

## Η Ανάμνηση του χώρου

*Ιωάννης Θ. Ευδοκιμίδης*

**Βιβλιοκριτική παρουσίαση**

*Θεόδωρου Σ. Κωνσταντινίδη*

## The Recollection of Space

*Ioannis Th. Evdokimidis*

### A book review

*By Theodoros S. Constantinidis*



Ο Ομότιμος Καθηγητής Νευρολογίας Ι. Θ. Ευδοκιμίδης εξέδωσε στις εκδόσεις Παρισιάνου ένα μικρό και εξαιρετικά ενδιαφέρον βιβλίο διερευνώντας το κεντρικό ερώτημα του βιβλίου, το οποίο είναι: «γιατί η γειτονιά της παιδικής μας ηλικίας μας φαίνεται, τώρα που μεγαλώσαμε, εξαιρετικά μικρή;» [1].

Όπως σημειώνει στον πρόλογο του βιβλίου ο Ανδρέας Παπανικολάου, η αίσθηση των μικρότερων χώρων-αντικειμένων της παιδικής μας ηλικίας, όταν τα ξαναβλέπουμε μετά από πολλά χρόνια στην ενήλικη ζωή μας, αποτελεί «γνωστό και πάγκοινο φαινόμενο», παραθέτοντας και τις πρώτες τρεις γραμμές της παρακάτω στροφής του ποιήματος του Γιώργου Σεφέρη:

– Γυρεύω τον παλιό μου κήπο·  
τα δέντρα μού έρχονται ως τη μέση  
κι οι λόφοι μοιάζουν με πεζούλια  
κι όμως σαν ήμουνα παιδί  
έπαιζα πάνω στο χορτάρι  
κάτω από τους μεγάλους ίσκιους  
κι έτρεχα πάνω σε πηλαγίες  
ώρα πολλή λαχανιασμένος.

*Γιώργος Σεφέρης «Ο γυρισμός του ξενιτεμένου».*

Αρκεί όμως η απλή αίσθηση ότι είναι «πάγκοινο φαινόμενο» για την περαιτέρω διερευνητική του επεξήγηση; Ο συγγραφέας, όπως το αποδεικνύει η αμέσως επόμενη ενέργειά του, απαντάει έμπρακτα όχι. Αυθόρμητα, χωρίς ιδιαίτερη θεματοποίηση του μεθοδολογικού ερωτήματος, συντάσσει ένα ερωτηματολόγιο με 8 κατηγορίες χώρων ζωής της παιδικής ηλικίας (οικία-εσωτερικό, οικία-εξωτερικό, σχολείο, γειτονιά, άλλοι χώροι της γειτονιάς, καλοκαίρι-οικία, καλοκαίρι-χώροι, άνθρωποι), με τη βοήθεια του οποίου λαμβάνει ημιδομημένη συνέντευξη από 80 άτομα, με αναλογία αντρών:γυναικών 1:1. Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και οι επεξηγήσεις των ερωτήσεων αναφέρονται στο παράρτημα, που αποτελεί το 7<sup>ο</sup> και τελευταίο κεφάλαιο του βιβλίου. Στη συνέχεια, συγκρίνει σε κάθε κατηγορία τον αριθμό των εξεταζομένων που η παιδική μνήμη των χώρων της ζωής τους ήταν μεγαλύτερη από την παρούσα ενήλικη αντίληψη των ίδιων χώρων (εφεξής μνήμη > αντίληψη) ή ίση με αυτή, με την εικονική ισοπίθανη κατανομή τους (δηλαδή οι μισοί με τη διαφορά μνήμη > αντίληψη και οι υπόλοιποι μισοί μνήμη = αντίληψη) και εφαρμόζει μη παραμετρική στατιστική σύγκριση ( $\chi^2$ ) μεταξύ τους (πρέπει να σημειώσουμε ότι τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων αυτών διενήργησε η νευροψυχολόγος κ. Φωτεινή Χρηστίδη). Εντυπωσιακή στο σημείο αυτό είναι η διόρθωση Bonferroni των πολλαπλών συγκρίσεων, δεδομένου ότι δεν εφαρμοζόταν ακόμη και στις τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες κλινικές δοκιμές και μάλιστα στην πλειοψηφία τους, με αποτέλεσμα ο FDA να το καταστήσει υποχρεωτικό για αυτές, μόλις το 2017 [2]. Με την αυστηρή λοιπόν αυτή μέθοδο διόρθωσης των πολλαπλών συγκρίσεων η στατιστικά σημαντική διαφορά αναδεικνύεται στο σύνολο των εξεταζομένων για τις κατηγορίες σχολείο, καλοκαίρι-οικία, καλοκαίρι-χώροι, ενώ για την οικία-εσωτερικό και την οικία-εξωτερικό, μόνο στα αγόρια (μνήμη > αντίληψη διαπιστώθηκε στο 80% των ανδρών και το 20% των γυναικών, ενώ στο σύνολό τους ήταν 60% και 40% αντίστοιχα). Στις κατηγορίες όμως καλοκαίρι-οικία και καλοκαίρι-χώροι η διαφορά μνήμη > αντίληψη διαπιστώθηκε στο 80% και 83% αντίστοιχα, στο σύνολο των εξεταζομένων, ανεξάρτητα του φύλου τους. Εξηγήσεις για τις διαφορές του φύλου και της κύριας οικίας ή των χώρων των διακοπών δίνονται στα επόμενα κεφάλαια.

Με τις παρατηρήσεις αυτές ο συγγραφέας καταλήγει ότι το φαινόμενο της διαφοράς της παιδικής μνήμης από την παρούσα ενήλικη αντίληψη αφορά την πλειοψηφία του δείγματος και στα κεφάλαια 2, 3 και 4 επεξεργάζεται ενδελεχώς την πιθανή του εξήγηση.

Η ανάμνηση του χώρου προϋποθέτει την αντίληψή του. Πως γίνεται λοιπόν η αντίληψη του χώρου; Ποιό σύστημα αναφοράς χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για να προσδιορίσει τις αποστάσεις των αντικειμένων μεταξύ τους και του εαυτού του από αυτά; Τα συστήματα αναφοράς είναι τρία: το εγωκεντρικό (egocentric), με το οποίο οι αποστάσεις υπολογίζονται από το σώμα μας, το αλληλοκεντρικό (allocentric), όπου οι αποστάσεις υπολογίζονται μεταξύ των αντικειμένων και το ιδιοθητικό ή αδρανειακό (idiothetic or inertial), με το οποίο κάποιο αυθαίρετο σημείο τίθεται ως αρχικό και υπολογίζεται η απόσταση από αυτό, όπως π.χ. η πλοήγηση στο σκοτάδι, όπου σαν αρχικό σημείο ορίζεται μια οποιαδήποτε θέση του σώματος και στη συνέχεια υπολογίζεται η απόσταση και κατεύθυνση από αυτό. Τις τέσσερις τελευταίες δεκαετίες προσδιορίστηκαν δύο διακριτές εγκεφαλικές οδοί επεξεργασίας των αισθητηριακών πληροφοριών (αρχικά των οπτικών και στη συνέχεια των ακουστικών): η ραχιαία και η κοιλιακή, που επεξεργάζονται τη χωρική εντόπιση των αντικειμένων (where) και την αναγνώριση της ταυτότητας τους (what), αντίστοιχα [3, 4]. Η ραχιαία οδός, η οποία πορεύεται βρεγματικά, με επίκεντρο τις περιοχές 7 και 7a κατά Brodmann, σχετίζεται με το εγωκεντρικό σύστημα αναφοράς και τον αισθητικό-κινητικό μετασχηματισμό των αισθητηριακών δεδομένων, όπως π.χ. απαιτείται στις κινήσεις σύλληψης (grasping) ή στόχευσης (reaching) ενός αντικειμένου. Αντίθετα, η κοιλιακή οδός, η οποία πορεύεται κροταφικά, με επίκεντρο τις περιοχές 19 και 37, σχετίζεται με το αλληλοκεντρικό σύστημα αναφοράς, τουλάχιστον για το στατικό χώρο (με ακίνητο το άτομο-παρατηρητή) και αφορά την αντιληπτική αναγνώριση των αντικειμένων.

Ήδη από το 1948 ο Edward Tolman [5] πρότεινε το γνωσιακό χάρτη των αντικειμένων του χώρου και την πλοήγηση μέσα σ' αυτόν, ως το πρότυπο αντίληψης του χώρου, αλληλά και της μνημονικής καταχώρησης και ανάκλησής του. Ο χάρτης αυτός στηρίζεται κυρίως στην επιλογή κάποιων τοποσήμων (landmarks), με συλλογική αξία (π.χ. η εκκλησία ή το σχολείο) ή προσωπική (π.χ. κάποια προσωπικά μας αντικείμενα), τα οποία μαζί με τις αποστάσεις από το σώμα μας ή μεταξύ τους, στους κύριους όμως άξονες συντεταγμένων του χώρου (x, y, z ή βορράς-νότος, ανατολή-δύση και διαγώνιοι) συνοψίζουν

την αντίληψη του χώρου, παραβλέποντας τον υπόλοιπο άπειρο αριθμό των αισθητηριακών δεδομένων. Η σύνοψη αυτή καταγράφεται και αποθηκεύεται στη μνήμη και από αυτή ανακατασκευάζεται κατά τη μνημονική ανάκληση, με τα αναπόφευκτα όμως σφάλματα-ελλείψεις που συνεπάγεται η ανακατασκευή. Ως εκ τούτου είναι σαφές ότι η αντίληψη δεν αποτελεί μηχανισμό φωτογραφικής αναπαράστασης του κόσμου, πολύ δε λιγότερο η μνήμη.

Το 1971 οι John O'Keefe και Lynn Nadel [6] πρότειναν τα κύτταρα θέσης (place cells) του ιπποκάμπου ως το νευρωνικό υπόστρωμα του γνωσιακού χάρτη. Αυτή όμως ήταν μόνο η αρχή. Ακολούθησε η ανακάλυψη των κυττάρων κατεύθυνσης της κεφαλής (head direction cells), των κυττάρων πλέγματος (grid cells), των συνδυαστικών κυττάρων πλέγματος-κατεύθυνσης της κεφαλής, των οριακών κυττάρων (border cells) και των κυττάρων ταχύτητας (speed cells) [7]. Τα τρία πρώτα είναι τα σημαντικότερα. Τα κύτταρα θέσης του ιπποκάμπου εκφορτίζουν σε ορισμένες μόνο θέσεις μιας περιοχής του χώρου, όμως οι θέσεις αυτές αλληλίζουν (επαναχαρτογράφηση των κυττάρων θέσης) με αλλαγές του περιβάλλοντος χώρου, π.χ. φόντο, χρώμα, φωτεινότητα. Τα κύτταρα κατεύθυνσης της κεφαλής εκφορτίζουν ανάλογα με την κατεύθυνση της κεφαλής και τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της και βρίσκονται στο υπόθεμα (subiculum) και τις γειτονικές του περιοχές (presubiculum, parasubiculum). Τα κύτταρα πλέγματος βρίσκονται στον έσω ενδορρινικό φλοιό και εκφορτίζουν σε πολλαπλές θέσεις στο χώρο, τις οποίες αν τις ενώσουμε μεταξύ τους σχηματίζουν, ανά κύτταρο, εξαγώνο. Το μέγεθος του εξαγώνου είναι επιμερισμένο σε διαφορετικούς πληθυσμούς κυττάρων πλέγματος (modules), με τα μικρότερα μεγέθη στο ραχιαίο τμήμα του έσω ενδορρινικού φλοιού και τα μεγαλύτερα στον κοιλιακό. Τόσο τα κύτταρα κατεύθυνσης της κεφαλής όσο και τα κύτταρα πλέγματος έχουν σταθερό πρότυπο εκφόρτισης και δεν επηρεάζονται από το περιβάλλον. Η συνδυασμένη λειτουργία όλων αυτών είναι αρκετά πολύπλοκη και απαιτεί ενδελεχή ανάγνωση των πρωτότυπων δημοσιεύσεων για την καλή κατανόησή τους, η οποία όμως ανταμείβει γενναιόδωρα τον αναγνώστη με τη διανοητική γοητεία που συνεπάγεται. Η εκτεταμένη και λεπτομερής γνώση των κυτταρικών μηχανισμών αντίληψης του χώρου, που αποκτήθηκε τα τελευταία 50 χρόνια, χάριν της προόδου στην έρευνα της πειραματικής νευροφυσιολογίας, στέφθηκε με το βραβείο Nobel ιατρικής και φυσιολογίας το 2014, το οποίο απονεμήθηκε στους John O'Keefe, Edvard Moser και May-Britt Moser. Η συνδυασμένη δράση όλων των ανωτέρω τύπων κυττάρων και οι μεταξύ τους ριπές ρυθμικών εκφορτίσεων συγχρονισμένης φάσης συνιστούν το νευροφυσιολογικό μηχανισμό αντίληψης του χώρου, πλοήγησης μέσα σ' αυτόν και σχηματισμού της επεισοδιακής (αυτοβιογραφικής) μνήμης [8, 9]. Υπάρχουν μάλιστα ενδείξεις ότι στις ίδιες περιοχές οργανώνεται και το υποκειμενικό βίωμα του χρόνου [7, 8].

Το αντίλημμα του χώρου, που συνιστά την τελική κατάληξη των προαναφερθέντων νευρωνικών μηχανισμών, υφίσταται μικρές οι μεγάλες παραμορφώσεις, ανάλογα με την κινητική κατάσταση του υποκειμένου:

- Ακίνητος παρατηρητής και παθητικός αποδέκτης των αισθητηριακών δεδομένων.
- Πληθογούμενος στο χώρο.

Στην πρώτη περίπτωση ισχύει ο εκθετικός νόμος του Stevens:

$$\psi(l) = kl^a \quad [10]$$

όπου  $\psi$  = το μέγεθος του αντιλήμματος,  $l$  = το μέγεθος του αισθητηριακού ερεθίσματος,  $k$  = ένας (πολυπαραμετρικός) συντελεστής, ο οποίος λειτουργεί σαν σταθερά αναλογικότητας μεταξύ των  $\psi$  και  $l$ ,  $a$  = εκθέτης καθοριστικός της υποεκτίμησης ( $a < 1$ ), ισότητας ( $a = 1$ ) ή υπερεκτίμησης ( $a > 1$ ) του αισθητηριακού ερεθίσματος συγκριτικά με το αντίλημμα.

Το κρίσιμο μέγεθος της ψυχοφυσικής αυτής εξίσωσης είναι ο εκθέτης. Σε ένα πείραμα [11] εκτίμησης του μήκους μιας απόστασης στον εγγύς χώρο (ή αλλιώς περιπροσωπικό χώρο, peripersonal space, δηλαδή ως εκεί που φτάνει το χέρι μας), ο εκθέτης υπολογίστηκε 1.04, άρα πολύ κοντά στο 1, άρα αρκετά ακριβής σαν μηχανισμός οπτικής αντίληψης. Η οπτική όμως μνημονική ανάκληση της απόστασης υπερεκτιμούσε την απόσταση, ώστε ο εκθέτης στο νόμο του Stevens λάμβανε τιμή 1.81, δηλαδή σχεδόν ταυτόσημη με την τιμή 1.04<sup>2</sup> (=1.082). Δηλαδή η μνήμη πολλαπλασιάζει τις αντιληπτικές παραμορφώσεις. Ωστόσο, το πιο σταθερό εύρημα αυτού του τύπου αποτελεί η υπερεκτίμηση του μήκους ή απόστασης μικρότερων των

10cm και η υποεκτίμησή τους όταν είναι μεγαλύτερα των 20 m (δηλαδή στον πέρα χώρο, extrapersonal space, που οριοθετείται από εκεί που φτάνει το χέρι μας και πέρα).

Στη δεύτερη περίπτωση σχηματισμού του αντιλήμματος, δηλαδή της πλοήγησης στο χώρο, οι παράγοντες που τον επηρεάζουν παραμορφωτικά και συνακόλουθα επηρεάζουν παρόμοια την αυτοβιογραφική μνήμη, είναι σημαντικά περισσότεροι και τους συνοψίζουμε παρακάτω:

- Η πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος την πλοήγηση χώρου, με αυξημένη π.χ. πυκνότητα φυσικών ή τεχνητών τοποσήμων οδηγεί σε υπερεκτίμηση της διαδρομής.
- Η ηλικία. Τα παιδιά προεφηβικής ηλικίας υποεκτιμούν τα χωρικά δεδομένα.
- Η συναισθηματική κατάσταση. Η καλή διάθεση μας οδηγεί σε υποεκτίμηση, π.χ. η διαδρομή μας φαίνεται μικρότερη.
- Η σκοπιμότητα της δράσης. Η ύπαρξη σκοπού που αποφέρει όφελος για το υποκείμενο οδηγεί επίσης σε υποεκτίμηση.
- Η καταβολή προσπάθειας. Η κόπωση π.χ. μας οδηγεί στην υπερεκτίμηση μιας διαδρομής ως μεγαλύτερης.
- Η μετρική με βάση το σώμα μας. Το *ύψος του σώματος* όταν είναι μικρό, όπως στα παιδιά, οδηγεί σε υποεκτίμηση, ανάλογα με τη γωνία θέασης που σχηματίζεται μεταξύ του εδάφους και των ματιών. Ο *διασκελισμός* του μικρού παιδιού οδηγεί σε υπερεκτίμηση της διαδρομής, συγκριτικά με αυτόν του ενήλικα. Πειραματικά ο ρόλος του διασκελισμού αποδείχτηκε στα μυρμήγκια *Cataglyphis* της ερήμου Σαχάρας, όπου η επιμήκυνση των άκρων τους επιμήκυνε και τη διανυόμενη απόσταση τροφής-φωλιάς, ενώ με τα κανονικά άκρα τους τη διένυαν επακριβώς. Ομοίως ο *ρυθμός* όπως το βάδισμα συγκριτικά με το τρέξιμο. Η *τεθλασμένη έναντι της ευθείας πορείας* της διαδρομής έχει ανάλογη επίδραση. Ομοίως υπερεκτίμηση έχει και η αυξημένη *ενεργειακή κατανάλωση* θερμίδων και ιδίως γλυκόζης-υδατανθράκων.

Τις παραμορφώσεις αυτές της αντίληψης η μνήμη τις αυξάνει ακόμη περισσότερο, αφού θα *επιλέξει* να αποθηκεύσει ένα υποσύνολο των αισθητηριακών δεδομένων, από αυτά θα *αφαιρέσει* όσα δεν κρίνει σημαντικά, στη συνέχεια θα *ερμηνεύσει* την εικόνα εντάσσοντάς την και ταξινομώντας την στο κατάλληλο περιβαλλοντικό πλαίσιο, αυξάνοντας έτσι πάντα το περίγραμμά της (boundary extension) και τέλος *ολοκληρώνοντας* όλα τα δεδομένα με την ένταξή τους σε ένα νοηματοδοτικό χωροχρονικό πλαίσιο.

Από το σύνολο των παραπάνω αναλύσεων προκύπτει ότι η διαμόρφωση της αντίληψης και συνακόλουθα της μνήμης του χώρου είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το σώμα μας (ενσώματη γνώση, embodied cognition), τόσο σαν παρουσία του σώματος όσο και σαν δράση του μέσα στον κόσμο (ενδρασιακή αντίληψη, enactive perception), αλλά και ενταγμένο μέσα στο φυσικό, κοινωνικό και πολιτισμικό του περιβάλλον (ενθεσιακή αντίληψη, embedded perception, όπως η διαφορά αντρών γυναικών στις κατηγορίες οικία-εσωτερικό, οικία-εξωτερικό, ως προς τη μνήμη > αντίληψη).

Η έκθεση όλων των προαναφερθέντων με αφηγηματική γλαφυρότητα, περίτεχνη λεπτολόγηση και υποδειγματική σαφήνεια, αποτελούν τα κύρια προτερήματα του παρόντος βιβλίου του Ομότιμου καθηγητή Γιάννη Θ. Ευδοκίμиду.

Να σημειωθεί πως και σε αυτή την περίπτωση αναδεικνύεται το πρόβλημα της ενιαίας και αποδεκτής μετάφρασης των διαφόρων ανατομικών και λοιπών όρων στα ελληνικά. Θα ήταν εξαιρετικά ευχάριστο όχι μόνο να γίνει αποδεκτή η ελληνική ορολογία Νευροεπιστημών που έχει προτείνει ο σεβαστός Ομότιμος καθηγητής Αζαρίας Καραμανλίδης, αλλά θα ήταν πρόσκληση/πρόκληση προς τις συναφείς Νευροεπιστημονικές εταιρείες να συνδιαμορφώσουν ένα αποδεκτό από τη Νευροεπιστημονική κοινότητα γλωσσάριο όρων.

## Βιβλιογραφία

1. Ευδοκίμиду Θ. Ιωάννης. Η ανάμνηση του χώρου. Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε., Αθήνα, 2019.
2. Food and Drug Administration. Multiple endpoints in clinical trials. Guidance for industry. January 2017. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/multiple-endpoints-clinical-trials-guidance-industry>. Τελευταία επίσκεψη ιστοτόπου 6/1/2021.

3. Ungerleider L.G. & Mishkin M. Two cortical visual systems. In D.J. Ingle, Goodale M.A. & Mansfield R.J.W. (Eds.) Analysis of Visual Behavior pp. 549-586. Cambridge, MA: MIT Press, 1982.
4. Goodale M.A., Milner D. Separate visual pathways for perception and action. Trends Neurosci. 1992;15:1: 20-25.
5. Tolman E.C. Cognitive maps in rats and men. The Psychological Review 1948;55:4:189-20.
6. O'Keefe J. & Nadel L. The Hippocampus as a Cognitive Map. Clarendon Press, Oxford, 1978.
7. Moser E.I., Moser M-B. & McNaughton B.L. Spatial representation in the hippocampal formation: a history. Nat Neurosci. 2017;20:11:1448-1464.
8. Buzsáki G. and Moser E. Memory, navigation and theta rhythm in the hippocampal-entorhinal system. Nat Neurosci. 2013;16:2:130-138.
9. Hasselmo M.E. and Stern C.E. Theta rhythm and the encoding and retrieval of space and time. Neuroimage. 2014;85:0 2: 656-666.
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/Stevens%27s\\_power\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Stevens%27s_power_law). Επίσκεψη ιστοτόπου: 6/1/2021.
11. Kerst S.M. & Howard J.H. Memory psychophysics for visual area and length. Memory & Cognition 1978;6:3:327-335.

**Θεόδωρος Σ. Κωνσταντινίδης**

Δρ. Νευρολόγος, Κόρινθος