοριών που θα μπορούσαν να αλλάξουν τη μοίρα και το πεπρωμένο ολό-

κληρών λαών; Η συγκέντρωση των πληροφοριών και της τεχνολογίας, παράλληλα βέβαια με την οικονομική ισχύ σε ένα όλο και πιο συγκεντρωτικό και κλειστό σύστημα αλληλοδιαπερατών και αλληλοεπηρεαζόμενων εξουσιών, μοιάζει ένα ευλογοφανές όσο και απεχθές σενάριο! Μήπως και αυτή τη στιγμή στην Ελλάδα η οικονομική ισχύς καθώς και η δυνατότητα συγκέντρωσης, διάδοσης και επεξεργασίας των πληροφοριών δε γίνεται όλο και πιο φανερά υπόθεση ενός κλειστού και αλληλοδιαπλεκόμενου καρτέλ συμφερόντων στο οποίο δεσπόζουν πέντε-έξι γνωστά ονόματα;

Μπροστά σ' αυτή την οργανωτική προοπτική, είναι αφελές να πιστεύει κανείς ότι θα σταματήσει η έρευνα στα γενετικά εργαστήρια ή ότι η Βιολογία θα σεβαστεί τις αντιρρήσεις της Εκκλησίας (το θρησκευτικό δόγμα μπορεί να αντιμετωπίσει μεγάλους κλυδωνισμούς) και των άλλων κοινωνικών φορέων και θα αρνηθεί πλέον να «παίξει το Θεό»! Ιστορικά έχει αποδειχτεί ότι καμιά δύναμη ανάσχεσης, όσο ισχυρή κι αν ήταν, δεν μπόρεσε να αναχαιτίσει την ερευνητική-επιστημονική δραστηριότητα του ανθρώπου που, πέρα από προγράμματα, χρηματοδοτήσεις, εξαγορά από την οικονομική και κρατική εξουσία κ.λπ., ικανοποιεί τη βασική πνευματική και υπαρξιακή του ανάγκη, της γνώσης του κόσμου στον οποίο ζει αλλά και του ίδιου του εαυτού! «Ο άνθρωπος φύσει του ειδέναι ορέγεται», για να θυμηθούμε το μεγάλο Σταγειρίτη φιλόσοφο! Εκείνο ίσως που θα μπορούσε να δημιουργήσει μια ασφαλιστική δικλείδα για μια πιθανή μελλοντική αποτροπή δυσάρεστων επιτελεσμάτων των ερευνών της Γενετικής θα ήταν ένας παγκόσμιος αποδεκτός κώδικας Βιοηθικής (κάποιοι πρώτες νομικές προσπάθειες έχουν ξεκινήσει ήδη σε ορισμένες βιομηχανικές χώρες όπως οι Η.Π.Α. και η Γαλλία),

ο οποίος με το κύρος του Οργανισμού των Ηνωμένων Εθνών θα καθόριζε ένα πεδίο θεμιτής ερευνητικής και κλινικής δραστηριότητας στους κρίσιμους τομείς της Γενετικής, της Γενετικής Μηχανικής και της Ευγονικής. Περισσότερο απ' όλα όμως χρειάζεται αυτό που ο μεγάλος Γάλλος βιολόγος Jacques Monod περιγράφει στο εξάισιο βιβλίο του σταθμό —*Τύχη και αναγκαιότητα*<sup>6</sup> ως ηθική της γνώσης: «Μια ηθική που θεμελιώνει τη γνώση, κάνοντάς την, —με ελεύθερη εκλογή— ανώτατη αρχή, μέτρο και εγγύηση όλων των άλλων αξιών. Μια ηθική, πηγή της αλήθειας και της πνοής ενός σοσιαλιστικού ουμανισμού πραγματικά επιστημονικού... μια ηθική που στον άνθρωπο ξέρει να βλέπει το ον εκείνο που ανήκοντας συγχρόνως σε δυο βασίλεια, στη Βιόσφαιρα και στο Βασίλειο των Ιδεών, βασανίζεται και συνάμα εμπλουτίζεται από τη σπαραχτική αυτή δυαρχία που εκφράζεται στην τέχνη και την ποίηση, όπως και στον ανθρώπινο έρωτα».

### Υποσημειώσεις

1. Το 1995 —σύμφωνα με την ετήσια ανασκόπηση του περιοδικού *Discover*— πέρα από τα προαναφερθέντα επιτεύγματα, επισημάνθηκαν ή υπάρχουν πολλές πιθανότητες ότι επισημάνθηκαν γονίδια ή ομάδες γονιδίων υπεύθυνα για μια σειρά γνωστές ή λιγότερο γνωστές ασθένειες και παθήσεις, όπως ο καρκίνος του προστάτη, η ανδρική ολιγοσπερμία, η μερική επιληψία, η σχιζοφρένεια, η νόσος Alzheimer, ο καταρράκτης (ιδίως στην παιδική ηλικία), το σύνδρομο της παχυσαρκίας (οι έρευνες αφορούν ακόμη συμπαθή πειραματόζωα), το σύνδρομο της πυκνοδυσόσωσης (μιας μορφής κληρονομικού νανισμού από την οποία «έπασχε» και ο Τουλούζ Λοτρέκ). Για το τελευταίο σύνδρομο αξίζει να αναφερθεί ότι ένας από τους δύο ερευνητές που ασχολήθηκαν σχετικά είναι ο Έλληνας γενετιστής (και αγαπητός συμμαθητής στα θρανία του Γ' Γυμνασίου Αρρέων Πατρών) Μιχάλης Πολυμερόπουλος.

Παράλληλα ανιχνεύτηκε η πλήρης αλληλουχία βάσεων του DNA του μικροβίου *Hemophilus Influenzae*, ενώ η ίδια ερευνητική ομάδα υπό τον Craig Venter, δυο μήνες αργότερα, εμπλούτισε τον άτλαντα του ανθρώπινου γονιδιώματος (της DNA δομής των χρωματοσωμάτων), που πλέον αριθμεί 379 σελίδες με μερικές απαρτιθμίσεις (partial sequences) σχεδόν 30.000 γονιδίων, (Περιοδικό *Discover*, Ιανουάριος 1996).

2. Ο Έλληνας ιδρυτής του *Media Lab* στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης (MIT) Νικόλας Νεγρεπόντης, στο βιβλίο του *Ψηφιακός Κόσμος*, που εκδόθηκε και στην Ελλάδα από τις εκδόσεις Καστανιώτη, υποστηρίζει ότι «το DNA της πληροφορικής είναι τα bits... που αποτελούν το δομικό στοιχείο στην

ανθρώπινη αλληλεπίδραση, αντικαθιστώντας ραγδαία την ύλη και τα άτομα που την αποτελούν... Ένα bit δεν έχει χρώμα, μέγεθος ή βάρος και μπορεί να ταξιδεύει με την ταχύτητα του φωτός. Είναι το μικρότερο δυνατό “ατομικό στοιχείο” στο DNA της πληροφορίας. Στην πραγματικότητα, αυτό που εκφράζει το bit είναι μια κατάσταση ύπαρξης: ανοιχτό ή κλειστό, αληθινό ή ψεύτικο, πάνω ή κάτω, εντός ή εκτός, άσπρο ή μαύρο».

3. Jacques Hadamard, *Η ψυχολογία της επινόησης στα Μαθηματικά*, εκδ. Κάτοπτρο, 1995.

4. Jean-Pierre Langeux-Alain Connes, *Τα Μαθηματικά και ο Εγκέφαλος*, εκδ. Κάτοπτρο, 1995.

5. Εφημ. *Το Βήμα της Κυριακής*, 4.6.1995.

6. Ελληνική μετάφραση, εκδόσεις Ράπτα, 1971.