

Αναδυόμενες Τεχνολογίες και Ψηφιακά Εργαλεία Βασισμένα στην Κατασκευαστική Θεωρία μάθησης

Χρόνης Κυνηγός¹, Μαριάνθη Γριζιώτη², Μαρία-Στέλλα Νικολάου³, Χριστίνα Γκρέκα⁴, Μυρτώ Καραβάκου⁵, Κάτια Σχίζα⁶, Χαρίκλεια Κορομπλή⁷
kynigos@eds.uoa.gr¹, margrizioti@gmail.com², msnikolaou@eds.uoa.gr³,
xristgreka@eds.uoa.gr⁴, karavak@eds.uoa.gr⁵, katiaschiza@eds.uoa.gr⁶,
harthekor@gmail.com⁷

¹Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Φιλοσοφική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

²Επίκουρη Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Φιλοσοφική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

^{4, 5}Μεταδιδακτορική ερευνήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Φιλοσοφική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

^{3, 6, 7}Υποψήφια Διδάκτωρ, Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Φιλοσοφική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Το εργαστήριο αυτό παρουσιάζει την εξέλιξη τριών συγγραφικών εκπαιδευτικών εργαλείων ανοικτού κώδικα (MaLT2, SorBET και ChoiCo), μέσω της ενσωμάτωσης τεχνολογιών όπως η αναγνώριση χειρονομιών, η επαυξημένη πραγματικότητα, η τρισδιάστατη εκτύπωση, ο φωνητικός έλεγχος και ο γεωεντοπισμός. Οι επεκτάσεις αυτές ενισχύουν την ενσώματη συνεργατική και βιωματική μάθηση, διευρύνοντας τις δυνατότητες των εργαλείων και το παιδαγωγικό τους αποτύπωμα στο πεδίο του ψηφιακού εποικοδομισμού. Κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου, οι συμμετέχοντες θα εμπλακούν σε βιωματικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τη δημιουργία και τροποποίηση ενσώματων ψηφιακών παιχνιδιών κατηγοριοποίησης, γεωεντοπισμού και ψηφιακών μοντέλων. Θα εξερευνήσουν παιδαγωγικές προσεγγίσεις που υποστηρίζουν τη συνεργατική μάθηση, τη δημιουργικότητα και την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Σκοπός του εργαστηρίου είναι όχι μόνο η γνωριμία με τις τεχνολογικές δυνατότητες των εργαλείων, αλλά και η από κοινού αναστοχαστική συζήτηση για τις διδακτικές και ερευνητικές προεκτάσεις τους στην εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: MaLT2, ChoiCo, SorBET, Αναδυόμενες Τεχνολογίες, Ενσώματη Μάθηση

Εισαγωγή

Το συγκεκριμένο εργαστήριο παρουσιάζει την εξέλιξη τριών υφιστάμενων εκπαιδευτικών τεχνολογιών ανοικτού κώδικα: MaLT2, SorBET και ChoiCo, μέσω της ενσωμάτωσης αναδυόμενων τεχνολογιών, όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση, λειτουργίες μικτής πραγματικότητας (MR), αναγνώριση κίνησης & ομιλίας, καθώς και API γεωεντοπισμού, αντίστοιχα. Και τα τρία εργαλεία είναι βασισμένα στην κατασκευαστική θεωρία μάθησης (Papert, 1980), προσφέροντας στους μαθητές την ευκαιρία να δημιουργήσουν, να σχεδιάσουν και να χειριστούν ψηφιακό περιεχόμενο, όπως ψηφιακά μοντέλα και παιχνίδια, υποστηρίζοντας την διερευνητική μάθηση μέσω της δημιουργικής έκφρασης.

Με βάση σύγχρονες προσεγγίσεις στην εκπαιδευτική έρευνα (Shvarts et. al, 2021), οι οποίες τονίζουν τη σημασία της ενσώματης εμπειρίας για την ουσιαστική μάθηση, οι επεκτάσεις των εργαλείων αποσκοπούν στην ενσωμάτωση νέων μορφών αλληλεπίδρασης με τις μαθησιακές έννοιες. Οι νέες αυτές μορφές βασίζονται στη στενή σύνδεση της μαθησιακής διαδικασίας με την ενσώματη εμπειρία των παιδιών στον φυσικό χώρο. Επεκτείνοντας τις δυνατότητες των

εργαλείων αυτών, επιδιώκουμε την προώθηση καινοτόμων τρόπων αλληλεπίδρασης μέσω πολυτροπικών και παιγνιωδών εμπειριών, όπως η αφή, η κίνηση και οι σωματικές δράσεις, σε συνθήκες όπου το σώμα και ο νους συμμετέχουν ενεργά και αδιάσπαστα στη μαθησιακή διαδικασία (de Freitas & Sinclair, 2014· Radford, 2009).

Το MaLT2 (MachineLab Turtleworlds 2) είναι ένα ανοικτού κώδικα, διαδικτυακό εργαλείο που υποστηρίζει τη μαθηματική εξερεύνηση μέσω του προγραμματισμού και της συμβολικής αναπαράστασης τρισδιάστατων μοντέλων (Grizioti & Kynigos, 2018· Karavakou & Kynigos, 2025· Kynigos & Schiza, 2025· Korompli, 2025). Ενοποιεί πολυτροπικές αναπαραστάσεις, συμβολικές (κώδικας σε γλώσσα Logo) και εικονικές (γραφικά αντικείμενα) και επιτρέπει το δυναμικό χειρισμό των παραμέτρων μιας εκτελεσμένης διαδικασίας, διασυνδέοντας λειτουργικότητες που αλληλεπιδρούν δυναμικά (Grizioti & Kynigos, 2018· Gkreka & Kynigos, 2025). Αρχικά σχεδιασμένο για χρήση σε οθόνη, το MaLT2 έχει πλέον επεκταθεί με δύο σημαντικές λειτουργίες που ενσωματώνουν υλικές, πρακτικές και πολυτροπικές αλληλεπιδράσεις. Πρώτον, υποστηρίζει την εξαγωγή των τρισδιάστατων μοντέλων σε εκτυπώσιμες μορφές από 3D εκτυπωτή, επιτρέποντας στους μαθητές να κατασκευάζουν φυσικά αντικείμενα, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ ψηφιακής σχεδίασης και υλικής κατασκευής. Δεύτερον, ενσωματώθηκε σύστημα αναγνώρισης χειρονομιών, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με τις μεταβλητές του μοντέλου μέσω κινήσεων των χεριών μπροστά από την κάμερα του υπολογιστή, παρατηρώντας σε πραγματικό χρόνο τις αντίστοιχες αλλαγές στο τρισδιάστατο μοντέλο. Η αλληλεπίδραση αυτή, ενισχύει την ενσώματη αλληλεπίδραση και την κιναισθητική εμπλοκή με μαθηματικές δομές, σε ευθυγράμμιση με τις αρχές της κατασκευαστικής θεωρίας μάθησης.

Το SorBET (Sorting Based on Educational Technology) είναι ένα συγγραφικό περιβάλλον παιχνιδιών ταξινόμησης, όπου οι χρήστες μπορούν να σχεδιάσουν, να τροποποιήσουν και να παίξουν παιχνίδια στα οποία αντικείμενα (σε μορφή εικόνας ή κειμένου) πέφτουν από την κορυφή της οθόνης και πρέπει να τοποθετηθούν στις σωστές κατηγορίες (Grizioti & Kynigos, 2024). Οι πρόσφατες επεκτάσεις του εργαλείου ενισχύουν την ενσώματη και συνεργατική διάσταση της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον σε κατάσταση παιχνιδιού. Πλέον, το SorBET υποστηρίζει αναγνώριση χειρονομιών μέσω κάμερας υπολογιστή, δίνοντας στους παίκτες τη δυνατότητα να κατευθύνουν τα αντικείμενα με κινήσεις των χεριών τους, χωρίς να απαιτείται φυσική επαφή με ποντίκι ή πληκτρολόγιο (Nikolaou & Kynigos, 2025). Επιπλέον, το σύστημα υποστηρίζει ταυτόχρονη αναγνώριση δύο παικτών, γεγονός που καθιστά δυνατή τη συνεργατική ή ανταγωνιστική συμμετοχή σε πραγματικό χρόνο. Η δυνατότητα αυτή ενισχύει τη συνεργασία, τον συγχρονισμό και την κοινωνική διάδραση μεταξύ των παικτών, ξεπερνώντας τους περιορισμούς της ατομικής εμπειρίας μέσω συμβατικών χειριστηρίων. Παράλληλα, έχει ενσωματωθεί φωνητική αναγνώριση για τη ρύθμιση βασικών παραμέτρων του παιχνιδιού (π.χ. ταχύτητα πτώσης), επιτρέποντας την ομαλή προσαρμογή της εμπειρίας χωρίς διακοπή της ροής του παιχνιδιού.

Το ChoiCo (Choices with Consequences) είναι ένα συγγραφικό περιβάλλον για τη δημιουργία παιχνιδιών προσομοίωσης, στα οποία οι επιλογές του παίκτη επηρεάζουν δυναμικά παραμέτρους του παιχνιδιού. Αρχικά, υποστήριζε επεξεργάσιμες βάσεις δεδομένων, προγραμματισμό με blocks και χρήση στατικών εικόνων υποβάθρου. Πλέον, έχει επεκταθεί με λειτουργίες γεωτοποθεσίας και σύνδεση με δεδομένα του φυσικού περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο μέσω Google Maps API. Οι παίκτες ως σχεδιαστές μπορούν να χρησιμοποιούν την τοποθεσία τους για να επηρεάσουν τη ροή του παιχνιδιού ή δεδομένα για τον καιρό και την κυκλοφορία. Αυτές οι επεκτάσεις ενισχύουν τη μάθηση μέσω μικτής πραγματικότητας (mixed reality), συνδέοντας το φυσικό περιβάλλον με το ψηφιακό σενάριο και δημιουργώντας αυθεντικά πλαίσια για στοχαστική εξερεύνηση.

Σύντομη Περιγραφή Δραστηριοτήτων

Το εργαστήριο θα έχει διαδραστικό χαρακτήρα με ενεργή, hands-on συμμετοχή των παρευρισκόμενων, και θα οργανωθεί σε τρία διακριτά μέρη. Κάθε μέρος θα επικεντρώνεται σε ένα διαφορετικό ψηφιακό εργαλείο, με σκοπό την εμπειρική γνωριμία με αυτό μέσα από εκπαιδευτικές δραστηριότητες βασισμένες στις αρχές της κατασκευαστικής και ενσώματης θεωρίας μάθησης, αλλά και της μάθησης μέσω του σχεδιασμού ψηφιακών παιχνιδιών (Kafai & Burke, 2015).

Στην αρχή κάθε ενότητας θα πραγματοποιείται σύντομη εισαγωγή, κατά την οποία θα παρουσιάζονται οι βασικές θεωρητικές αρχές που υποστηρίζουν τη χρήση του αντίστοιχου εργαλείου, με έμφαση σε σύγχρονες προσεγγίσεις όπως η κατασκευαστική μάθηση και η μάθηση μέσω σχεδιασμού ψηφιακών παιχνιδιών. Ακολουθούν δομημένες δραστηριότητες που οι συμμετέχοντες θα εκτελέσουν σε μικρές ομάδες, υιοθετώντας τον ρόλο των μαθητών/τριών. Οι δραστηριότητες θα παρέχονται μέσω φύλλων εργασίας και θα καθοδηγούν τους συμμετέχοντες στη διερεύνηση βασικών και προηγμένων λειτουργιών των τεχνολογιών, μέσα από τη δημιουργία πρωτότυπων ψηφιακών αντικειμένων (ψηφιακά παιχνίδια και μοντέλα).

Κάθε μέρος αποσκοπεί στην ανάδειξη των δυνατοτήτων των εργαλείων να υποστηρίξουν πολυτροπικές, παιγνιώδεις και συνεργατικές μαθησιακές εμπειρίες, στις οποίες το σώμα και ο νους συμμετέχουν ενεργά. Μετά την ολοκλήρωση των πρακτικών δραστηριοτήτων, θα ακολουθήσει συζήτηση ολομέλειας με στόχο την ανταλλαγή εμπειριών μεταξύ των συμμετεχόντων, την ανάδειξη τρόπων ενσωμάτωσης των εργαλείων στη σχολική πράξη, την εξερεύνηση των δυνατοτήτων των ψηφιακών εργαλείων για τη διερεύνηση ανοιχτών ερευνητικών ερωτημάτων στην εκπαιδευτική έρευνα αναφορικά με την πρόσθετη παιδαγωγική αξία των αναδυόμενων τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Τέλος, οι συμμετέχοντες θα κληθούν να προτείνουν ιδέες επέκτασης ή προσαρμογής των εργαλείων και να παρέχουν ανατροφοδότηση για τον επανασχεδιασμό των δραστηριοτήτων και των ίδιων των τεχνολογικών εφαρμογών.

Συζήτηση

Πρώιμα αποτελέσματα ερευνών σχεδιασμού έχουν αναδείξει ότι οι επεκτάσεις των παραπάνω εργαλείων παρέχουν πρόσθετη παιδαγωγική αξία στα πλαίσια μαθημάτων του σχολείου. Η αναγνώριση χειρονομιών, η φωνητική εντολή και η χρήση γεωεντοπισμού προάγουν πολυτροπικές μορφές εμπλοκής και μάθησης όπου η δράση του σώματος, η κίνηση στον χώρο και η άμεση ανταπόκριση του περιβάλλοντος δημιουργούν ένα διαδραστικό, πολυαισθητηριακό πλαίσιο, με πλούσιες ευκαιρίες για ανάπτυξη και διερεύνηση προσωπικών ιδεών. Οι τεχνολογικές αυτές δυνατότητες προσφέρουν νέες προοπτικές ενσωμάτωσης σε σχολικά περιβάλλοντα που πειραματίζονται με αναδυόμενες τεχνολογίες. Ειδικά στο πλαίσιο της STEAM εκπαίδευσης και της ενσώματης μάθησης, τα εργαλεία μπορούν να ενταχθούν τόσο σε εργαστήρια δημιουργικότητας όσο και σε πιο παραδοσιακά μαθήματα, δίνοντας τη δυνατότητα για εμπλουτισμό του αναλυτικού προγράμματος με ψηφιακές, βιωματικές δραστηριότητες.

Ταυτόχρονα, το συγγραφικό δυναμικό αυτών των εργαλείων προσφέρει στους εκπαιδευτικούς τη δυνατότητα να σχεδιάζουν και να τροποποιούν τις δικές τους δραστηριότητες. Είτε πρόκειται για τη δημιουργία σεναρίων προσομοίωσης στο ChoiCo, είτε για ταξινόμησεις στο SorBET ή προγραμματισμό στο MaLT2, οι εκπαιδευτικοί έχουν στα χέρια τους ευέλικτα μέσα, ώστε να ανταποκριθούν στις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών τους. Στο workshop οι συμμετέχοντες θα έρθουν οι ίδιοι με ευκαιρίες εμπλοκής και

διδασκτικού σχεδιασμού μέσω και των τριών εργαλείων και θα συμβάλουν και οι ίδιοι στη συζήτηση για τον ρόλο των εργαλείων αυτών στο πλαίσιο του σύγχρονου ψηφιακού γραμματισμού, της ενσώματης και συνεργατικής μάθησης μέσα από την προσωπική τους οπτική.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτείται από το έργο HORIZON-WIDERA “TransEET” (Transforming Education with Emerging Technologies - No. 101078875) του European Research Executive Agency – REA. Επίσης, χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα-πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την έρευνα και την καινοτομία «Horizon Europe» βάσει της συμφωνίας επιχορήγησης αριθ. 101060231, Extending Design Thinking with Emerging Digital Technologies (Exten.(D.T.)²) (HORIZON-CL2-2021-TRANSFORMATIONS-01). Οι απόψεις που εκφράζονται είναι αποκλειστικά των συγγραφέων και δεν αντανακλούν κατ' ανάγκη εκείνες της ΕΕ, η οποία δεν θεωρείται υπεύθυνη, όπως και η χορηγούσα αρχή.

Αναφορές

- de Freitas, E., & Sinclair, N. (2014). *Mathematics and the body: Material entanglements in the classroom*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139600378>
- Gkreka, C., & Kynigos, C. (2025). Spatial thinking with dynamically linked digital and embodied representations. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 1-20. <https://doi.org/10.1080/10382046.2025.2473706>
- Grizioti, M., & Kynigos, C. (2024). Integrating computational thinking and data science: The case of modding classification games. *Informatics in Education*, 23(1), 101-124.
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2015). Constructionist gaming: Understanding the benefits of making games for learning. *Educational psychologist*, 50(4), 313-334. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1124022>
- Karakavou, M., & Kynigos, C. (2025). Choreo-graphing Periodic Functions: Aesthetically Driven Covariational Reasoning. Preprint in Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7324448/v1>
- Korompli, C. (2025, June). Exploring Meanings Around Inscrubability Through Collaborative Programming and Modeling: Building a New Conceptual Field in a Community-Driven Context with MaLT2. In *Constructionism Conference Proceedings* (Vol. 8, pp. 515-518). <https://doi.org/10.21240/constr/2025/58.X>
- Kynigos, C., & Grizioti, M. (2018). Programming approaches to computational thinking: Integrating turtle geometry, dynamic manipulation and 3D space. *Informatics in Education*, 17(2), 321-340.
- Nikolaou, M. S., & Kynigos, C. (2025). From Novice Players to Creative Designers: A Constructionist Attempt with SorBET: From Players to Designers with SorBET. In *Constructionism Conference Proceedings* (Vol. 8, pp. 97-108). <https://doi.org/10.21240/constr/2025/56.X>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas*. Boston, Massachusetts: Harvester Press.
- Radford, L. (2009). Why do gestures matter? Sensuous cognition and the palpability of mathematical meanings. *Educational Studies in Mathematics*, 70, 111-126. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9127-3>
- Schiza, K., & Kynigos, C. (2023, July). Programming to animate letter models: A context for mathematical competence? In *Thirteenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME13)* (No. 32). Alfréd Rényi Institute of Mathematics; ERME. (hal-04420614)
- Shvarts, A., Alberto, R., Bakker, A., Doorman, M., & Drijvers, P. (2021). Embodied instrumentation in learning mathematics as the genesis of a body-artifact functional system. *Educational Studies in Mathematics*, 107(3), 447-469. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10053-0>

