



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**  
**ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ**



---

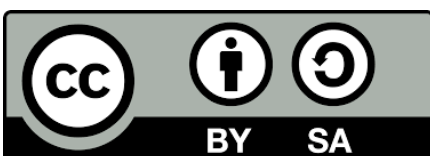
**Τίτλος Μαθήματος:** Πολιτικές Υγείας

**Ενότητα:** Ο κόσμος αύριο: προβλέψεις και υγειακό τοπίο

**Διδάσκοντες:** Αν. Καθηγητής Γιάννης Δημολιάτης (υπεύθυνος), Επίκ.  
Καθ. Ευαγγελία Ντζάνη, Κωνσταντίνος Τσιλίδης

**Τμήμα:** Ιατρικής

---



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

## Σύνορα, Περιφέρειες, Διασπορές στη Βιολογία: ζωή σημαίνει σύνορο<sup>1</sup>

Γιάννης Δημολιάτης, Δημήτρης Γαλάρης,  
Δημήτρης Δημολιάτης & Γιάννης Δημητρόπουλος

*Τέσσερις «ξένοι» σ' ένα συνέδριο Σημειωτικής!*

Ο πόλεμος ήταν η 17η κύρια συνιστώσα του παγκόσμιου φορτίου νοσηρότητας το 1990, και προβλέπεται να είναι η 8η το 2020 (Murray & Lopez 1996). Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας θεώρησε την απελευθέρωση από το *φόβο του πολέμου* (όχι απλά από τον πόλεμο) ως την πρώτη προϋπόθεση για υγεία, ως την κύρια αιτία υγείας: «Χωρίς ειρήνη και κοινωνική δικαιοσύνη, χωρίς αρκετή τροφή και νερό, χωρίς εκπαίδευση και αξιοπρεπή κατοικία, και χωρίς να δοθεί στον καθένα και σε όλους ένας χρήσιμος ρόλος στην κοινωνία κι ένα επαρκές εισόδημα, δεν μπορεί να υπάρξει καμιά υγεία για τους ανθρώπους, καμιά πραγματική ανάπτυξη και καμιά κοινωνική πρόοδος. [...] Ο πόλεμος είναι η πιο σοβαρή απ' όλες τις απειλές κατά της υγείας. [...] *Ειρήνη* δεν είναι απλά η απουσία πολέμου. Είναι επιπλέον μια θετική αίσθηση ευεξίας και ασφάλειας για τους ανθρώπους όλων των χωρών, που τους δίνει την ευκαιρία να καθορίσουν ελεύθερα τον προορισμό της ζωής τους και να εκπτύξουν πλήρως το ανθρώπινο δυναμικό τους. [...] Σε κάθε χώρα ο *τομέας της υγείας* θα πρέπει να παίζει ηγετικό ρόλο στις προσπάθειες προώθησης μιας στενής και μακρόχρονης συνεργασίας πάνω σε προβλήματα υγείας που υπερβαίνουν τα *εθνικά σύνορα*» (World Health Organization 1985). Ως επαγγελματίες υγείας οφείλαμε να έχουμε λόγο για τα σύνορα, οφείλαμε να υπερβούμε τα «εθνικά σύνορα»...

Προβληματιζόμαστε, χρόνια πολλά (Δημολιάτης 1994), για το ρόλο των συνόρων σε κυτταρικό και κοινωνικό επίπεδο. Ξεκινήσαμε να σκεφτόμαστε τα σύνορα με αφορμή τους πολέμους που μας ταλανίζουν, θεωρώντας τα υπαίτια και μισώντας τα: «να καταργηθούν, να ησυχάσουμε!» Το δεύτερο βήμα ήταν αναπόφευκτο: *τι γίνεται στη Βιολογία;* –έναν τομέα που γνωρίζουμε κάπως καλύτερα. Υπάρχουν εκεί σύνορα; Το πρώτο σοκ ήταν όταν συνειδητοποιήσαμε ότι οι κυτταρικές μεμβράνες δεν είναι παρά σύνορο, το σύνορο των ενδοκυττάρων από τις εξωκυτταρικές δομές. Οι τωρινές μας απόψεις για το ρόλο των συνόρων από τη βιολογική σκοπιά ίσως δεν είναι συμβατές με τις επικρατούσες απόψεις σχετικά με τα κοινωνικά όρια. Η βιολογική εξέλιξη επέλεξε τα πιο αποτελεσματικά συστήματα, ενώ τα κρατικά σύνορα που η παραβίασή τους ισοδυναμεί με πόλεμο φαίνεται να είναι αποτέλεσμα δύναμης (το δίκαιο του ισχυροτέρου).

Δεν είμαστε ειδικοί της σημειωτικής, θα θέλαμε όμως πάρα πολύ να ακούσουμε πώς οι άλλοι βλέπουν τα πράγματα. Διαισθανόμαστε ακόμη πως αυτά που εμείς από τη βιολογία γνωρίζουμε (ή «γνωρίζουμε») θα είναι χρήσιμα σε κείνους. Μεταξύ των επιστημών (και των επιστημόνων) υπάρχουν σύνορα ορολογίας μάλλον παρά εννοιολογίας. Τα σύνορα στα κύτταρα και τη βιολογία ίσως είναι διεπιστημονικά χρήσιμα. Η ένθεν κακειθεν μεταξύ των συνόρων των επιστημών διεπιστημονική ώσμωση μας έφερε στη Φλώρινα (Γαλάρης κ.ά. 2007).

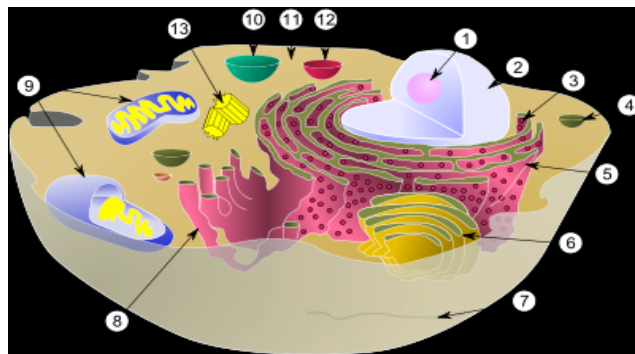
---

<sup>1</sup> Ανακοινώθηκε στο 8ο συνέδριο της Ελληνικής Σημειωτικής Εταιρίας με θέμα *Σημειωτική και ιδεολογίες: σύνορα, περιφέρειες, διασπορές*, που έγινε στη Φλώρινα το 2007. Το κείμενο τούτο αποτελεί το τελευταίο δοκίμιο που στάλθηκε για τα Πρακτικά τον Νοέμβριο του 2008.

## Τα σύνορα στη Βιολογία

### Στο κύτταρο

Τα εθνικά σύνορα δεν τα ξέρουμε καλά. Αυτά που ξέρουμε καλά (ή καλύτερα) είναι τα βιολογικά σύνορα. Είναι η βάση της ζωής. Χωρίς σύνορα δεν μπορεί να υπάρξει ζωή. Η ζωή στήνεται πάνω στο σύνορο. Μέσα απ' τη μεμβράνη του κυττάρου είναι ζωντανό, έξω από τη μεμβράνη είναι μη ζωντανό. Άρα ζωή σημαίνει σύνορο. Στην Εικόνα 1 φαίνεται σχηματικά ένα κύτταρο σε τομή. Το κυτταρόπλασμα περιβάλλεται από μια μεμβράνη, που ξεχωρίζει και προστατεύει και ταυτόχρονα ενώνει το κύτταρο από/με το περιβάλλον του: είναι το σύνορο που ορίζει το κύτταρο. Αποτελείται από ένα διπλό στρώμα φωσφολιπιδίων. Ενσωματωμένα βρίσκονται ποικίλα μόρια πρωτεϊνών που δρουν σαν κανάλια και αντλίες («πορτιέρηδες») που μετακινούν διάφορα μόρια προς τα μέσα ή προς τα έξω. Η μεμβράνη είναι «ημι-περατή», διότι επιτρέπει μια ουσία να περνά ή τελείως ελεύθερα ή σε περιορισμένη έκταση ή να μην περνά καθόλου. Στις επιφανειακές μεμβράνες υπάρχουν επίσης πρωτεϊνικοί υποδοχείς, πρωτεΐνες που αναγνωρίζουν εξωτερικά σήματα από μόρια όπως οι ορμόνες (π.χ. υποδοχείς που υποδέχονται τη θυροξίνη και το μήνυμα που αυτή φέρνει: «αύξησε ω κύτταρο το μεταβολισμό σου»).



Εικόνα 1: Διάγραμμα ενός τυπικού ευκαρυωτικού κυττάρου, που δείχνει τα υποκυττάρια οργανίδια: (1) πυρηνίσκος, (2) πυρήνας, (3) ριβόσωμα, (4) κυστίδιο, (5) αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο, (6) συσκευή του Golgi, (7) κυτταροσκελετός, (8) λείο ενδοπλασματικό δίκτυο, (9) μιτοχόνδρια, (10) κενοτόπιο, (11) κυτταρόπλασμα, (12) λυσόσωμα, (13) κεντριόλια. Πηγή: [http://en.wikipedia.org/wiki/Cell\\_\(biology\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Cell_(biology))

Τα σύνορα είναι εξαιρετικά επιλεκτικά: οι πορτιέρηδες ελέγχουν ποιος θα μπει, ποιος θα βγει, πόσο θα μπει, πόσο θα βγει, πόσο θα υπάρχει μέσα, πόσο έξω, πολύ κάλιο μέσα, πολύ νάτριο έξω, βάζουν το ένα, βγάζουν το άλλο. Κι έτσι ρυθμίζουν τη ζωή. Αν χαλάσει η αντλία που τραβάει το νάτριο, το κύτταρο πεθαίνει, δεν υπάρχει ζωή. Άρα θέλουμε σύνορα, διότι χωρίς σύνορα δεν υπάρχει ζωή, αλλά τέτοια που να μπει/βγαίνουν πράγματα επιλεγμένα και ρυθμιζόμενα. Και επιλεγμένα και ρυθμιζόμενα. Δηλαδή, αυτοί οι πορτιέρηδες παίρνουν ενέργεια, καταναλώνουν ενέργεια –χρήματα θα λέγαμε το κοινωνικό ισοδύναμό της– για να οργανώσουν αυτή τους τη δράση, καταναλώνουν ενέργεια από το κύτταρο και βγάζουν έξω το ανεπιθύμητο και βάζουν μέσα το επιθυμητό, ούτως ώστε να διατηρείται η ομοιοστασία που ρυθμίζει τη ζωή, που κάνει το κύτταρο ζωντανό.

Για παράδειγμα, πώς μπαίνει ο σίδηρος μέσα στο κύτταρο; Με πολλούς και πολύπλοκους μηχανισμούς. Όταν χρειάζεται σίδηρος τον βάζουμε μέσα, όταν δεν χρειάζεται δεν τον βάζουμε –και μπορεί και να τον βγάλουμε κιόλας. Ο σίδηρος έχει

πολύ πολύπλοκους πορτιέρηδες, δεν έχει μόνον έναν, 20 πρωτεΐνες συνεργάζονται για να μπει όσος σίδηρος πρέπει να μπει. Γνωρίζουμε με ακρίβεια τους μηχανισμούς. Υπάρχουν αισθητήρες (σένσορες) που καταλαβαίνουν, που ελέγχουν πόσο σίδηρο έχουμε μέσα στο κύτταρο και πόσο χρειαζόμαστε, και όταν καταλάβουν ότι έχουμε λιγότερο, τότε μια πρωτεΐνη πάει και δένεται πάνω στο mRNA των πρωτεϊνών που ελέγχουν την είσοδο του σιδήρου και ταυτόχρονα αυξάνει την είσοδό του και μειώνει τις αποθήκες σιδήρου, ούτως ώστε τα ενδοκυττάρια επίπεδα να αυξηθούν. Ανάποδα γίνεται όταν υπάρχει πολύς σίδηρος μέσα στο κύτταρο: τότε αυξάνει τις αποθήκες και μειώνει την είσοδο, για να 'ρθει πάλι στην ίδια ισορροπία.

Το ότι μιλάμε, το ότι γράφουμε, το ότι διαβάζουμε δεν είναι παρά ένα «παιγνίδι» συνόρων. Χωρίς την πόλωση και την εκπόλωση της μεμβράνης των νευρικών κυττάρων, δεν θα υπήρχε ούτε ομιλία ούτε γραφή! Ούτε καν σκέψη. Ευτυχώς που υπάρχουν σύνορα! Μα με έναν περίτεχνο μηχανισμό ενεργητικής και παθητικής διάδοσης κι επαναδιάδοσης ιόντων από τη μια τους πλευρά προς την άλλη...

Σε επίπεδο κυττάρου, λοιπόν, κύτταρο ίσον σύνορο. Χωρίς σύνορο δεν υπάρχει κύτταρο. Η έννοια της ζωής είναι συνυφασμένη με το σύνορο.

### *Κάτω από το κύτταρο*

Κατεβαίνοντας ένα επίπεδο κάτω από το κύτταρο, μπαίνοντας μέσα στο κύτταρο, στα υποκυττάρια οργανίδια επίσης υπάρχουν σύνορα (Εικόνα 1). Ακριβώς το ίδιο. Μέσα το κύτταρο δεν είναι ομοιογενές. Υπάρχουν μεμβράνες που διαχωρίζουν το κάθε διαμέρισμα. Και επίσης και εκεί υπάρχουν πορτιέρηδες που επιτρέπουν ή ενδεχομένως βάζουν με το ζόρι μέσα αυτό που χρειάζεται και βγάζουν με το ζόρι έξω αυτό που δε χρειάζεται. Και χρησιμοποιούν ενέργεια για να το κάνουν αυτό.

Τα μιτοχόνδρια, για παράδειγμα (οι παραγωγοί ενέργειας του κυττάρου), είναι εντελώς διαφορετικά από το κυτταρόπλασμα που τα περιβάλλει. Τα λυσοσώματα (ένα σακί που έχει μέσα υδρολυτικά ένζυμα, ό,τι μπει μέσα εκεί κατακερματίζεται) επίσης: η μεμβράνη των λυσοσωμάτων έχει πορτιέρηδες που βάζουν μέσα πρωτόνια, τα λυσοσώματα έχουν χαμηλό pH, και ξοδεύουν ενέργεια για να χαμηλώσουν το pH. Ο πυρήνας που περικλείει το γενετικό υλικό του κυττάρου (το DNA) έχει τη δική του μεμβράνη. Η συσκευή του Golgi δεν είναι παρά μια μεμβράνη κτλ.

Άρα, τα σύνορα υπάρχουν και στις υποκυττάρια (ενδοκυττάρια) δομές και είναι απόλυτα.

### *Η γκριζα ζώνη*

Καμιά φορά δεν είναι τόσο ξεκάθαρο, είναι κάπως δύσκολο να τραβήξεις τη (συννοριακή) γραμμή ανάμεσα στο εμείς και στο άλλο, στο ζωντανό και στο μη ζωντανό. Τι είναι το έντερό μας; Ζωντανό; Αυτό που υπάρχει στο εσωτερικό του, ό,τι περνάει από το στόμα και φτάνει στο στομάχι και στη συνέχεια στο έντερο, θα πρέπει να θεωρηθεί μη ζωντανό. Ό,τι μπαίνει μέσα δεν είναι ζωντανό, αλλά ο οργανισμός τραβάει ό,τι θέλει από αυτό και το ενσωματώνει στον εαυτό του, κι ό,τι δε θέλει το αφήνει και φεύγει: είναι κάτι μεταξύ ζωής και μη ζωής; Παρότι υπάρχει μέσα σ' έναν ζωντανό οργανισμό, δυσκολευόμαστε να χαρακτηρίσουμε το περιεχόμενο του εντέρου ζωντανό. Τα κύτταρα του εντέρου είναι βέβαια ζωντανά, το περιεχόμενό του όμως μάλλον όχι. Οι πνεύμονες είναι ένα ακόμα παράδειγμα: ο αέρας που έχουν μέσα δεν μπορεί να θεωρηθεί ζωντανός. Και στα δύο παραδείγματα, τα όρια μεταξύ του ζωντανού και του μη ζωντανού, το σύνορο, είναι πιο μέσα απ' όπου φαίνονται απέξω, πιο μέσα από τα χείλη μας, πιο μέσα από τη μύτη μας.

Υπάρχουν κι ενδιάμεσα στάδια μεταξύ ζωής και μη ζωής. Οι ιοί, παραδείγματος χάρι, δεν ξέρουμε αν είναι ζωντανοί ή μη ζωντανοί. Οι ιοί δεν έχουν

ακριβώς μεμβράνη, έχουν ένα καψίδιο, και δεν έχουν το μηχανισμό να πολλαπλασιάζονται. Οι ζωντανοί οργανισμοί πολλαπλασιάζονται από μόνοι τους· οι ιοί πρέπει να μπουν σ' ένα κύτταρο και να χρησιμοποιήσουν το υλικό του κυττάρου για να πολλαπλασιαστούν. Όταν είναι στον αέρα είναι μη ζωντανοί, πιθανόν να μείνουν για χρόνια στον αέρα, για εκατομμύρια χρόνια ίσως, και να μην πάθουν τίποτα. Όταν βρουν ένα κύτταρο, κολλάνε πάνω του, βάζουν μέσα το γενετικό τους υλικό, χρησιμοποιούν το μηχανισμό του κυττάρου, και πολλαπλασιάζονται. Έχουν μεν ένα καψίδιο από πρωτεΐνες, αλλά δεν έχουν μεμβράνη, και δεν ξέρουμε αν είναι ζωντανοί ή μη ζωντανοί οργανισμοί, ίσως κάτι ενδιάμεσο –φαίνεται λογικό να υπάρχει το συνεχές από το μη ζωντανό στο ζωντανό.

Έχουμε πολλά παραδείγματα συνόρων που διαχωρίζουν τη ζωή από τον θάνατο. Ιδιαίτερα σημαντικά είναι τα σύνορα στην κυτταρική «αυτοκτονία», την απόπτωση. Στην περίπτωση αυτή προκαλείται μια οργανωμένη αυτοκαταστροφή των κυττάρων που χαρακτηρίζεται από τον κατακερματισμό τους και το προσεκτικό πακετάρισμα των συστατικών τους σε ειδικούς σάκους από μεμβράνες (σύνορα), οι οποίες εξωτερικά έχουν δείκτες (φωσφατιδυλο-σερίνες) που δηλώνουν ότι τα συστατικά πρέπει να πάνε για ανακύκλωση. Σε αντίθετη περίπτωση, όταν δηλαδή τα συστατικά των νεκρών κυττάρων διαχυθούν ανεξέλεγκτα στον περιβάλλοντα χώρο, προκαλούν βλάβες στα παρακείμενα κύτταρα, ακριβώς όπως και η ανεξέλεγκτη απόρριψη σκουπιδιών στη φύση.

#### *Πάνω από το κύτταρο*

Τα σύνορα δεν χωρίζουν μόνο το κύτταρο απ' το περιβάλλον του και τις ενδοκυττάρειες δομές απ' το κυτταρόπλασμα. Σύνορα χωρίζουν και τις υπερκυττάρειες δομές απ' το περιβάλλον τους. Αν ανεβούμε ένα επίπεδο πάνω από το κύτταρο –ήδη το έχουμε κάμει μιλώντας για το έντερο–, στους πολυκύτταρους οργανισμούς, ξαναβρίσκουμε σύνορα. Ίσως ως μια προέκταση των ενδοκυττάρειων και κυτταρικών συνόρων. Τα όργανα λειτουργούν μέσα στο σύνορό τους: η καρδιά στο περικάρδιο, οι πνεύμονες στον υπεζωκότα, ο εγκέφαλος στη μήνιγγα (στις μήνιγγες για την ακρίβεια) κτλ. Περίφημος είναι ο αιματοεγκεφαλικός φραγμός· σφιχτό, ανελαστικό, σχεδόν αδιαπέραστο σύνορο ανάμεσα στο αίμα και τον εγκέφαλο· μόνο ορισμένες χημικές ουσίες, από τις χιλιάδες που κυκλοφορούν στο αίμα, επιτρέπεται να τον διαβούν, κι αυτές υπό απόλυτο έλεγχο: ο εγκέφαλος δεν είναι παίξε-γέλασε. Από την άλλη μεριά, η κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη των πνευμόνων, όπου συναντάται η ενσωματωμένη ατμόσφαιρα (αναπνεόμενος αέρας) με την ενσωματωμένη υδρόσφαιρα (αίμα, σωματοποιημένη θάλασσα), δεν είναι παρά εκτεταμένα (όσο ένα γήπεδο τένις!) «τρύπια» σύνορα: «κάθε» χημική ουσία περνάει σχεδόν ελεύθερα...

Πιο έξω από το ολοφάνερο σύνορο του οργανισμού μας, το δέρμα, υπάρχει κι ένα αόρατο: κανείς μας δεν επιτρέπει σε κανέναν να μας πλησιάσει περισσότερο από, ας πούμε, μια παλάμη από το ορατό σύνορο της ύπαρξής μας, από το δέρμα (Wainwright 1993). Κάθε μεγαλύτερη εγγύτητα εκλαμβάνεται ως επίθεση εναντίον της ακεραιότητάς μας, και η αυτόματη, «φυσική», αντίδρασή μας είναι η αντιπίεση ή, συνηθέστερα, η φυγή (τραβιόμαστε προς τα πίσω)· εκτός από μόνο δύο περιπτώσεις: αν ο εισβολέας είναι ο –με την άδειά μας– γιατρός μας (αυτοσυντήρησή μας) ή ο ερωτικός μας σύντροφος (αναπαραγωγή μας, αυτοσυντήρηση του είδους).

#### *Πάνω από τον οργανισμό*

Έχουν τα δέντρα μεταξύ τους σύνορα; Τα ζώα; Τα οικοσυστήματα; Εκεί που κυνηγάει η αλεπού Α κυνηγάει και η Β; Γίνονται πόλεμοι ανάμεσά τους; Πώς ρυθμίζει το οικοσύστημα τα μεταξύ των στοιχείων του όρια και συν-όρια; Στο *Λύκοι*

μην κλαίτε ο εξερευνητής σημάδεψε (έβαλε σύνορα) το χώρο γύρω από τη σκηνή του με τον τρόπο που βλέπουμε κάθε μέρα τα σκυλιά να κάνουν: ουρώντας. «Περίφραξε» όμως έτσι μέσα στην επικράτειά του και το δρόμο που ο λύκος έκανε από τη φωλιά του στο κυνήγι. Εκείνη την ημέρα, όταν όπως κάθε μέρα έφτασε τρέχοντας στο αόρατο σύνορο, φρενάρισε απότομα, μύρισε, αναγνώρισε καταπατητές, έκανε γύρω-γύρω και συνέχισε το δρόμο του... (Mowat 1999 [1971]).

Στην οικολογία υπάρχουν διάφορα σύνορα (Cox & Moore 1998). Τα βουνά, για παράδειγμα, και η θάλασσα απομονώνουν πληθυσμούς, και προστατεύουν από κάποιους «δυνάμει» εχθρούς. Όταν πέσουν τα «αδιαπέραστα» σύνορα, οι συνέπειες είναι συνήθως καταστροφικές για το οικοσύστημα. Από την άλλη, αν τα σύνορα είναι περατά ή ημιπερατά, οι γειτονικοί πληθυσμοί επωφελούνται από την ανταλλαγή γονιδίων. Δεν είναι άσπρο-μαύρο (ούτε κι εδώ!)

Το πρόβλημα με τα «αδιαπέραστα» σύνορα είναι ότι δεν υπάρχει συνεξέλιξη των ειδών η οποία, εκτός από περιπτώσεις αμοιβαίας συμβίωσης (όπως η επικονίαση), δίνει και τη δυνατότητα να αναπτυχθούν οι σχετικές άμυνες και να ισορροπήσουν οι σχέσεις μεταξύ των οργανισμών. Για παράδειγμα, τα ποντίκια δε θα εκλείψουν ποτέ ως είδος, εξαιτίας της ύπαρξης γατών. Λόγω της μακρόχρονης συνεξέλιξης τα ποντίκια θα είναι πάντα ένα βήμα μπροστά από τις γάτες, και οι πληθυσμοί των δύο αυτών ειδών λίγο πολύ θα αλληλοεξαρτώνται –αν θεωρήσουμε πως τα ποντίκια αποτελούν την κύρια τροφή των γατών και δεν έχουν άλλους σημαντικούς θηρευτές (Biology Pages 2008). Όπου αυτά τα αδιαπέραστα γεωγραφικά σύνορα έχουν καταρρεύσει (συνήθως με ανθρώπινη παρέμβαση), οι ντόπιοι απομονωμένοι πληθυσμοί συχνά υποφέρουν. Η εισαγωγή κουνελιών στην Αυστραλία, όπου δεν είχαν κάποιο φυσικό εχθρό, σχεδόν οδήγησε στην κατάρρευση του λιβαδικού οικοσυστήματος. Το πιο γνωστό όμως παράδειγμα είναι αυτό του ντόντο (dodo) στο Μαυρίκιο (νησί του Ινδικού Ωκεανού), που εξαλείφθηκε επειδή εξελίχθηκε απομονωμένο: καταρχήν δε φοβόταν τους ανθρώπους, όταν τους πρωτοσυνάντησε το 1581, κι έτσι ήταν εύκολος στόχος· μεγαλύτερο ρόλο όμως στην εξαφάνισή του είχε η εισαγωγή στο Μαυρίκιο γουρουνιών, αρουραίων, σκύλων, γατών και μακάκων, που έτρωγαν τα αυγά του· το ντόντο δεν είχε ποτέ τέτοιου είδους εχθρούς και έτσι έχτιζε τη φωλιά του στο χώμα χωρίς καμία προφύλαξη (σύνορο): μέχρι το 1700 είχε εξαφανιστεί.

*Κύτταρα, οργανισμοί, οικοσυστήματα και... διαφορικές εξισώσεις!*

Δεν είναι στους σκοπούς του άρθρου αυτού να υπεισέλθει σε τεχνικές λεπτομέρειες. Θα σημειώσουμε μόνο ότι ο Meinhardt (1992) σε ένα σημαντικό άρθρο επισκόπησης περιέγραψε με ένα σύστημα μη γραμμικών μερικών διαφορικών εξισώσεων τον κρίσιμο ρόλο που παίζουν τα σύνορα για τη βελτίωση των έμβιων όντων στη διαδικασία της εξέλιξης, τόσο στο επίπεδο του κυττάρου όσο και στα επίπεδα του οργάνου και του οργανισμού. Φαίνεται ότι ισχύει το ίδιο σε όλα τα επίπεδα της Φύσης: από το στοιχειώδες σωματίδιο της κβαντικής φυσικής<sup>2</sup> και τον ανόργανο κόσμο<sup>3</sup> μέχρι τον οικολογικό ανταγωνισμό των ειδών και την ικανότητά τους να

<sup>2</sup> Στο μικρόκοσμο του νανομέτρου (του μεγέθους  $10^{-10}$ ) η κβάντωση εξαρτάται από τον εγκλωβισμό σε περιοχή.

<sup>3</sup> Ήδη το 1952, λίγο πριν τον τραγικό θάνατό του, ο Turing περιέγραψε το ρόλο της διάχυσης δύο ουσιών με διαφορετικές ταχύτητες διάχυσης για τη δημιουργία μορφών (συνόρων) με ένα απλό σύστημα διαφορικών εξισώσεων:  $dx/dt=5x-6y+1$ ,  $dy/dt=6x-7y+1$ . Εδώ η κατανόηση της διαδικασίας αυτοοργάνωσης των μορίων σε σύνολα μορίων είναι ποσοτική και οι στοιχειώδεις διαδικασίες της αυτοκατάλυσης και της παρεμπόδισης δημιουργούν

περιφρουρούν με διάφορες στρατηγικές το χώρο τους (Patel & Lansley 2006)<sup>4</sup>. Η μαθηματική έκφραση της ταχύτητας  $u$  ως μεταβολής της ποσότητας μιας οντότητας  $A$  με τον χρόνο  $t$ ,  $u=dA/dt$ , είναι η βάση στην κατάρθρωση των διαφορικών εξισώσεων της χρονοεξέλιξης ενός συστήματος από οντότητες. Εάν το  $A$  είναι χημικές ενώσεις αφορά αυτοοργάνωση μορίων, αν είναι ζωικά ή φυτικά είδη αφορά την εξέλιξη αυτών των ειδών. Οι προσομοιώσεις με την χρήση μαθηματικών μοντέλων έχουν αρκετά καλή προβλεπτική ικανότητα· όταν ικανοποιούνται κάποιες σχέσεις μεταξύ των αρχικών ποσοτήτων  $A$ , υπάρχει ανάπτυξη από την μη οργάνωση (χάος) σε μία ή περισσότερες αυτοοργανώσεις, αλλιώς με κάποιες άλλες προϋποθέσεις έχουμε εξάλειψη μιας από τις αυτοοργανώσεις, δηλαδή τα σύνορα μεταξύ μιας αυτοοργάνωσης και μιας άλλης εξαλείφονται. Τέλος, η εξίσωση Drake (1960) στην αστροφυσική έκανε μια πρόβλεψη για την εξωβιολογία και την εξάπλωση πολιτισμών στο Σύμπαν<sup>5</sup> με τη δυσμενή πρόγνωση ότι οι τεχνολογικοί πολιτισμοί έχουν την τάση να καταρρέουν (φαινόμενο που είναι γνωστό ως «το παράδοξο του Fermi») (Wikipedia 2008). Τα σύνορα παντού παίζουν πολυσήμαντο ρόλο στη χρονοεξέλιξη των συστημάτων οντοτήτων, είτε είναι στοιχειώδη σωματίδια είτε μόρια, είτε διάφορα είδη φυτικού ή ζωικού βασιλείου, είτε ολόκληροι πολιτισμοί.

#### *Από τη Βιολογία στην Κοινωνία*

Πώς προεκτείνονται οι οργανισμοί αυτοί καθαυτοί; Εξειδικευόμενοι. Ίσως στο απώτατο μέλλον μια πολιτεία σαν τη Φλώρινα θα παράγει μόνο παπούτσια, έτσι όπως μια πολιτεία σαν τον θυρεοειδή αδένά φτιάχνει μόνο ορμόνες, θα έχουμε δηλαδή τρομερή εξειδίκευση. Αυτό μπορεί να ειπωθεί σαν προέκταση στο κοινωνικό επίπεδο αυτών που συμβαίνουν στο κυτταρικό. Δηλαδή, πώς φτάσαμε στον άνθρωπο; Πρώτα ήταν οι μονοκύτταροι οργανισμοί. Ζωντανοί οργανισμοί, ένα κύτταρο όλο κι όλο. Μετά κόλλησαν μαζί και έκαναν ολιγοκύτταρους και πολυκύτταρους οργανισμούς, και στο τέλος τα ζώα και τους ανθρώπους, που αποτελούνται από όργανα με εντελώς εξειδικευμένα κύτταρα. Από το ίδιο κύτταρο ξεκινάνε όλα, το γονιμοποιημένο ωάριο, που διπλασιάζεται, πολλαπλασιάζεται, και διαφοροποιείται, μερικά γίνονται κύτταρα εγκεφάλου, άλλα γίνονται νύχια, κι άλλα γίνονται μυς. Παρότι έχουν το ίδιο γενετικό υλικό, διαφοροποιούνται κι εξειδικεύονται να κάνουν μια συγκεκριμένη δουλιά. Πιθανόν κι οι κοινωνίες έτσι θα εξελιχτούν, αν τους δοθεί ο χρόνος και δεν καταστραφούν ενδιάμεσα. Θα εξειδικευτούν να κάνουν η καθεμιά μια συγκεκριμένη δουλιά. Μια πολιτεία θα μπορεί να φτιάχνει μόνο παπούτσια, τα καλύτερα όμως, και ταυτόχρονα θα είναι απόλυτα εξαρτημένη από τις άλλες πολιτείες, οι οποίες με τη σειρά τους θα κάνουν η καθεμιά και διαφορετικό προϊόν. Αν, μάλιστα, σταματήσει η πολιτεία αυτή να φτιάχνει παπούτσια, θα πεθαίνει· και μαζί της όλες οι πολιτείες, όπως άμα σταματήσει το ήπαρ να λειτουργεί τελειώνει όλο το σώμα.

Σ' ένα βάθος χρόνου, δηλαδή, θα γίνουμε στην πραγματικότητα ένας οργανισμός (μεγαοργανισμός). Θεωρώντας το δικό μας οργανισμό σαν ένα

---

περιοδικότητες μοτίβων με διαφορετική χημική σύσταση και διεπιφάνειες (σύνορα) μεταξύ τους.

<sup>4</sup> Μια βιβλιογραφική αναζήτηση (10/10/07) στο scopus.com με τις λέξεις biology, boundary και differential equation έδωσε 26 άρθρα που συνδέουν πληθυσμούς ζωικών ή φυτικών ειδών με πειραματικές παρατηρήσεις και μαθηματικές προβλέψεις επιβίωσης και καταστροφής σε σχέση με το τι γίνεται από τον ανταγωνισμό με άλλα είδη και την ικανότητά τους να περιφρουρούν με διάφορες στρατηγικές το χώρο τους.

<sup>5</sup> Η αστροβιολογία ή εξωβιολογία είναι η μελέτη της απαρχής, της εξέλιξης, της κατανομής και του μέλλοντος της ζωής στο Σύμπαν (*Astrobiology* 2008).

«κύτταρο», σαν μία μονάδα, μια κοινωνία αποτελείται από πολλές τέτοιες μονάδες όπου κάθε άνθρωπος αποτελεί ένα κύτταρό της. Και η κοινωνία η ίδια μπορεί επίσης να είναι μία μονάδα. Όπως οι μονοκύτταροι οργανισμοί έφτιαξαν τους πολυκύτταρους, έτσι, σε μια εξελικτική πορεία, και οι μονοοργανισμοί φτιάχνουν τους πολυοργανισμούς. Είμαστε ήδη στο επίπεδο των πολυοργανισμών. Η οικογένεια είναι πολυοργανισμός. Δεν είμαστε όμως πολύ εξελιγμένοι ακόμα. Στην αρχή ξεκίνησε κάθε οικογένεια να είναι αυτοδύναμη, να φτιάχνει το φαγητό της, να φτιάχνει τα παπούτσια της, να φτιάχνει το σπίτι της, όλα. Σιγά σιγά εξειδικεύτηκαν και συνεχίζουμε να εξειδικευόμαστε. Υπάρχουν άνθρωποι που ξέρουν μόνο το χρηματιστήριο και ζουν μια χαρά, αλλά δεν ξέρουν να φτιάξουν ούτε ένα κρεμύδι ή ένα κοτόπουλο. Φαίνεται πως προχωράμε προς την εξειδίκευση, όπως όταν οι μονοκύτταροι οργανισμοί έφτιαξαν πολυκύτταρους με εξειδικευμένα μονοκύτταρα. Αν αυτό είναι το μέλλον μας, θα παίζουν τα σύνορα κάποιο ρόλο και ποιον;

Τα κοινωνικά έντομα εξειδίκευσαν τις λειτουργίες τους με τέτοιο τρόπο ώστε οι διάφοροι ειδικοί να σχηματίζουν όλοι μαζί ένα κοινωνικό σώμα. Τα κοινωνικά έντομα χρειάζονται το ένα το άλλο και δεν μπορούν να επιβιώσουν ως μοναχικά έντομα. Αν απομονώσουμε ένα μυρμήγκι, θα χάσει την όρεξή του, θ' αρρωστήσει και θα πεθάνει. Κατά έναν τρόπο, δεν είναι ένα ολοκληρωμένο όν καθαυτό, αλλά ένα «όργανο», ένα μέρος του κοινωνικού του σώματος –της κοινωνίας της μυρμηγκοφωλιάς. Ίσως ένα μυρμήγκι να είναι για την κοινωνία του ό,τι ένα μιτοχόνδριο για το κύτταρό του» (Sahtouris 1989).

Είμαστε κοινωνικά όντα;!...

*Τα σύνορα του μέλλοντος*

Η αποτελεσματικότητα είναι το κριτήριο στη Βιολογία. Αποτελεσματικά σύνορα διαχωρίζουν τις δομές της, ώστε η καθεμία να βελτιστοποιεί τη λειτουργία της. Είναι τα τωρινά κρατικά σύνορα αποτελεσματικά; Μάλλον είναι αποτελέσματα δύναμης. Όποιος είχε τη δύναμη επέβαλε σύνορα εκεί που έφτανε η δύναμή του. Στο κύτταρο δεν τα καθόρισε η δύναμη, τα καθόρισε η αποτελεσματικότητα. Αν θεωρήσουμε το κοινωνικό ως προέκταση του βιολογικού υποδείγματος, τα μελλοντικά σύνορα θα έχουν σχέση με την αποτελεσματικότητα. Δηλαδή, η απομόνωση μέσα σε ένα σύνορο και η προστασία από ένα σύνορο, η «μόνωση», θα χρειάζεται για να δουλεύουν αποτελεσματικά τα μέρη.

Φυσικά δε μιλάμε για πράγματα που θα συμβούν στις μέρες μας. Από την εποχή που ήμασταν μονοκύτταροι, που υπήρχαν δηλαδή μόνο μονοκύτταροι οργανισμοί, μέχρι που δύο κύτταρα συν-δέθηκαν μαζί και έφτιαξαν το πρώτο συγκύτιο, αυτό θα πρέπει να πήρε χρόνο, πολύ χρόνο, της τάξης των εκατομμυρίων ετών ίσως. Η Γη έχει τέσσερα τεσεράμισι δισεκατομμύρια χρόνια. Στα μισά από αυτά υπάρχει ζωή, τα πρώτα μισά ήταν χωρίς ζωή. Στα τελευταία δύομισι δισεκατομμύρια χρόνια εξελίσσεται η ζωή. Αν θεωρήσουμε την ιστορία της Γης σαν ένα 24ωρο, ο άνθρωπος εμφανίζεται στις 23 και 59, δηλαδή το τελευταίο λεπτό. Αν του πήρε ένα λεπτό για να φτιάξει σύνορα με βάση τη δύναμη, να μη του πάρει κι ένα λεπτό (ή έστω δευτερόλεπτο) για να φτιάξει σύνορα με βάση την αποτελεσματικότητα;

Κοινή γαρ η τύχη και το μέλλον άορατον! Ή μάλλον, παρότι το μέλλον είναι άορατο και τα παραπάνω δεν αποτελούν παρά εικασίες από προέκταση του βιολογικού στο κοινωνικό, η τύχη όλων των ανθρώπων της *Γαίας* είναι μάλλον κοινή.



## Συμπερασματικά

Ζωή σημαίνει σύνορο. Η βιολογία δεν είναι παρά σύνορα, σύνορα, σύνορα! Σύνορα μέσα στα σύνορα. Αλληπάλληλες στρώσεις συνόρων. Απαραίτητη προϋπόθεση της ζωής είναι τα σύνορα. Η ζωή είναι συνυφασμένη με τα σύνορα. Χωρίς σύνορα δεν υπάρχει ζωή. Αλλά σύνορα που επιλέγουν και ελέγχουν αυστηρά τι, πόσο και πότε θα τα διαβεί προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Όρια υπό όρους.

## Διεπιστημονικό υστερόγραφο

Στον πηγαισμό για τη Φλώρινα, βγήκαμε έξω απ' το καλούπι μας, απ' το καβούκι μας, απ' το σύνορό μας, το σύνορο της επιστήμης του ο καθένας, και προσπαθήσαμε πριν απ' όλα να καταλάβουμε ο ένας τον άλλον. Μπορεί αυτό που ψάχνουμε να είναι ήδη απαντημένο απ' την παραδίπλα επιστήμη! Το πανεπιστήμιο δεν (θα έπρεπε τουλάχιστον να) είναι ένας σωρός μονεπιστημίων με... αδιαπέραστα σύνορα (Δουλγερίδης 2007) στην «αλήθεια των καινούργιων φίλων. Τα [διεπιστημονικά] όρια υποχωρούν. Το σημαντικό που απομένει είναι οι όροι.» (Καμινάρη 2007)<sup>6</sup> «Μεγάλα κι υψηλά τριγύρω μου έκτισαν τείχη [...] Α! όταν έκτιζαν τα τείχη πώς να μην προσέξω; Ανεπαισθήτως μ' έκλεισαν από τον κόσμο έξω» («Τα τείχη», Κ. Καβάφης).

Αν η διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας είναι χρέος ύψιστο, είναι άραγε μικρότερο η διατήρηση της κοινωνικής ποικιλότητας; Είναι το αίτημα για «εθνική καθαρότητα» (αντί «εθνικής ποικιλότητας») ως και (εθνική) αυτοκτονία; Ήρθαμε στο συνέδριο να το μάθουμε, εισφέροντας τη δική μας αλήθεια, αυτήν της Βιολογίας, που τη γνωρίζουμε κάπως καλύτερα.

## Βιβλιογραφία

- Astrobiology (2008). Στο <http://astrobiology.nasa.gov/about-astrobiology/> (πρόσβαση 12/5/08).
- Biology Pages (2008). Στο <http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/P/Populations2.html> (πρόσβαση 12/5/08).
- Γαλάρης, Δημήτρης, Γιάννης Δημητρόπουλος & Γιάννης Δημολιάτης (2007). Σύνορα, περιφέρειες, διασπορές στη Βιολογία. Στο *Σημειωτική και ιδεολογίες: σύνορα, περιφέρειες, διασπορές*. Περιλήψεις 8ου συνεδρίου Ελληνικής Σημειωτικής Εταιρίας, σ. 20.
- Δημολιάτης, Γιάννης (1994). Για μιαν εναλλακτική θεώρηση των συνόρων. *Η Νέα Οικολογία*, Μάιος, 63-64.
- Δουλγερίδης, Δημήτρης (2007). Ιωάννης Ηλιοπούλος, ο ερευνητής. *Ταχυδρόμος* 394 (3), 20-23.
- Καβάφης, Κωνσταντίνος (χ.χ.). «Τείχη». *Ποιήματα*. Παρουσίαση Γιώργης Πικρός. Αθήνα: Εκδόσεις Γιάννη Οικονόμου.
- Καμινάρη, Μέλινα (2007). Ένα οδοιπορικό ορίων και όρων. *Φωτογράφος* 168, 24.

---

<sup>6</sup> «Το ταξίδι προς τα σύνορα μοιάζει πάντα ατέλειωτο [...] 'Τα σύνορα' ήταν μόνο η αφορμή. Αυτά μας έφεραν κοντά. Τι έμεινε; Η διαδικασία, η μοναδικότητα των διαφορετικών τρόπων σκέψης, η επικοινωνία, η αλήθεια των καινούργιων φίλων. Τα όρια υποχωρούν. Το σημαντικό που απομένει είναι οι όροι. Οι όροι που τίθενται στο πεδίο αντιπαράθεσης όλων των διαφορετικών κόσμων, όλων των διαφορετικών πραγματικοτήτων, όλων των διαφορετικών επιστημών...» (Καμινάρη 2007).

- Cox, C. Barry & Peter D. Moore (1998). *Biogeography: An ecological and evolutionary approach*. Blackwell Science.
- Meinhardt, Hans (1992). Pattern formation in biology: a comparison of models and experiments. *Reports on Progress in Physics* 55 (6), 797-849.
- Mowat, Farley (1999 [1971]). *Never cry wolf*/Μτφρ. Γιολάντα Λεβίδη-Λούη. Αθήνα: Χατζηνικολή.
- Murray, Christopher JL & Lopez, Alan D. (1996). *The global burden of disease: A comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries and risk factors in 1990 and projected to 2020*. Βοστώνη: Harvard University Press.
- Patel, Kunj & Jonathan Lansley (2006). Border properties of allopatric and sympatric plant species interactions. *CAMS Report 0506-[10]*, (Fall 2005/Spring 2006), Center for Applied Mathematics and Statistics.
- Sahtouris, Elisabet (1989). *Gaia*. Μτφρ. Αγγέλα Βερυκοκάκη-Αρτέμη (1999). *Γαία - το ανθρώπινο ταξίδι από το χάος στον κόσμο*, σ. 202. Αθήνα, Νέα Σύνορα.
- Wainwright, Gordon (1993). *Body language*. Μτφρ. Αλεξάνδρα Ντανάκα & Γιάννης Δημολιάτης (2007). *Η γλώσσα του σώματος με τη μέθοδο της αυτοδιδασκαλίας*, σσ. 112-33. Αθήνα, Καστανιώτης.
- Wikipedia (2008). Στο [http://en.wikipedia.org/wiki/Drake\\_equation](http://en.wikipedia.org/wiki/Drake_equation) (πρόσβαση 12/5/08).
- World Health Organization (1985). *Targets for health for all*. Chapter 2: Prerequisites for health. Copenhagen. Μτφρ.-επιμ. Γιάννης Δημολιάτης (2002). *Υγεία 21: υγεία για όλους τον 21ο αιώνα*, σσ. 295-7. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Γιάννης Δημολιάτης  
Επίκουρος Καθηγητής Υγιεινής &  
Επιδημιολογίας Ιατρικής Σχολής  
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων  
[idimoliatis@gmail.com](mailto:idimoliatis@gmail.com)

Δημήτρης Γαλάρης  
Καθηγητής Βιολογικής Χημείας  
Ιατρικής Σχολής  
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων  
[dgalaris@uoi.gr](mailto:dgalaris@uoi.gr)

Δημήτρης Δημολιάτης  
Environmental Consultant  
Hyder Consulting Pty Ltd  
Web: [www.hyderconsulting.com](http://www.hyderconsulting.com),  
[dimoliatis@gmail.com](mailto:dimoliatis@gmail.com)

Γιάννης Δημητρόπουλος  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής &  
Τηλεπικοινωνιών  
Τομέας Εφαρμοσμένης Πληροφορικής  
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας  
[idimitr@uowm.gr](mailto:idimitr@uowm.gr)

**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα  
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων**

**Τέλος Ενότητας**

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



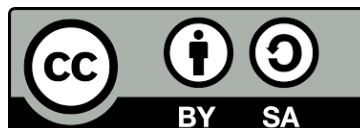
## Σημειώματα

### Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Διδάσκοντες: Αν. Καθηγητής Γιάννης Δημολιάτης (υπεύθυνος), Επίκ. Καθ. Ευαγγελία Ντζάνη, Κωνσταντίνος Τσιλίδης. «Πολιτικές Υγείας. Ο κόσμος αύριο: προβλέψεις και υγειακό τοπίο». Έκδοση: 1.0. Ιωάννινα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://ecourse.uoi.gr/course/view.php?id=1324>.

### Σημείωμα Αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή, Διεθνής Έκδοση 4.0 [1] ή μεταγενέστερη.



[1] <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.