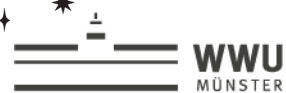
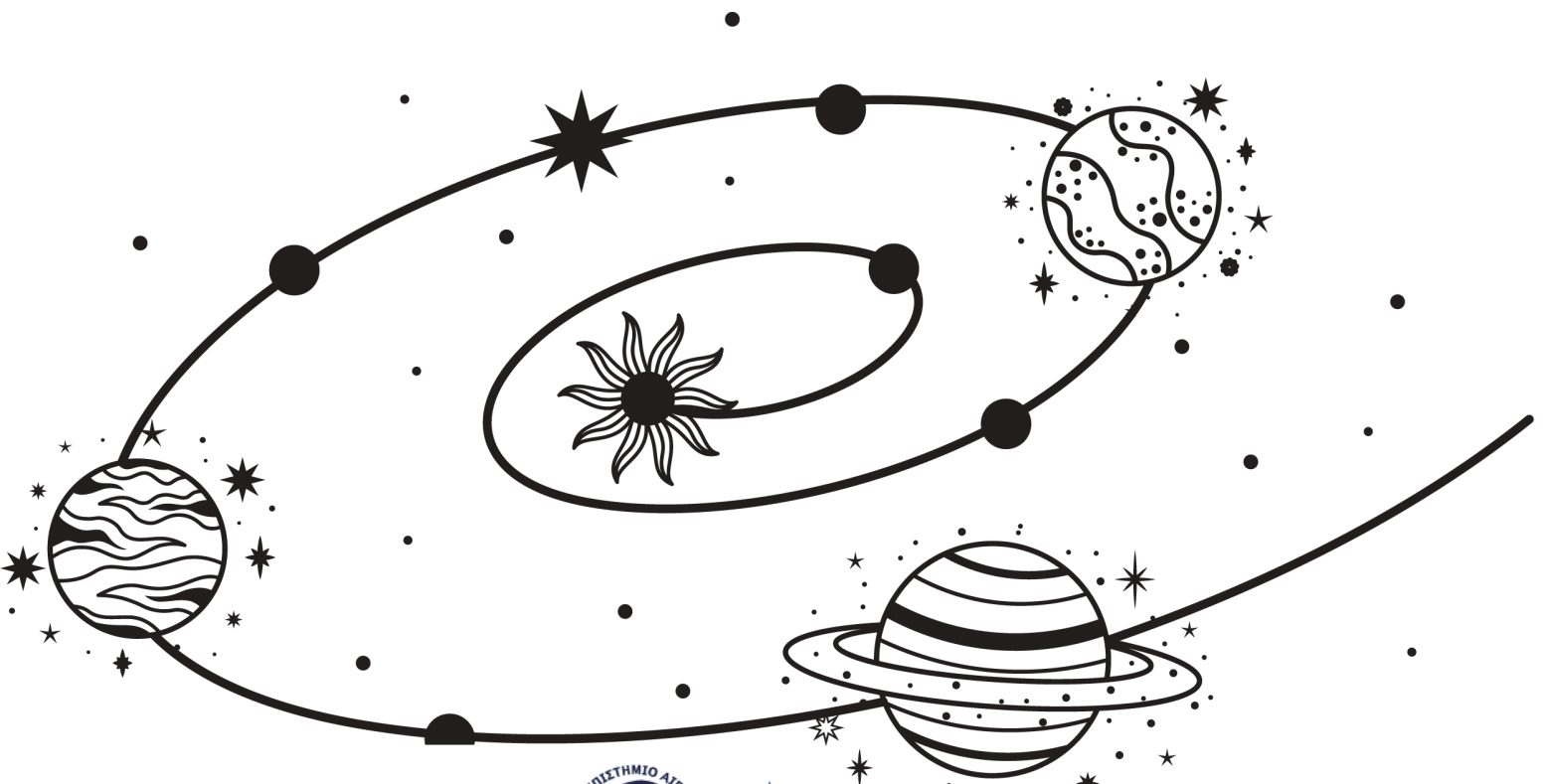


ARISTARCHUS

Θεωρητική Προσέγγιση



Co-funded by
the European Union

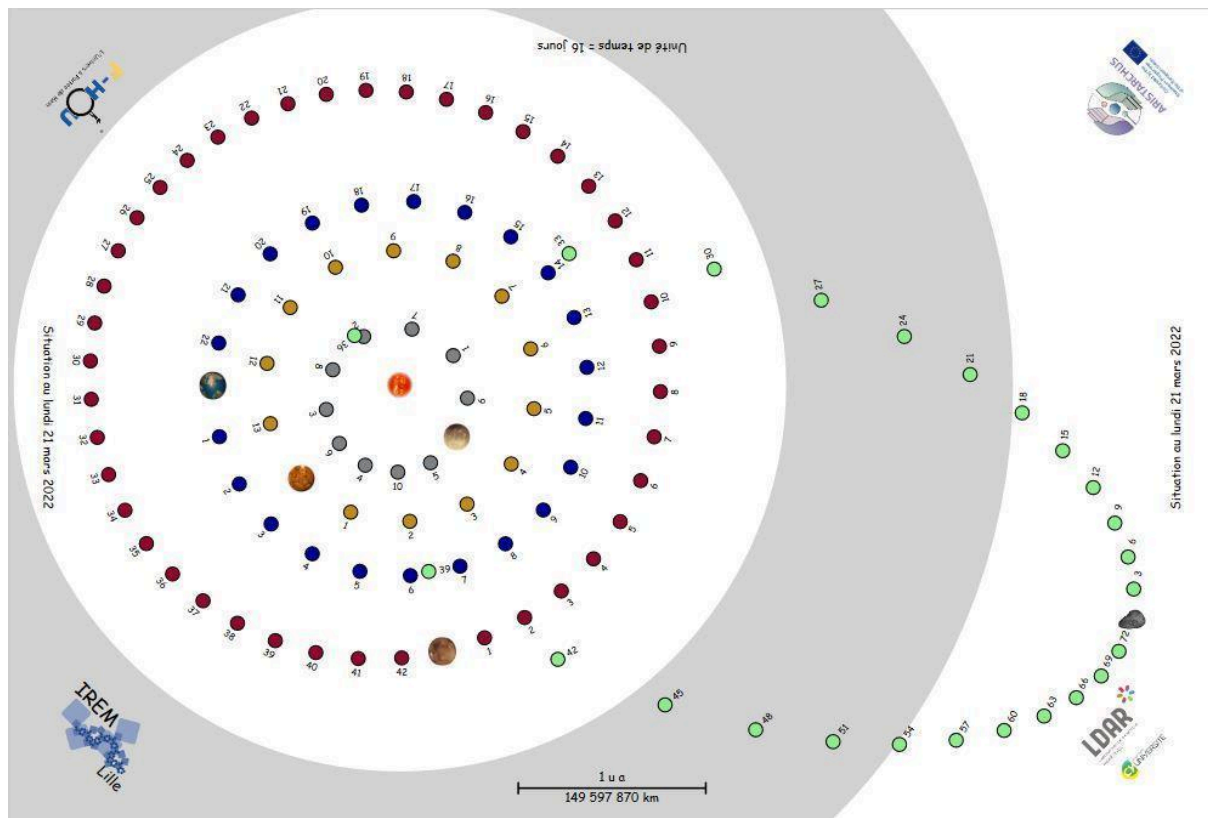
Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them. Project Number: 2021-1-FR01-KA220-SCH-000032478

Θεωρητική Προσέγγιση ARISTARCHUS

Aristarchus Erasmus project

Οκτώβριος 2024

Η αστρονομία απευθύνεται σε μαθητές όλων των ηλικιών και η αστρονομική εκπαίδευση είναι παρούσα στα αναλυτικά προγράμματα σε πολλές χώρες (Salimpour et al., 2021). Το Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος (Human Orrery) σκοπεύει να διευκολύνει την ανάδυση ενός επιστημονικού μοντέλου του ηλιακού συστήματος στα σχολεία, από την πρωτοβάθμια έως τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ενσωματώνοντας τη σωματική κίνηση και τις αισθητηριακές εμπειρίες στις εκπαιδευτικές μεθοδολογίες. Σε όλες τις συναντήσεις που παρουσιάζονται από το πρόγραμμα ARISTARCHUS, η μάθηση εξελίσσεται ως διερευνητική διαδικασία. Μέσω αυτής της διερευνητικής διαδικασίας, ο επιδαπέδιος χάρτης του Μοντέλου Ηλιακού Συστήματος γίνεται μια σκηνή όπου τα ανθρώπινα σώματα και τα ουράνια σώματα αλληλεπιδρούν και μεταμορφώνονται το ένα στο άλλο. Αυτό ακολουθεί μια "ενεργητική προσέγγιση" όπου "η μάθηση κινείται με νέους τρόπους" (Abrahamson and Sánchez-García, 2016).



Ο γαλλικός επιδαπέδιος χάρτης Μοντέλου Ηλιακού Συστήματος με διαστάσεις 3,4*6 τετραγωνικών μέτρων.

Βεβαιωνόμαστε ότι οι ακολουθίες που προτείνονται στο πλαίσιο του προγράμματος είναι όσο το δυνατόν πιο προσιτές για να ενθαρρύνουμε την ένταξη όλων των μαθητών. Αυτή η προσβασιμότητα επιτυγχάνεται μέσω του προτεινόμενου μέσου δραστηριότητας (Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος) αλλά και μέσω των πόρων που παρέχονται στους εκπαιδευτικούς για να



συμπληρώσουν τις συναντήσεις. Το πλανητικό μέσο παρέχει στους μαθητές μια ποικιλία μέσων δράσης και έκφρασης (προφορικά και γραπτά, καθώς και σωματικά και κινητικά). Η άτυπη φύση του και η ικανότητά του να παρέχει εξωτερική επικύρωση μπορεί επίσης να αποτελέσει πραγματικό μοχλό για την εμπλοκή των μαθητών στις προτεινόμενες εργασίες. Επιπλέον, τα φύλλα συνάντησης αναδεικνύουν μια σειρά από στοιχεία που οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να προσαρμοστούν στις ανάγκες των μαθητών τους, όπως ο κατάλογος των προαπαιτούμενων, τα εμπόδια που ενυπάρχουν στη συνάντηση και οι πιθανές επεκτάσεις.

Αναφορές:

Abrahamson, D. and Sánchez-García, R. (2016). Learning is moving in new ways: The ecological dynamics of mathematics education. *Journal of the Learning Sciences*, 25(2):203–239.

Salimpour, S., Bartlett, S., Fitzgerald, M. T., McKinnon, D. H., Cutts, K. R., James, C. R., Miller, S., Danaia, L., Hollow, R. P., Cabezon, S., et al. (2021). The gateway science: A review of astronomy in the oecd school curricula, including china and south africa. *Research in Science Education*, 51:975–996.



Ιστορία του Μοντέλου Ηλιακού Συστήματος

Τα πλανητάρια - μια θολωτή προβολή του ουρανού - χρησιμοποιούνται συχνά για να παρουσιάσουν την κίνηση των πλανητών γύρω από τον Ήλιο (Brazell and Espinoza, 2009-Plummer et al., 2015). Τα orreries, μηχανικά μοντέλα του ηλιακού συστήματος, είναι κατάλληλες εναλλακτικές λύσεις. Ένα μηχανικό orrery αναπαριστά τους πλανήτες ως οπτικές τρισδιάστατες σφαίρες και αναπαράγει τις κινήσεις τους μέσω ενός συνόλου μηχανικών συσκευών. Ένα Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος (Human Orrery (HO)), είναι μια επίπεδη υλική αναπαράσταση, ένας χωροχρονικός χάρτης, των κινήσεων ορισμένων σωμάτων του Ηλιακού Συστήματος γύρω από τον Ήλιο μέσω σειράς δίσκων που βρίσκονται στις αντίστοιχες θέσεις τους σε διαφορετικές χρονικές στιγμές μέσα σε μια ενιαία στατική εικόνα (μια χρονοφωτογραφία).

Σχεδιάζονται πάντα στο ηλιοκεντρικό σύστημα (με τον Ήλιο να βρίσκεται σε ηρεμία, σημείο αναφοράς της κίνησης των άλλων αντικειμένων), και σχηματίζουν με ακρίβεια ελλειπτικές τροχιές σύμφωνα με τους νόμους του Κέπλερ. Η απόσταση μεταξύ της Γης και του Ήλιου είναι συνήθως ένα μέτρο, επιτρέποντας στους συμμετέχοντες να παίξουν το ρόλο των πλανητών που κινούνται γύρω από τον Ήλιο. Επιτρέπει έτσι μια διεπιστημονική προσέγγιση, συνδυάζοντας, γνώσεις αστρονομίας, κινηματικής, γεωμετρίας και ανάλυσης.

Το πρώτο Orrery που δημιουργήθηκε σε ανθρώπινη κλίμακα έγινε στην Ιαπωνία (Dyonic Astropark) και στη συνέχεια στο Αστεροσκοπείο Armagh (Asher et al., 2007). Η ιαπωνική συσκευή χρησιμοποιεί κυκλικές τροχιές, ενώ το Armagh Orrery είναι μια πολύ ακριβής αναπαράσταση των ελλειπτικών τροχιών που περιλαμβάνει πλανήτες μέχρι τον Κρόνο και δύο κομήτες. Από το 2015, η ένωση [F-HOU](#) έχει αναπτύξει ένα μεγάλο δίκτυο Human Orreries στη Γαλλία και στην Ευρώπη. Έχουν δημιουργηθεί διαφορετικές ακολουθίες διδασκαλίας και έχουν αναλυθεί σε διάφορες ερευνητικές εργασίες από την ερευνητική ομάδα ESMEA LDAR-CY.

Το πρόγραμμα ARISTARCHUS συνέχισε αυτή την προσπάθεια έρευνας και διάδοσης ([Δείτε τον χάρτη στο διαδίκτυο](#) και μια περιγραφή και φωτογραφίες όλων των Orreries ανά τον κόσμο [εδώ](#)).

- **Αναφορές:**

Asher, D., Bailey, M., Christou, A., and Popescu, M. (2007). The human orrery: A new educational tool for astronomy. *Astronomy Education Review*, 5(2):159–176.

Brazell, B. D. and Espinoza, S. (2009). Meta-analysis of planetarium efficacy research. *Astronomy education review*, 8(1).

Plummer, J. D., Schmoll, S., Yu, K. C., and Ghent, C. (2015). A guide to conducting educational research in the planetarium. *Planetarian*, 44(2):8–24.

- **Αναφορές ESMEA:**

Abboud, M., & Rollinde, E. (2021). Les Mathématiques du Système Solaire en plein air. Le planétaire humain au collège. *Repères IREM*, (124), 37-62.

Rollinde, E. (2017). Learning science through enacted astronomy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(2):237–252.



Rollinde, E. (2019). Enacting planets to understand occultation phenomena. arXiv preprint arXiv:1910.09403.

Rollinde, E., Decamp, N., & Derniaux, C. (2021). Should frames of reference be enacted in astronomy instruction?. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), 013105.

Rollinde, E. and Maisch, C. (2023). Les orbites planétaires sont-elles circulaires? *Grand N, Revue de mathématiques, de sciences et technologie pour les maîtres de l'enseignement primaire*, (111):5–39.

Rollinde, E., Nechache, A., and Abboud, M. (2022). Etude du travail géométrique autour des ellipses avec le planétaire humain. Septième symposium d'Etude sur le Travail Mathématique-ETM7-Strasbourg.

- Αναφορές ARISTARCHUS:

Loch, M., Ubben, M., & Rollinde, E. (2023). Embodied Cognition and Minds in Orbit. Conference *Sciences in the flesh, embodiment in science education*. [Poster online](#)

LOCH, M. A., UBBEN, M. S., & ROLLINDE, E. Walk of the Planets. Students Concepts of the Solar System. [Online document](#)

Karampelas, K., Pyrini, A., Sarrigeorgiou, G., Tsolakidis, K., Rollinde, E., Ubben, M., ... & Pantela, N. (2024). ARISTARCHUS—ARTISTIC REALITY IN SCHOOL EDUCATION: ENACTED, REFLECTIVE AND COLLABORATIVE LEARNING WITH THE HUMAN ORRERY SPACE. *ICICTE Conference 2024*. [Version online](#)



Ο σχεδιασμός του Μοντέλου Ηλιακού Συστήματος

Εδώ θα βρείτε τις κύριες συμβάσεις που χρησιμοποιούνται σε όλα τα Ανθρώπινα Πλανητάρια:

1. Η κλίμακα μήκους έχει επιλεγεί να είναι ένα μέτρο μιας Αστρονομικής Μονάδας (AU) για ένα Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος, για να διευκολυνθούν οι μετατροπές.
2. Στις περισσότερες ανθρώπινες πύλες εκπροσωπούνται διάφορες κατηγορίες αντικειμένων του ηλιακού συστήματος: (νάνοι) πλανήτες, κομήτες και αστεροειδείς.
 - Πλανήτες. Όταν ένα Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος είναι εγκατεστημένο σε ένα μεγάλο χώρο, μπορούν να εμφανιστούν σχεδόν όλοι οι πλανήτες. Το μεγαλύτερο, σε ένα γαλλικό γυμνάσιο, περιλαμβάνει πλανήτες μέχρι τον Κρόνο και σύντομα θα συμπεριλάβει την τροχιά του Ουρανού, σε απόσταση περίπου 10 AU από τον Ήλιο. Τα τυπωμένα orreries είναι πιθανό να εμφανίζουν μόνο τις τροχιές των εσωτερικών πλανητών (Ερμής, Αφροδίτη, Γη και Άρης, μέχρι 1,6 AU από τον Ήλιο).
 - Κομήτες. Οι τροχιές ενός (σε μουσαμά) ή δύο κομητών (σε μια αυλή) αναπαρίστανται συνήθως: ο κομήτης Encke, του οποίου η τροχιά εκτείνεται μέχρι 4 AU στο άφελός του (θέση που απέχει περισσότερο από τον Ήλιο) και ο Churyumov-Gersamienko που φτάνει μέχρι την τροχιά του Δία (σε απόσταση 5,7 AU από τον Ήλιο).
 - Αστεροειδείς και νάνοι πλανήτες. Η κύρια ζώνη αστεροειδών είναι μια περιοχή σε σχήμα τόρου (με ακτίνα 2-3 AU από τον Ήλιο), μεταξύ του Άρη και του Δία, που περιέχει πολλά στερεά σώματα ακανόνιστου σχήματος που ονομάζονται αστεροειδείς ή μικροί πλανήτες, πολύ μικρότεροι από τους πλανήτες. Στο Orrery, αναπαρίστανται ως ένας διασπασμένος γκρίζος δακτύλιος μαζί με την τροχιά του νάνου πλανήτη Δήμητρα (αν το μέγεθος του μουσαμά είναι αρκετά μεγάλο).
3. Κάθε τροχιά αναπαρίστανται από μια σειρά δίσκων ενός χρώματος ο καθένας με σχετικούς αριθμούς. Η διάρκεια από μια θέση με αριθμό i έως τη θέση με αριθμό $i+1$ είναι σταθερή για όλες τις τροχιές (ονομάζεται χρονικό βήμα, Δt). Σε ορισμένες περιπτώσεις, η αριθμητική σειρά πηγαίνει από το τρία στο τρία (Encke) ή εναλλάσσεται σε δύο περιόδους (Ερμής). Αυτό εξετάζεται περαιτέρω παρακάτω.
4. Οι δίσκοι που σχετίζονται με τη θέση των αντικειμένων σε μια συγκεκριμένη "αρχική ημερομηνία" είναι ελαφρώς μεγαλύτεροι και -στην περίπτωση ενός τυπωμένου μουσαμά- αναπαριστούν την εικόνα των πλανητών ή του κομήτη. Οι δίσκοι που σχετίζονται με τον Ήλιο είναι επίσης ελαφρώς μεγαλύτεροι. Για να αποσαφηνιστεί το γεγονός ότι τα μεγέθη δεν είναι σε κλίμακα, όλοι οι δίσκοι που αναπαριστούν ένα αντικείμενο έχουν το ίδιο μέγεθος.

Κάθε μαθητής ταξιδεύει κατά μήκος μιας συγκεκριμένης τροχιάς με ρυθμό που καθορίζεται από κάποιο άλλο άτομο (συνήθως τον εκπαιδευτή), ο οποίος χτυπάει τα χέρια του. Ανάμεσα σε δύο παλαμάκια, όλοι οι πλανήτες κινούνται, ταυτόχρονα, από τον ένα αριθμό στον άλλο, ενώ ο Ήλιος παραμένει σε ηρεμία (στο ηλιοκεντρικό σύστημα).

Ένα πρόδρομο επιστημονικό μοντέλο του ηλιακού συστήματος

Οι γνώσεις που λαμβάνονται υπόψη για το σχεδιασμό του Μοντέλου Ηλιακού Συστήματος προσαρμόζονται στη διδασκαλία και τη μάθηση στις εξεταζόμενες τάξεις (δημοτικά και γυμνάσια). Οι διαφορές με το επιστημονικό μοντέλο δεν θα δημιουργήσουν παρανοήσεις, εφόσον είναι σαφείς και γνωστές από τον εκπαιδευτικό και τον μαθητή. Ένα τέτοιο μοντέλο ονομάζεται πρόδρομο διδακτικό μοντέλο του ηλιακού συστήματος. Στη συνέχεια, ονομάζεται εν συντομία "μοντέλο Orrery".

Λαμβάνοντας υπόψη μόνο τη Νευτώνεια δυναμική του Ηλιακού Συστήματος, τα αντικείμενα αλληλεπιδρούν μέσω των βαρυτικών δυνάμεων ενός συστήματος N σωμάτων, με N μεγαλύτερο από 3. Ως εκ τούτου, η ακριβής τροχιά τους δεν μπορεί να υπολογιστεί αναλυτικά. Ο χάρτης του Orrery κατασκευάζεται μέσω ενός προγράμματος που υλοποιήθηκε από τον F. Recher (IREM de Lille), το οποίο λαμβάνει τις πραγματικές θέσεις οποιουδήποτε αντικείμενου σε οποιαδήποτε ημερομηνία μέσω της ιστοσελίδας του IMCCE. Ως εκ τούτου, η θέση αυτή αντιπροσωπεύει τις αλληλεπιδράσεις N -σωμάτων σε έναν τρισδιάστατο χώρο.

1. Εφόσον το Orrery είναι τυπωμένο, πρέπει να είναι μια δισδιάστατη αναπαράσταση, ακόμη και αν οι τροχιές του Ηλιακού Συστήματος δεν είναι συνεπίπεδες. Ως εκ τούτου, όλες οι τρισδιάστατες θέσεις προβάλλονται στο τροχιακό επίπεδο της Γης γύρω από τον Ήλιο, που ονομάζεται εκλειπτικό επίπεδο. Σημειώνουμε ότι οι προβλέψεις ευθυγράμμισης δύο πλανητών με τον Ήλιο (διέλευση του εσωτερικού μπροστά από τον εξωτερικό) είναι τότε πιο συχνές (βλ. Rollinde, 2019, για λεπτομέρειες).
2. Η διακριτή εμφάνιση της τροχιάς στη χρονοφωτογραφία (με ένα σύνολο από δίσκους αντί για μια συνεχή γραμμή) δεν πρέπει να δημιουργεί μια χορογραφία "stop-and-walk" από τους μαθητές. Πρέπει να συνεχίσουν να κινούν τα πόδια τους στο διάστημα μεταξύ δύο παλαμάκια, καθώς τα ουράνια αντικείμενα κινούνται πάντα.
3. Επανερχόμαστε τώρα στην επιλογή του χρονικού βήματος (Δt). Συνήθως προτείνονται δύο επιλογές.
 - $\Delta t = 1/24$ του γήινου έτους (ή περίπου 15 γήινες ημέρες). Αυτό επιτρέπει στη Γη να επιστρέψει ακριβώς στο σημείο 0 μετά από μία περιστροφή. Το χρονικό βήμα δεν θα αναγραφεί στο Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος, καθώς μπορεί να προκύψει χάρη στην κίνηση της Γης κατά μήκος της τροχιάς της. Σημειώστε ότι η διάρκεια του τελευταίου βήματος που φτάνει στο δίσκο 0 δεν είναι ίση με το Δt για τους άλλους πλανήτες αφού η περίοδός τους δεν είναι ακριβές πολλαπλάσιο του Δt . Ωστόσο, αποδεικνύεται ότι η διάρκεια αυτού του τελευταίου βήματος δεν διαφέρει τόσο πολύ από τα υπόλοιπα, γεγονός που καθιστά δυνατή την ομαλή πορεία σε όλο το μήκος της τροχιάς.
 - $\Delta t = 16$ γήινες ημέρες. Στην περίπτωση αυτή, υπάρχουν 23 δίσκοι κατά μήκος της τροχιάς της Γης και το χρονικό βήμα υποδεικνύεται στο Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος. Η διάρκεια που αντιστοιχεί σε μία τροχιακή περίοδο κατά μήκος της τροχιάς της Γης στο Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος θα είναι τώρα 368 ημέρες. Επομένως, το τελευταίο βήμα στην τροχιά της Γης έχει διάρκεια που είναι περίπου 13 γήινες ημέρες.
 - Η περίπτωση του Ερμή είναι ιδιαίτερη. Η τροχιακή του περίοδος είναι περίπου 88 ημέρες. Με την επιλογή $\Delta t = 16$ ημέρες, μια τροχιακή περίοδος αντιστοιχεί σε 5,5 βήματα. Ως εκ τούτου, προστίθεται μια δεύτερη σειρά δίσκων για να γίνουν 11 βήματα πριν από την επίτευξη της θέσης 0. Οι δύο σειρές

εναλλάσσονται κατά μήκος της τροχιάς. Με την επιλογή $\Delta t = 1/24$ του έτους, 88 ημέρες αντιστοιχούν σε 5,78 βήματα, οπότε το τελευταίο βήμα δεν διαφέρει τόσο πολύ από τα άλλα και σχεδιάζεται μόνο μία τροχιακή περίοδος.

- Οι κομήτες κινούνται πολύ πιο αργά καθώς βρίσκονται πολύ μακριά από τον Ήλιο (aphelie) και πολύ πιο κοντά στον Ήλιο (perihelie). Για να αποφευχθεί το ενδεχόμενο οι δίσκοι να είναι πολύ κοντά ο ένας στον άλλο στο aphelie, σχεδιάζονται μόνο ένας δίσκος πάνω από τρεις (πράσινοι δίσκοι). Ως εκ τούτου, πρέπει να κάνει κανείς τρία βήματα για να πάει από το ένα σημείο στο άλλο.

4. Τέλος, οι τροχιές του Ηλιακού Συστήματος δεν είναι σταθερές και μεταβάλλονται σε μεγάλο χρονικό διάστημα, περίπου 10.000 χρόνια για την τροχιά του Ερμή και 400.000 χρόνια για την τροχιά της Γης. Οι τροχιές κάθε αντικειμένου στο Orrery μπορούν λοιπόν να θεωρηθούν σταθερές για το χρονικό διάστημα που θα εξεταστεί στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, συνήθως δεκάδες περιόδους τροχιάς το πολύ.

Αναφορές

Rollinde, E. (2019). Enacting planets to understand occultation phenomena. arXiv preprint arXiv:1910.09403.

Weil-Barais, A. (2022). *What is a precursor model?* In *Precursor models for teaching and learning science during early childhood*, pages 11–32. Springer.

Η θεωρία της Διερεύνησης

Σύμφωνα με τη θεωρία της διερεύνησης που εισήγαγε ο J. Dewey (Barrow, 2006; Thievenaz, 2019). "Τα ανθρώπινα όντα αναπτύσσονται και εξελίσσονται με την αποκατάσταση των συναλλαγών με το περιβάλλον τους, προκειμένου να παραμείνουν σε συνέχεια με αυτό. Όταν επέρχεται μια διακοπή και η ισορροπία της δραστηριότητας διαταράσσεται ή διαταράσσεται, το υποκείμενο επιδιώκει σε ευφυή συμπεριφορά με στόχο την ανάκτηση της συνέχειας στην πορεία της δραστηριότητάς του". Για να νιώσουν μια τέτοια αμηχανία απαιτείται οι μαθητές να έχουν έναν στόχο που πρέπει να επιτύχουν ή μια ενέργεια που πρέπει να εκτελέσουν.

Στο Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος, οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να κινούνται πάνω στον επιδαπέδιο χάρτη (μουσαμά) σαν να ήταν πλανήτες. Αυτή η δράση απαιτεί την κατανόηση των σημείων (discs, κλίμακες...) και τη σύνδεσή τους με κινητικές δράσεις, η οποία "παράγει νέες μορφές γνώσης κατά τη διαδικασία". Περιμένουμε από τους μαθητές να ακολουθήσουν το μοτίβο διερεύνησης για κάθε σημάδι: 1) η απροσδιόριστη κατάσταση- η αμφιβολία- 2) η δημιουργία του προβλήματος- 3) ο προσδιορισμός της λύσης του προβλήματος- 4) ο συλλογισμός- 5) ο λειτουργικός χαρακτήρας των γεγονότων-σημείων.

Αυτό το μοτίβο απαιτεί από τους μαθητές να παρατηρούν, "το οποίο περιλαμβάνει την εκπαίδευση όλων των αισθήσεων και την άμεση επαφή με τα πράγματα, είναι μια συγκεκριμένη και προσιτή φάση" (Zask, 2017). Μπορούν να διακριθούν διαφορετικά είδη παρατηρήσεων:

- αυθόρμητη παρατήρηση (εντοπισμός της αιτίας του προβλήματος - υλικό ή γνωστικό εμπόδιο - προκειμένου να ξεπεραστεί)
- αναστοχαστική παρατήρηση: αναζήτηση τρόπου μετασχηματισμού της κατάστασης που πραγματικά υπάρχει, δημιουργία νέων εργαλείων
- παρατήρηση με σκοπό τη συλλογή δεδομένων, με γνώμονα τις υποθέσεις μας
- παρατήρηση για τον έλεγχο μιας υπόθεσης ή μιας ιδέας,
- Άμεση παρατήρηση ή παρατήρηση με χρήση οργάνων
- Παρατήρηση "στη δύναμη του 2", δηλαδή των συνεπειών των αρχικών παρατηρήσεων από την άποψη συγκεκριμένων αποτελεσμάτων, τοποθετημένων πρακτικών ή υπαρξιακά αισθητών αποτελεσμάτων.

Εν ολίγοις, "οι μαθητές μαθαίνουν να παρατηρούν με σκοπό (1) να ανακαλύπτουν τη φύση των αμηχανιών με τις οποίες έρχονται αντιμέτωποι, (2) να εξάγουν υποθετικές εξηγήσεις για τα ακατανόητα πράγματα που αποκαλύπτουν οι παρατηρήσεις τους και (3) να δοκιμάζουν τις ιδέες που προτείνονται με αυτόν τον τρόπο. Εν ολίγοις, η παρατήρηση αποκτά επιστημονικό χαρακτήρα".

Στο πλαίσιο του Μοντέλου Ηλιακού Συστήματος υποθέτουμε ότι η έρευνα αυτή περιλαμβάνει αντιληπτική-κινητική δραστηριότητα εκ μέρους των μαθητών στον τάπητα- υποθέτουμε ότι οι παρατηρήσεις αυτές βασίζονται στη συμμετοχή του σώματος του μαθητή, μέσω της διαπλοκής κινήσεων, χειρονομιών και λόγου (Lapaire, 2022).

Αναφορές

Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: From dewey to standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3):265–278.



ARISTARCHUS

Lapaire, J.-R. (2022). *Le "corps apprenant": une notion centrale en mal d'inclusion*. In (eds.) Charbonneau, C., Duval, H., *Le corps dans l'enseignement-apprentissage*. Québec: Presses de l'Université Laval.

Thievenaz, J. (2019). La théorie de l'enquête de John Dewey: actualité en sciences de l'éducation et de la formation. *Recherche et formation*, (92):9–17.

Zask, J. (2017). S'entraîner à observer. *Questions Vives. Recherches en éducation*, (27).



Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος, από έναν μουςαμά σε μια σκηνή

Η συνάντηση με το Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος θεωρείται ως μια ευνοϊκή κατάσταση για παρατήρηση και έρευνα. Υποθέτουμε ότι λειτουργεί ως ένας "μικτός χώρος" (Fauconnier, 2008), που ενσωματώνει τουλάχιστον 3 χώρους:

- ο φυσικός χώρος που επιλέγεται για τη δημιουργία και την εκτέλεση των δραστηριοτήτων (π.χ. μια αυλή, μια παιδική χαρά, μια αίθουσα διδασκαλίας),
- τον νοηματοδοτούμενο και πολιτισμικό χώρο του ηλιακού συστήματος (αποτυπωμένο στο έδαφος, τυπωμένο σε μουςαμά ή σε φύλλο Α3),
- και τον κοινωνικό χώρο της τάξης (όπου η μάθηση είναι θεσμικά οργανωμένη).

Οι εκπαιδευόμενοι βιώνουν αυτούς τους 3 χώρους από κοινού και ταυτόχρονα. Οι συμμετέχοντες στέκονται, πατούν και κινούνται μέσα στο άμεσο περιβάλλον τους - το οποίο αναγνωρίζουν σαφώς ως τον εγγύς φυσικό χώρο. Καθώς το κάνουν αυτό, αναπαριστούν μακρινά ουράνια αντικείμενα, θέσεις και κινήσεις που κανονικά ανήκουν στον Εξωτερικό Χώρο.

Αυτός ο δεύτερος χώρος είναι τόσο πραγματικός -υπάρχει ως γεγονός- όσο και φανταστικός: η κινητική του υλοποίηση είναι προϊόν της φαντασίας. Οι συμμετέχοντες εμφανίζονται επίσης να ανταποκρίνονται στις προτροπές του εκπαιδευτή και να συμμετέχουν σε δραστηριότητες, αναγνωρίζοντας έτσι την ιδιότητα του Μοντέλου Ηλιακού Συστήματος ως χώρου διδασκαλίας και μάθησης.

Και οι 3 χώροι -φυσικός, αστρονομικός, εκπαιδευτικός- συγχωνεύονται σαφώς σε έναν βιωματικό χώρο: τον μικτό χώρο Μοντέλου Ηλιακού Συστήματος, με το δικό του σύνολο σημειωτικών κανόνων, ιδιοτήτων κίνησης και γνωστικής λειτουργίας. Ό,τι ισχύει για τον χώρο ισχύει και για το σώμα. Οι συμμετέχοντες αντιδρούν σωματικά και κοινωνικά στη συν-παρουσία των άλλων ανθρώπινων σωμάτων. Βλέπουν επίσης να αναπαριστούν συμβολικά ουράνια σώματα, ως μέρος της κινητικής μυθοπλασίας του Μοντέλου Ηλιακού Συστήματος. Και συμμορφούμενοι με τη φυσική καθοδήγηση που δίνει ο εκπαιδευτής και συμμετέχοντας στις εργασίες συλλογισμού, οι συμμετέχοντες αισθάνονται, κινούνται και γνωρίζουν τα σώματα, συμπεριφέρονται εμφανώς ως "σώματα μάθησης" (Lapaire, 2022). Έτσι, όπως ακριβώς έχουμε 3 ολοκληρωμένους χώρους, έχουμε 3 ολοκληρωμένα σώματα, που αναμειγνύονται σε ένα: το αναμειγμένο σώμα μάθησης Μοντέλου Ηλιακού Συστήματος, με τους δικούς του κώδικες συμπεριφοράς, πρότυπα κίνησης και αντανακλαστική δραστηριότητα.

Αναφορές

Fauconnier, G. and Turner, M. (2008). *The way we think: Conceptual blending and the mind's hidden complexities*. Basic books.

Lapaire, J.-R. (2022). *Le "corps apprenant": une notion centrale en mal d'inclusion*. In (eds.) Charbonneau, C., Duval, H., *Le corps dans l'enseignement-apprentissage*. Québec: Presses de l'Université Laval.

Μια ενεργητική προσέγγιση

Περπατώντας στο Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος, ο μαθητής ενεργεί για να αντιληφθεί, προσπαθεί να κάνει συνδέσεις μεταξύ των κινήσεων του και αυτών που του επιτρέπουν να αντιληφθεί και στη συνέχεια να κατανοήσει. Οι αισθητηριακές εμπειρίες και οι επιστημονικές έννοιες μπορούν στη συνέχεια να επανασυνδεθούν, ιδίως μέσω της "προσεκτικής προσοχής στην αντίληψη" (Wilson, 2002- Glenberg et al., 2013). Αυτή η προσέγγιση μπορεί να χαρακτηριστεί ως ενεργητική (Varela et al., 1991), επειδή ο μαθητής, από τη δική του σκοπιά, δεν έρχεται αντιμέτωπος με ένα περιβάλλον πλούσιο σε πληροφορίες, αλλά θα αναδείξει νοήματα που εξαρτώνται από τις ενέργειές του.

Η θεωρία της δράσης αναγνωρίζει το ρόλο της αντίληψης και της δράσης στη θεμελίωση της αφηρημένης γνώσης και θολώνει τον παραδοσιακό διαχωρισμό μεταξύ των αισθητικοκινητικών διεργασιών και της αφηρημένης σκέψης. Συνήθως, η υπόθεση εργασίας είναι ότι με την εμπλοκή του σώματος του μαθητή στη φυσική πράξη (ενσώματη μάθηση), οι αφηρημένες ή απομακρυσμένες έννοιες αναδιαμορφώνονται ως "απτές" και κοντινές. Αυτό καθιστά τις τελευταίες πιο προσιτές και διευκολύνει την ανάδυση εκλεπτυσμένων δομών γνώσης (Johnson-Glenberg & Megowan, 2017- Skulmowski & Rey, 2018- Abrahamson et al., 2020).

Η ενσώματη μάθηση γενικότερα είναι ένα σχετικά νέο πεδίο έρευνας και αρκετά ευρήματα υποστηρίζουν την υπόθεση της χρήσης των κινήσεων και της ενσάρκωσης για να εδραιωθεί η μάθηση σε ένα βαθύτερο γνωστικό επίπεδο (Glenberg, 2010) και έτσι να γίνουν πιο αφηρημένες έννοιες διαισθητικά προσιτές σε άτομα με διαφορετικό υπόβαθρο.

Επιστρέφοντας στο Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος, ένας νεαρός μαθητής - όχι πολύ ψηλός, περιτριγυρισμένος από άλλους μαθητές, κοιτάζοντας το Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος όχι από "τον ουρανό" αλλά στο επίπεδο των ματιών - αντιλαμβάνεται ορισμένα χαρακτηριστικά των πλανητών και των κινήσεων των άλλων μαθητών. Επιπλέον, αυτή η προοπτική θα αποκαλύψει το νόημα που αποδίδει αυτός ο μαθητής σε αυτά τα χαρακτηριστικά. Μια τέτοια προσέγγιση θα επέτρεπε να θεωρηθεί το Μοντέλο Ηλιακού Συστήματος ως ένας χώρος ενθαρρυνόμενων ενεργειών που ο μαθητής κατασκευάζει σταδιακά για τον εαυτό του με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού και των άλλων μαθητών, τον οποίο εξερευνά προκειμένου να αναδείξει σταδιακά έναν κόσμο νοημάτων.

Αναφορές

Abrahamson, D., Nathan, M. J., Williams-Pierce, C., Walkington, C., Ottmar, E. R., Soto, H., and Alibali, M. W. (2020). The future of embodied design for mathematics teaching and learning. In *Frontiers in Education*, volume 5, page 147. Frontiers Media SA.

Glenberg, A. M., Witt, J. K., and Metcalfe, J. (2013). From the revolution to embodiment: 25 years of cognitive psychology. *Perspectives on psychological science*, 8(5):573–585

Glenberg, A. M. (2010). *Embodiment as a unifying perspective for psychology*. Wiley interdisciplinary reviews: Cognitive science, 1(4):586–596.

Johnson-Glenberg, M. C. and Megowan-Romanowicz, C. (2017). Embodied science and mixed reality: How gesture and motion capture affect physics education. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(1):24.



ARISTARCHUS

www.website.org

Skulmowski, A. and Rey, G. D. (2018). Embodied learning: introducing a taxonomy based on bodily engagement and task integration. *Cognitive research: principles and implications*, 3(1):6.

Varela, F. J., Thompson, E., and Rosch, E. (1991). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. MIT press.

Wilson, M. (2002). *Psychonomic bulletin & review*. Six views of embodied cognition, 9:625–636.