ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Συσχεδιάζοντας ένα Προσαρμοστικό Σύστημα Μαθησιακής Αναλυτικής για την Αξιολόγηση Δεξιοτήτων 21ου Αιώνα σε Ανοιχτού Τύπου Δραστηριότητες

Μαριάνθη Γριζιώτη, Φιλοθέη Χαλβατζά, Σωκράτης Καρκάλας, Μάριος Ξένος

doi: 10.12681/cetpe.9431

Βιβλιογραφική αναφορά:

Γριζιώτη Μ., Χαλβατζά Φ., Καρκάλας Σ., & Ξένος Μ. (2026). Συσχεδιάζοντας ένα Προσαρμοστικό Σύστημα Μαθησιακής Αναλυτικής για την Αξιολόγηση Δεξιοτήτων 21ου Αιώνα σε Ανοιχτού Τύπου Δραστηριότητες. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 40–49. https://doi.org/10.12681/cetpe.9431

Συσχεδιάζοντας ένα Προσαρμοστικό Σύστημα Μαθησιακής Αναλυτικής για την Αξιολόγηση Δεξιοτήτων 21ου Αιώνα σε Ανοιχτού Τύπου Δραστηριότητες

Μαριάνθη Γριζιώτη[1], Φιλοθέη Χαλβατζά[2], Σωκράτης Καρκάλας[3], Μάριος Ξένος[1]
mgriziot@eds.uoa.gr, filothei@simple-lab.gr, s.karkalas@derby.ac.uk, mariosxenos@eds.uoa.gr
[1]Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
[2]Εταιρεία Simple
[3]School of Computing, University of Derby

Περίληψη

Η καταγραφή, ανάλυση και οπτικοποίηση των κατάλληλων δεδομένων μάθησης μέσω συστημάτων Μαθησιακής Αναλυτικής (ΜΑ) σε διερευνητικές δραστηριότητες αποτελεί πρόκληση για τους ερευνητές, καθώς δεν υπάρχει προκαθορισμένη λύση ή πορεία της εμπλοκής του μαθητή με το περιβάλλον. Η παρούσα εργασία μελετά τον συσχεδιασμό μεταξύ εκπαιδευτικών και ερευνητών ενός παραμετροποίησιμου συστήματος ΜΑ για την ανάλυση των δεξιοτήτων των μαθητών σε ανοιχτού τύπου δραστηριότητες σε τρία εκπαιδευτικά λογισμικά. Ακολουθώντας μια συστηματική μεθοδολογία βασισμένη στην προσέγγιση Repertory Grid Technique οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί επινόησαν δικές τους μαθησιακές έννοιες που τις συνέδεσαν με τις ενέργειες των μαθητών στα ψηφιακά εργαλεία και στη συνέχεια τις συνδύασαν με δεξιότητες 21ου αιώνα δίνοντας βαθμούς σημαντικότητας. Η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των εργαστηρίων οδήγησε τους ερευνητές στην επιλογή χρήσιμων "γεγονότων μάθησης" προς καταγραφή από τα εργαλεία και στην κατηγοριοποίηση τους ως προς τις δεξιότητες 21ου αιώνα με βάση τις οπτικές και τις ανάγκες των εκπαιδευτικών. Αξιοποιώντας τα αποτελέσματα της έρευνας αναπτύχθηκε ένα παραμετροποιήσιμο περιβάλλον οπτικοποίησης για τους εκπαιδευτικούς που αποτυπώνει την πορεία και τις παραμέτρους ανάπτυξης των δεξιοτήτων των μαθητών.

Λέξεις κλειδιά: διερευνητικά λογισμικά, Κατασκευαστική Μάθηση, Μαθησιακή Αναλυτική, οπτικοποίηση δεδομένων μάθησης, συμμετοχικός σχεδιασμός

Εισαγωγή

Τα ανοιχτού τύπου ψηφιακά περιβάλλοντα που επιτρέπουν τη μάθηση μέσα από τη διερεύνηση, τον πειραματισμό και την κατασκευή, συνεισφέρουν σημαντικά στην καλλιέργεια δεξιοτήτων 21ου αιώνα, όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα και η συνεργασία (Fessakis et. al. 2013· Hu 2024· Kynigos & Diamantidis, 2022). Ωστόσο η συστηματική παρακολούθηση της προόδου των μαθητών και η αξιολόγηση των δεξιοτήτων τους σε τέτοιου τύπου δραστηριότητες αποτελούν ακόμη ζητήματα προς διερεύνηση. Η Μαθησιακή Αναλυτική (ΜΑ), δηλαδή η συλλογή, η ανάλυση και η οπτικοποίηση δεδομένων μάθησης, θα μπορούσε να συμβάλει σημαντικά προσφέροντας πολύτιμες πληροφορίες στους εκπαιδευτικούς για τη μαθησιακή διαδικασία και την εμπλοκή των μαθητών με τα ψηφιακά εργαλεία. Εντούτοις, στην πράξη η επιλογή των κατάλληλων μαθησιακών δεδομένων προς καταγραφή καθώς και η αποτελεσματική μετατροπή και οπτικοποιήσή τους με τρόπο προσιτό και χρήσιμο για τους εκπαιδευτικούς παραμένει σημαντική πρόκληση, ειδικά σε ανοιχτού τύπου δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες αυτές περιλαμβάνουν σύνθετες αλληλεπιδράσεις μεταξύ του μαθητή και του ψηφιακού μαθησιακού περιβάλλοντος που είναι δύσκολο να προβλεφθούν και να αξιολογηθούν από ένα σύστημα ΜΑ. Η παρούσα εργασία μελετά τη

διαδικασία συσχεδιασμού ενός συστήματος ΜΑ και οπτικοποίησης μαθησιακών δεδομένων στην οποία συμμετείχαν ερευνητές και εκπαιδευτικοί. Η εργασία αποσκοπεί να απαντήσει τα παρακάτω ερωτήματα:

- Πώς μπορούν οι εκπαιδευτικοί να συμβάλουν στον σχεδιασμό συστημάτων ΜΑ για ανοιχτού τύπου μαθησιακά περιβάλλοντα ;
- Πώς μπορούν τα μαθησιακά δεδομένα που συλλέγονται από ανοιχτού τύπου δραστηριότητες να αξιοποιηθούν για την αξιολόγηση των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα των μαθητών στις δραστηριότητες αυτές;

Ειδικότερα μελετά την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την αξιολόγηση μιας μεθοδολογίας συμμετοχικού σχεδιασμού με εκπαιδευτικούς με στόχο τη δημιουργία ενός συστήματος ΜΑ για ανοιχτού τύπου δραστηριότητες σε τρία κατασκευαστικά ψηφιακά περιβάλλοντα. Οι εκπαιδευτικοί συμμετείχαν σε τρία εργαστήρια συμμετοχικού σχεδιασμού στα οποία συνέβαλαν α) στην επιλογή των κατάλληλων δεδομένων προς καταγραφή, β) στην ανάλυση, κατηγοριοποίηση και σύνδεση των δεδομένων αυτών για την αξιολόγηση συγκεκριμένων δεξιοτήτων 21ου αιώνα των μαθητών και γ) στην οπτικοποίηση των δεδομένων αυτών με τα κατάλληλα μέσα ώστε να αποτυπώνονται η μαθησιακή διαδικασία και η ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Μαθησιακή Αναλυτική και διερευνητικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα

Την τελευταία δεκαετία η ΜΑ αποτελεί ένα σημαντικό πεδίο θεωρητικής μελέτης αλλά και πρακτικής εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Η ΜΑ αφορά την "ψηφιακή μέτρηση, συλλογή, ανάλυση και αναφορά δεδομένων σχετικά με τους μαθητές, με σκοπό την κατανόηση και τη βελτιστοποίηση της μάθησης και των (ψηφιακών) περιβαλλόντων στα οποία λαμβάνει χώρα" (Siemens & Baker, 2012). Τα συστήματα ΜΑ μπορούν να προσφέρουν μια ολοκληρωμένη εικόνα της μαθησιακής διαδικασίας καταγράφοντας ένα ευρύ φάσμα δεδομένων που μπορεί να περιλαμβάνουν δεδομένα αλληλεπίδρασης και εμπλοκής (π.χ., κλικ του ποντικιού, χρόνος αλληλεπίδρασης), σύνθετα γεγονότα αλληλεπίδρασης (π.χ., καταγραφή όταν ο χρήστης πληκτρολογεί συγκεκριμένες λέξεις-κλειδιά), πολυτροπικά δεδομένα (π.χ., φωτογραφίες που βγάζει ο χρήστης, τοποθεσία κατά τη δραστηριότητα, κινήσεις του σώματος κλπ), επιδόσεις σε κάποια δραστηριότητα (π.χ., σκορ παιχνιδιού, απαντήσεις σε ερώτημα) (Dawson et. al., 2019). Οι εκπαιδευτικοί συνήθως μπορούν να δουν και να χειριστούν αυτά τα δεδομένα μέσω οπτικοποίησεων σε Πίνακες Μαθησιακής Αναλυτικής (Learning Analytics Dashboards). Αναλύοντας τα δεδομένα μπορούν να αποκτήσουν πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τις μαθησιακές συμπεριφορές των μαθητών, να εντοπίσουν σημεία για βελτίωση και να προσαρμόσουν τις στρατηγικές διδασκαλίας ώστε να ανταποκρίνονται στις ατομικές ανάγκες των μαθητών (Sahin & Ifenthaler, 2021). Ακόμη μπορούν να παρακολουθούν την πρόοδο των μαθητών σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας έγκαιρες παρεμβάσεις και υποστήριξη και ανατροφοδότηση (Karkalas & Mavrikis, 2016· Karkalas et.al 2017).

Ένα σημαντικό ζήτημα που προκύπτει από τη βιβλιογραφία, είναι η έλλειψη συστημάτων ΜΑ για ανοιχτού τύπου δημιουργικές δραστηριότητες, στις οποίες οι μαθητές πειραματίζονται ελεύθερα, δημιουργούν και μοιράζονται τους ψηφιακά δομήματα (Masiello et. al., 2024· Renz et al., 2020). Παραδείγματα τέτοιων δραστηριοτήτων είναι η δημιουργία ψηφιακών παιχνιδιών (Grizioti et. al., 2021), η κατασκευή ψηφιακών μοντέλων (Kynigos & Diamantidis, 2022) και οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής (Blikstein & Worsley, 2016). Οι δραστηριότητες ανοιχτού τύπου αξιοποιούνται όλο και περισσότερο στην

εκπαιδευτική πρακτική καθώς ενισχύουν σημαντικά τόσο την οικοδόμηση γνώσεων για διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα, όσο και την καλλιέργεια δεξιοτήτων όπως η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη, η υπολογιστική σκέψη και η αυτενέργεια (Hu 2024· Kynigos & Diamantidis, 2022). Τα συστήματα ΜΑ θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στην βαθύτερη κατανόηση, παρακολούθηση και αξιολόγηση της μαθησιακής διαδικασίας σε ανοιχτές δραστηριότητες στις οποίες δεν υπάρχει προκαθορισμένη λύση και πορεία μαθητή. Ωστόσο η καταγραφή, η ανάλυση και η οπτικοποίηση δεδομένων ΜΑ για δραστηριότητες όπως οι παραπάνω παραμένει μια σύνθετη διαδικασία με πολλές πτυχές που πρέπει να μελετηθούν. Οι ερευνητές και σχεδιαστές καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήματα όπως ποιο είναι το καταλληλότερο είδος και η ποσότητα δεδομένων που είναι χρήσιμο να καταγράφονται από την ανοιχτή διερεύνηση των μαθητών σε διερευνητικά περιβάλλοντα; Ποιες είναι οι καταλληλότερες μορφές ανάλυσης, οπτικοποίησης και επικοινωνίας των συλλεγόμενων δεδομένων ώστε να είναι κατανοητές και αξιοποιήσιμες από τους εκπαιδευτικούς; Τι πληροφορίες μπορούν να μας δώσουν τα συλλεγόμενα δεδομένα σε σχέση με τις δεξιότητες που αναπτύσσουν οι μαθητές κατά την ανοιχτή δραστηριότητα; Για τη διερεύνηση των ερωτημάτων αυτών κρίνεται σημαντική η εμπλοκή των εκπαιδευτικών στις διαδικασίες σχεδιασμού και αξιολόγησης συστημάτων ΜΑ.

Συσχεδιασμός με εκπαιδευτικούς

Παρά την τεχνική πρόοδο στον τομέα της ΜΑ, συχνά εντοπίζεται μια αρνητική ή σκεπτική στάση των εκπαιδευτικών ως προς την υιοθέτηση και αξιοποίηση συστημάτων ΜΑ στην εκπαιδευτική πρακτική (Valtonen et. al., 2025). Καθώς τα συστήματα ΜΑ σχεδιάζονται συνήθως από τεχνικές ομάδες χωρίς να λαμβάνουν υπόψιν τις οπτικές και τις ανάγκες των εκπαιδευτικών, αποτυγχάνουν να αντιμετωπίσουν κρίσιμα θέματα της μαθησιακής διαδικασίας (Michos et al., 2020). Ο συσχεδιασμός των συστημάτων ΜΑ και οπτικοποίησης μαθησιακών δεδομένων μαζί με εκπαιδευτικούς, θα μπορούσε να συνεισφέρει σημαντικά στην αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος.

Ο συσχεδιασμός (co-design) είναι μια διαδεδομένη μέθοδος για την ενσωμάτωση των αναγκών των τελικών χρηστών στη διαδικασία σχεδιασμού ενός προϊόντος ή λογισμικού (Prieto-Alvarez et al., 2018). Η προσέγγιση επικεντρώνεται στη συχνή συμμετοχή των χρηστών στον σχεδιασμό και δίνει έμφαση στις επαναληπτικές διαδικασίες, στη διεπιστημονική συνεργασία και στην εμπειρική αξιολόγηση. Περιλαμβάνει μια σειρά πρακτικών δραστηριοτήτων όπως συμμετοχικά εργαστήρια που αποσκοπούν στην ανταλλαγή γνώσεων και απόψεων μεταξύ διαφορετικών ενδιαφερόμενων μερών (π.χ., σχεδιαστών, προγραμματιστών, εκπαιδευτικών), κάνοντας τον σχεδιασμό μια συμπεριληπτική και ανθρωποκεντρική διαδικασία. Με την ενσωμάτωση των εμπειριών και των απόψεων των εκπαιδευτικών στη διαδικασία του σχεδιασμού, είναι πιθανότερο να παραχθούν εκπαιδευτικά εργαλεία που θα κερδίσουν την εμπιστοσύνη τους και θα καλύπτουν πραγματικές διδακτικές ανάγκες. Παρά την αναγνώριση του συσχεδιασμού ως μια προσέγγιση που εκδημοκρατίζει τη χρήση των συστημάτων ΜΑ, οι σχετικές μελέτες υπογραμμίζουν τις πολυπλοκότητες που εμπεριέχει η συνεργασία ατόμων από διαφορετικά πεδία στη διαδικασία σχεδιασμού εργαλείων ΜΑ (Dollinger et. al. 2019). Αυτές αφορούν πρακτικές δυσκολίες όπως οι χρονικοί και χωρικοί περιορισμοί αλλά και παράγοντες που σχετίζονται με την αυτοαποτελεσματικότητα και την αυτοπεποίθηση των εκπαιδευτικών με χαμηλές ψηφιακές γνώσεις και δεξιότητες.

Στην παρούσα έρευνα, επιδιώξαμε μια εις βάθος και αυθεντικής εμπλοκή των εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό, αντί για την απλή συμμετοχή τους ως δοκιμαστές ενός ολοκληρωμένου συστήματος όπως γίνεται συχνά σε έρευνες με εκπαιδευτικά λογισμικά.

Βασιζόμενοι στη τεχνική Repertory Grid Technique (RGT) αναπτύξαμε μια μεθοδολογία συμμετοχικού σχεδιασμού για τη δημιουργία ενός συστήματος ΜΑ η οποία παρουσιάζεται αναλυτικά στην ενότητα "Μεθοδολογία υλοποίησης". Η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να αξιοποιηθεί ευρύτερα για τον συμμετοχικό σχεδιασμό συστημάτων ΜΑ "από τα κάτω" που συμπεριλαμβάνουν τις απόψεις των εκπαιδευτικών από τα αρχικά κιόλας στάδια σχεδιασμού.

Αξιολόγηση δεξιοτήτων μέσα από κατασκευαστικές δραστηριότητες

Το σύστημα ΜΑ που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού έργου ExtenDT2 (https://extendt2.eu). Σκοπός του έργου είναι η ενίσχυση δεξιοτήτων 21ου αιώνα των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μέσα από την εμπλοκή τους σε έργα (project) Σχεδιαστικής Σκέψης (Design Thinking) με αναδυόμενες ψηφιακές τεχνολογίες. Οι μαθητές δουλεύοντας σε μικρές ομάδες ακολουθούν τα βήματα της Σχεδιαστικής Σκέψης (Matthews & Wirgley, 2017) με στόχο να κατασκευάσουν ένα ψηφιακό δόμημα (π.χ., ένα παιχνίδι, μια εφαρμογή, μια ρομποτική κατασκευή) που θα επιλύει κάποιο πραγματικό πρόβλημα. Για την κατασκευή του δομήματος οι μαθητές χρησιμοποιούν ένα ή περισσότερα από τα διαδικτυακά διερευνητικά λογισμικά του έργου: Το λογισμικό ChoiCo-Ext που επιτρέπει την κατασκευή ψηφιακών παιχνιδιών προσομοίωσης με χρήση τεχνολογίας γεωεντοπισμού και δεδομένων πραγματικού χρόνου (π.χ., δεδομένα κυκλοφορίας) (http://etl.ppp.uoa.gr/choico/). Το λογισμικό SorBET-Ext που επιτρέπει την κατασκευή ψηφιακών παιχνιδιών ενσώματης αλληλεπίδρασης για την ταξινόμηση αντικειμένων με κινήσεις του σώματος (http://etl.ppp.uoa.gr/sorbet/). Το λογισμικό MaLT2-ext που επιτρέπει τον σχεδιασμό τριδιάστατων δυναμικών μοντέλων σε γλώσσα προγραμματισμού βασισμένη στη Logo και την τριδιάστατη εκτύπωσή τους (http://etl.ppp.uoa.gr/malt2/).
Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία, η υλοποίηση ομαδικών έργων Σχεδιαστικής Σκέψης σε συνθήκες τάξης και η αξιολόγηση της ανάπτυξης δεξιοτήτων των μαθητών σε αυτά είναι ζητήματα που δυσκολεύουν τους εκπαιδευτικούς και εμποδίζουν την ευρεία εφαρμογή αντίστοιχων προσεγγίσεων (Al-Zebdyah, 2022). Στα πλαίσια αυτά σχεδιάσαμε και αναπτύξαμε ένα σύστημα ΜΑ για χρήση από εκπαιδευτικούς και ερευνητές, το οποίο αντλεί, αναλύει και οπτικοποιεί δεδομένα κατά την εμπλοκή των μαθητών με τις παραπάνω δραστηριότητες. Κάθε λογισμικό παράγει ένα σύνολο "γεγονότων μάθησης" τα οποία αντιπροσωπεύουν σημαντικές αλληλεπιδράσεις των μαθητών με την ανοιχτή δραστηριότητα. Για παράδειγμα, στο περιβάλλον προγραμματισμού τριδιάστατων μοντέλων MaLT2-ext το "γεγονός μάθησης" με τίτλο "χρήση κάμερας" αφορά την χρήση της περισκοπικής κάμερας του περιβάλλοντος και περιέχει πληροφορίες σε σχέση με το είδος της χρήσης της κάμερας (zoom in, zoom out, rotation), την προβολή κατά τη στιγμή χρήσης (3D ή 2D) και τη διάρκεια κίνησης της κάμερας. Κάθε φορά που ο μαθητής χρησιμοποιεί την κάμερα καταγράφεται και ένα τέτοιο γεγονός συνοδευόμενο από αυτές τις πληροφορίες. Ένα ακόμα "γεγονός μάθησης" στο MaLT2-ext αφορά τον ορισμό μιας παραμετρικής διαδικασίας Logo από τον μαθητή και περιέχει πληροφορίες σε σχέση με το όνομα της διαδικασίας, τον αριθμό και τα ονόματα των παραμέτρων και τον κώδικα της διαδικασίας. Τα καταγεγραμμένα γεγονότα και οι πληροφορίες τους αναλύονται στη συνέχεια από το σύστημα ΜΑ και δημιουργούνται στατιστικά ως προς τις δεξιότητες των μαθητών και οπτικοποιήσεις πληροφοριών που θεωρούνται δυνητικά χρήσιμες για τους εκπαιδευτικούς π.χ., πόσες διαφορετικές διαδικασίες έχει ορίσει ένας μαθητής από την αρχή της δραστηριότητας ή το πλήθος των παραμέτρων που χρησιμοποίησε ο μαθητής στον πειραματισμό με τον κώδικα. Αντίστοιχα "γεγονότα μάθησης" καταγράφονται από τα άλλα δύο εργαλεία.

Επιδιώκοντας το σύστημα ΜΑ να αποτυπώνει τις οπτικές των εκπαιδευτικών και να ανταπεξέρχεται στις πραγματικές τους ανάγκες, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του ακολούθησε μια επαναληπτική διαδικασία συσχεδιασμού με εκπαιδευτικούς. Στόχος ήταν να προσφέρουμε στον εκπαιδευτικό ένα εργαλείο οργάνωσης, παρακολούθησης και αξιολόγησης των παραπάνω δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή διαδικασία και την καλλιέργεια των δεξιοτήτων των μαθητών. Το σύστημα ΜΑ μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο κατά τη διάρκεια της εφαρμογής για την παρακολούθηση της πορείας κάθε ομάδας/μαθητή, όσο και κατά την αξιολόγηση της δραστηριότητας.

Μεθοδολογία έρευνας

Για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την υλοποίηση του συστήματος ΜΑ εφαρμόσαμε τη μεθοδολογία της συμμετοχικής έρευνας σχεδιασμού (Participatory Desgin Resarch) (Spinuzzi, 2005) μέσα από 2 κύκλους συμμετοχικών εφαρμογών με εκπαιδευτικούς. Στον πρώτο κύκλο ο στόχος ήταν να προσδιοριστούν τα δεδομένα μάθησης που θα καταγράφονται από την αλληλεπίδραση των μαθητών και να συσχετιστούν με δεξιότητες του 21ου αιώνα. Ο δεύτερος κύκλος στόχευε στην αξιολόγηση και βελτίωση του πίνακα οπτικοποίησης και ανάλυσης των μαθησιακών δεδομένων. Στο παρόν άρθρο θα εστιάσουμε στην περιγραφή και στα αποτελέσματα του πρώτου κύκλου της έρευνας.

Πλαίσιο και συμμετέχοντες

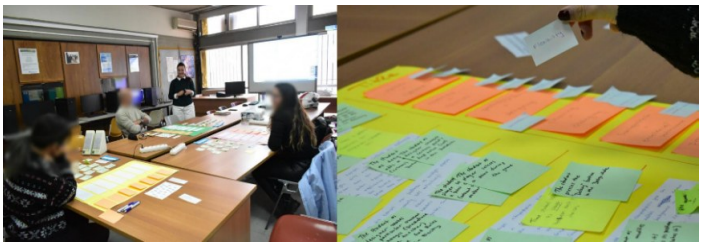
Στον πρώτο κύκλο συμμετείχαν 11 εκπαιδευτικοί σε 3 εργαστήρια συσχεδιασμού. Το καθένα είχε διάρκεια 3 ώρες και εστίαζε σε ένα από τα εκπαιδευτικά εργαλεία που περιγράφηκαν. Οι συμμετέχοντες επιλέχθηκαν με βάση τα εξής κριτήρια: α) να ήταν εξοικειωμένοι με τουλάχιστον μία από τις τεχνολογίες του έργου και β) να είχαν χρησιμοποιήσει το/α εκπαιδευτικό(-ά) εργαλείο(-α) στην τάξη. Καθώς ακολουθήθηκε μη τυχαία μέθοδος δειγματοληψίας, η αντιπροσωπευτικότητα επιτεύχθηκε με την επιλογή εκπαιδευτικών με διαφορετικά χαρακτηριστικά όσον αφορά το εκπαιδευτικό υπόβαθρο, τις ψηφιακές δεξιότητες, το γνωστικό αντικείμενο, το φύλο και την ηλικία. Στα εργαστήρια ήταν παρόντες ένας ερευνητής και ένας συντονιστής.

Μεθοδολογία υλοποίησης

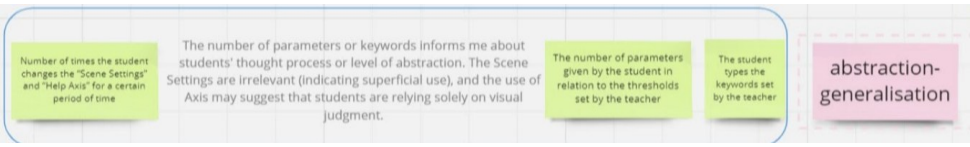
Για την οργάνωση των εργαστηρίων εφαρμόστηκε η τεχνική Repertory Grid Technique (RGT) (Fransella et al., 2004). Η RGT χρησιμοποιείται ευρέως στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή (π.χ., Fallman & Waterworth, 2010), και προσφέρει μια συστηματική και δομημένη προσέγγιση στην κατανόηση των αντιλήψεων, των προτιμήσεων και των αναγκών των εμπλεκομένων, οδηγώντας σε αποφάσεις σχεδιασμού με επίκεντρο τον χρήστη, ελαχιστοποιώντας την προκατάληψη του σχεδιαστή και του ερευνητή. Στην παρούσα έρευνα η RGT τροποποιήθηκε όπως παρουσιάζεται παρακάτω και αξιοποιήθηκε ώστε να επιτρέπει τη συλλογή ανατροφοδότησης από εκπαιδευτικούς για τα δεδομένα ΜΑ σε ανοιχτού τύπου κατασκευαστικές δραστηριότητες. Στόχος ήταν μέσα από μια σειρά σαφώς ορισμένων και κατανοητών βημάτων οι εκπαιδευτικοί να συσχετίσουν τα μαθησιακά δεδομένα που παράγουν τα ψηφιακά εργαλεία με εκπαιδευτικές έννοιες και δεξιότητες του 21ου αιώνα.

Κάθε ένα από τα τρία εργαστήρια συσχεδιασμού αποτελούνταν από τέσσερις φάσεις (Σχήματα 1 και 2). Ως εισαγωγή, δόθηκε στους συμμετέχοντες ένα απλοποιημένο σενάριο στο οποίο ένας εκπαιδευτικός αξιοποιεί το ψηφιακό εργαλείο σε μια κατασκευαστική δραστηριότητα στην τάξη του. Η πρώτη φάση εστίαζε στην εξοικείωση των συμμετεχόντων με τα "γεγονότα μάθησης". Δόθηκε στους συμμετέχοντες ένας πίνακας με κάρτες που περιείχαν

πιθανά γεγονότα/συμβάντα που μπορεί να καταγράφει το εργαλείο. Οι συμμετέχοντες συζήτησαν το νόημα αυτών των γεγονότων με τη βοήθεια των ερευνητών, ενώ είχαν τη δυνατότητα να προτείνουν νέα γεγονότα μάθησης προσθέτοντας κάρτες στον πίνακα, βάσει των δικών τους αναγκών και εμπειριών. Στη δεύτερη φάση, ο στόχος ήταν οι συμμετέχοντες να αναλύσουν και να ομαδοποιήσουν τα "γεγονότα μάθησης" βάσει της δικής τους εμπειρίας, αναδεικνύοντας διαφορετικές αντιλήψεις για τη μαθησιακή διαδικασία και αναγνωρίζοντας θεμελιώδεις εκπαιδευτικές έννοιες. Στη φάση αυτή χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο η δημιουργική ανάλυση τριάδων καρτών: κάθε συμμετέχων επέλεγε τρεις τυχαίες κάρτες γεγονότων και αναγνώριζε ομοιότητες και διαφορές μεταξύ τους με βάση μια μαθησιακή έννοια που θεωρούσε σχετική. Στη συνέχεια τις ομαδοποιούσε (π.χ., 2 όμοιες 1 διαφορετική) και έδινε μια περιγραφή του σκεπτικού του. Στο παράδειγμα του Σχήματος 2 η εκπαιδευτικός έχει ομαδοποιήσει τις 3 πράσινες κάρτες "γεγονότων" ως προς την έννοια της "αφαίρεσης-γενίκευσης" που η ίδια επινόησε ως σχετική. Τα 2 γεγονότα στα δεξιά θεωρεί πως της δίνουν χρήσιμες πληροφορίες για την ικανότητα αφαίρεσης-γενίκευσης των μαθητών ενώ το γεγονός στα αριστερά θεωρεί πως δεν σχετίζεται με αυτή την ικανότητα. Μέσω αυτής της διαδικασίας εντοπίστηκαν βασικές μαθησιακές έννοιες, όπως π.χ., η αυτενέργεια και η προσαρμοστικότητα. Στην τρίτη φάση, οι εκπαιδευτικοί συνέδεσα τις έννοιες που είχαν περιγράψει προηγουμένως με συγκεκριμένες δεξιότητες του 21ου αιώνα (π.χ., κριτική σκέψη, συνεργασία) που δόθηκαν από τους ερευνητές σε μορφή καρτών. Οι συμμετέχοντες συνέδεαν κάθε έννοια της προηγούμενης φάσης με έως τρεις σχετικές δεξιότητες, τεκμηριώνοντας τον συλλογισμό τους. Τέλος, στην τέταρτη φάση, δόθηκε στους συμμετέχοντες ένας κενός πίνακας με γραμμές τα γεγονότα του εργαλείου και στήλες τις έννοιες που πρότειναν οι εκπαιδευτικοί στην δεύτερη φάση. Οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν την κάθε αντιστοιχία "γεγονότος-έννοιας" σε μια κλίμακα Likert (1-7), αποτυπώνοντας ποσοτικά τη σημασία που αποδίδουν στη σχέση ανάμεσα στις δυνατότητες του εργαλείου και τις εκπαιδευτικές έννοιες που είχαν προηγουμένως αναγνωρίσει. Μέσω αυτής της αναστοχαστικής διαδικασίας, κατέληξαν σε μια συνολική αποτίμηση της εκπαιδευτικής αξίας των παραγόμενων δεδομένων του εργαλείου.



Σχήμα 1. Φωτογραφίες από την εφαρμογή ενός εργαστηρίου συσχεδιασμού



Σχήμα 2. Παράδειγμα από την 2η φάση

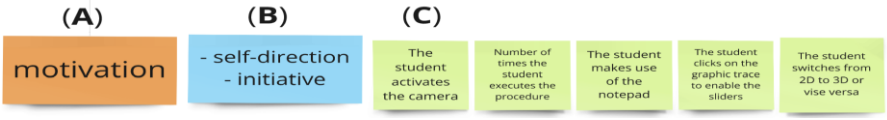
Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από κάθε εργαστήριο περιλάμβαναν α) ποιοτικά δεδομένα, δηλαδή τα κείμενα γραμμένα από τους συμμετέχοντες που εξηγούν έννοιες και τη λογική πίσω από αυτές, τις κάρτες με δεξιότητες του 21ου αιώνα που αντιστοιχούν στις έννοιες, καθώς και σημειώσεις παρατήρησης που έχει κάνει ο ερευνητής/συντονιστής και β) τον πίνακα συσχετισμού εννοιών-γεγονότων με κλίμακες Likert από τη φάση 4. Αρχικά έγινε ξεχωριστή ανάλυση για το κάθε εργαστήριο, καθώς αφορούσαν διαφορετικά εργαλεία. Η ανάλυση του ποσοτικού πίνακα είχε ως στόχο να εντοπιστούν γεγονότα με αρκετά υψηλή βαθμολογία και ταυτόχρονα να υπάρχει συμφωνία των αξιολογητών (εκπαιδευτικοί). Η μέθοδος ανάλυσης ήταν η Intraclass Correlation Coefficient (ICC), η οποία υπολογίζει το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης στις αξιολογήσεις που αποδίδεται σε διαφορές μεταξύ των αξιολογήσεων των μεμονωμένων βαθμολογητών. Η διαδικασία της ποσοτικής ανάλυσης περιγράφεται αναλυτικά στο (Karkalas et. al., 2024). Από την ποσοτική ανάλυση προέκυψαν κωδικοί οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για την ποιοτική θεματική ανάλυση από 2 ερευνητές. Στο τέλος έγινε συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των τριών εργαστηρίων ώστε να εντοπιστούν ομοιότητες και κοινά θέματα.

Αποτελέσματα

Θέματα συσχέτισης δεξιοτήτων-γεγονότων αλληλεπίδρασης

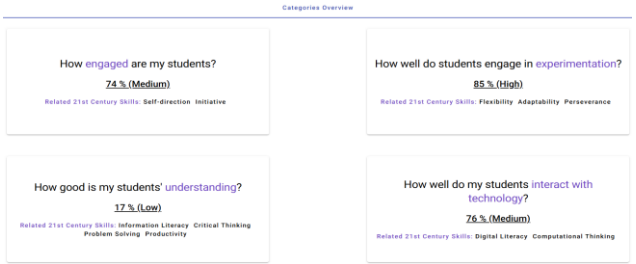
Τα βασικά θέματα που αναδείχθηκαν από την ανάλυση αντιπροσωπεύουν την κοινή οπτική των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών σχετικά με τα γεγονότα ΜΑ που είναι χρήσιμο να καταγράφονται για την παρακολούθηση της ανάπτυξης δεξιοτήτων του 21ου αιώνα κατά την χρήση των τριών ανοιχτών εκπαιδευτικών λογισμικών (ChoiCo-Ext, MaLT2-Ext, SorBET-Ext). Τα θέματα αυτά είναι: κίνητρο μάθησης (motivation), πειραματισμός (experimentation), κατανόηση (understanding), αλληλεπίδραση με την τεχνολογία (interaction with technology) και πρωτοτυπία (innovation). Τα θέματα είναι κοινά και για τα τρία εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη. Κάθε κατηγορία (πορτοκαλί παραλληλόγραμμο) συνδέθηκε με μία ή περισσότερες δεξιότητες ή έννοιες (μπλε παραλληλόγραμμο) καθώς και με μια λίστα γεγονότων μάθησης που αφορούν τη χρήση του εργαλείου από τον μαθητή κατά τη διάρκεια της μαθησιακής δραστηριότητας (πράσινα παραλληλόγραμμα). Από αυτή την άποψη, οι κατηγορίες που αναδείχθηκαν μπορούν να αξιοποιηθούν για την κατηγοριοποίηση και την αυτοματοποιημένη ανάλυση των δεδομένων ΜΑ. Επιπλέον, είναι δυνατή η αντιστοίχιση αυτών των κατηγοριών με δεξιότητες και με τις αντίστοιχες ενέργειες του μαθητή. Για παράδειγμα η γραμμή για το εργαλείο MaLT2-ext που φαίνεται στο Σχήμα 3 μπορεί να ερμηνευτεί ως εξής: Το ισχυρό κίνητρο των μαθητών σε δραστηριότητες κατασκευής μοντέλων στο MaLT2-ext (A) σχετίζεται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων αυτοκαθοδήγησης και πρωτοβουλίας (B). Οι ενέργειες του μαθητή που υποδεικνύουν κίνητρο, και κατά συνέπεια αυτοκαθοδήγηση και πρωτοβουλία περιγράφονται στα 5 πράσινα παραλληλόγραμμά (C) και περιλαμβάνουν: την ενεργοποίηση της κάμερας, την εκτέλεση μεγάλου αριθμού διαδικασιών Logo, την χρήση του σημειωματάριου, την ενεργοποίηση των ολισθητών δυναμικού χειρισμού και την μετάβαση μεταξύ τριδιάστατης και διδιάστατης προβολής.



Σχήμα 3. Ανάλυση της κατηγορίας "κίνητρο μάθησης" (motivation)

Σχεδιασμός οπτικοποίησης για την αξιολόγηση των δεξιοτήτων

Με βάση τα αποτελέσματα για κάθε εργαλείο αναπτύξαμε έναν παραμετροποιήσιμο πίνακα οπτικοποίησης δεδομένων ΜΑ (Dashboard) για τους εκπαιδευτικούς. Στον πίνακα, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επιλέξουν μια μαθησιακή δραστηριότητα που έχουν υλοποιήσει και να δουν μια επισκόπηση των πέντε κατηγοριών και των συναφών δεξιοτήτων 21ου αιώνα τόσο σε επίπεδο τάξης (Σχήμα 4) όσο και σε επίπεδο μαθητή και ομάδας (Σχήμα 5). Σε επίπεδο τάξης κάθε κατηγορία αναπαρίσταται ως κουμπί που δείχνει τη συνολική βαθμολογία τάξης (σε ποσοστό %) και τις σχετικές δεξιότητες του 21ου αιώνα. Η συνολική βαθμολογία της κατηγορίας υπολογίζεται με αλγόριθμο που σχεδιάστηκε με βάση τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας και λαμβάνει υπόψιν τις κατηγοριοποιήσεις και τα βάρη που έθεσαν οι εκπαιδευτικοί.



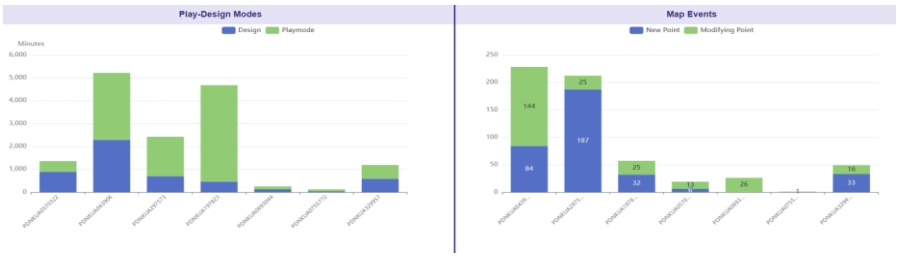
Σχήμα 4. Δείκτες δεξιοτήτων σε επίπεδο τάξης στο Dashboard του εκπαιδευτικού

Σχήμα 5. Απεικόνιση σε επίπεδο μαθητή/ομάδας στο Dashboard του εκπαιδευτικού

Επιπλέον, ο εκπαιδευτικός για κάθε δραστηριότητα έχει τη δυνατότητα να παραμετροποιήσει το βάρος κάθε γεγονότος (από 0 έως 100 %) προσαρμόζοντας την ανάλυση του συστήματος. Η δυνατότητα παραμετροποίησης θεωρήθηκε σημαντική από τους εκπαιδευτικούς καθώς είναι πολύ πιθανό να διαφοροποιείται η σημαντικότητα των μαθησιακών αλληλεπιδράσεων σε διαφορετικές ανοιχτού τύπου δραστηριότητες στο ίδιο εργαλείο. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να θέσει επιπλέον κριτήρια για κάθε γεγονός, όπως την χρονική στιγμή που συμβαίνει (π.χ., να ληφθεί υπόψιν η ενεργοποίηση της κάμερας μετά τα πρώτα 10 λεπτά δραστηριότητας).

Τέλος, το περιβάλλον παρέχει στον εκπαιδευτικό αναπαραστάσεις των γεγονότων που έχουν καταγραφεί, βασισμένες στα αποτελέσματα της έρευνας. Στο Σχήμα 6 φαίνονται δυο διαγράμματα για μια ανοιχτού τύπου δραστηριότητα παιξίματος και τροποποίησης ενός παιχνιδιού με χρήση Google Maps στο περιβάλλον ChoiCo-Ext. Το αριστερό διάγραμμα δείχνει για κάθε ομάδα μαθητών το χρόνο που αλληλεπίδρασε σε λειτουργία σχεδιασμού παιχνιδιού (πράσινο) και σε λειτουργία παιξίματος παιχνιδιού (μπλε). Το δεξί διάγραμμα δείχνει για κάθε ομάδα πόσες φορές πρόσθεσε νέα σημεία στον χάρτη του παιχνιδιού (μπλε)

και πόσες φορές τροποποίησε υπάρχοντα σημεία του παιχνιδιού (πράσινο). Οι πληροφορίες αυτές, σύμφωνα την ανάλυση της έρευνας, αποτελούν ενδείξεις για τους εκπαιδευτικούς σχετικά με την κινητοποίηση και τη δημιουργικότητα των μαθητών κατά τη δραστηριότητα.



Σχήμα 6. Οπτικοποίησεις των γεγονότων μάθησης από το περιβάλλον ChoiCo-Ext

Συμπεράσματα-συζήτηση

Η παρούσα έρευνα αναδεικνύει την αξία του χρηστο-κεντρικού σχεδιασμού των περιβαλλόντων ΜΑ, ένα πεδίο που έχει δοθεί λίγη έμφαση στις υπάρχουσες έρευνες ΜΑ. Όπως φάνηκε, η υιοθέτηση προσεγγίσεων σχεδιασμού με επίκεντρο τον χρήστη μπορεί να συνεισφέρει στην ανάπτυξη εργαλείων ΜΑ που πραγματικά υποστηρίζουν τον εκπαιδευτικό. Ο συστηματικός και δομημένος συσχεδιασμός *μαζί με* εκπαιδευτικούς, και όχι *για* τους εκπαιδευτικούς όπως ακολουθεί ο σχεδιασμός "από τα πάνω", μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην ερμηνεία και την ανάλυση των συλλεγόμενων μαθησιακών δεδομένων και να προσφέρει νέα γνώση για τη σύνδεση της μάθησης και της αλληλεπίδρασης μαθητή-υπολογιστή. Σχετικές έρευνες έχουν τονίσει την αξία του συμμετοχικού σχεδιασμού εργαλείων ΜΑ για την αποτελεσματικότερη αξιολόγηση της μάθησης μέσα από ψηφιακές δραστηριότητες (Mavrikis et. al. 2016· Michos et. al. 2020). Η παρούσα έρευνα συνεισφέρει σε αυτή την κατεύθυνση εστιάζοντας ειδικά στην αξιολόγηση των *δεξιοτήτων* των μαθητών μέσα από δεδομένα ΜΑ που προέρχονται από ανοιχτού τύπο κατασκευαστικές δραστηριότητες.

Η ανάλυση των εργαστηρίων συσχεδιασμού ανέδειξε ένα κοινό σύνολο από έννοιες και δεξιότητες του 21ου αιώνα και τη συσχέτισή τους με συγκεκριμένες ενέργειες αλληλεπίδρασης των μαθητών με το κάθε διερευνητικό εργαλείο. Αυτό το σύνθετο σχήμα αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη των αλγόριθμων ανάλυσης και οπτικοποίησης δεδομένων του συστήματος ΜΑ. Η συγκεκριμένη προσέγγιση προχώρησε τον σχεδιασμό ανάλογα με τις οπτικές και τις ανάγκες των εκπαιδευτικών, όπως αυτές εκφράζονται, καταγράφονται και αναλύονται στα εργαστήρια συσχεδιασμού. Ως αποτέλεσμα ο σχεδιασμός περιελάβανε στοιχεία που δεν είχαν αρχικά σκεφτεί οι ερευνητές, όπως νέα δεδομένα μάθησης. Η σχεδιαστική μεθοδολογία που παρουσιάστηκε είναι ανεξάρτητη λογισμικού και μπορεί να αξιοποιηθεί από άλλους ερευνητές για τον σχεδιασμό συστημάτων ΜΑ για ανοιχτού τύπου λογισμικά. Στην επόμενη φάση το περιβάλλον ΜΑ και οπτικοποίησης χρησιμοποιήθηκε από 12 εκπαιδευτικούς σε 15 σχολικές παρεμβάσεις με περίπου 700 μαθητές, οδηγώντας σε συμπεράσματα σε σχέση με την αποτελεσματικότητα του εργαλείου.

Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την έρευνα και την καινοτομία Horizon Europe με τίτλο "Extending Design Thinking with Emerging Digital Technologies (Exten.(D.T.)²)" (Αρ. χρηματοδότησης 101060231).

Αναφορές

Al-Zebdyah, S. W. A. D. (2022). English language teachers' perceptions about Design Thinking. *Journal of Curriculum and Teaching*, *11*(4), 97-107.

Blikstein, P., & Worsley, M. (2016). Multimodal learning analytics and education data mining: Using computational technologies to measure complex learning tasks. *Journal of Learning Analytics*, *3*(2), 220-238.

Dawson, S., Joksimovic, S., Poquet, O., & Siemens, G.(2019). Increasing the impact of learning analytics. *Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 446-455). ACM.

Dollinger, M., Liu, D., Arthars, N., & Lodge, J. M. (2019) Working together in learning analytics towards the co-creation of value. *Journal of Learning Analytics* 6(2), 10-26.

Fallman, D., & Waterworth, J. (2010). Capturing user experiences of mobile information technology with the repertory grid technique. *Human Technology*, *6*(2), 250-268.

Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5-6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*, *63*, 87-97.

Fransella, F., Bell, R., Bannister, D. (2004). *A manual for repertory grid technique*. John Wiley & Sons.

Grizioti, M., Oliveira, W., & Garneli, V. (2021). Covid-19 Survivor: design and evaluation of a game to improve students' experience during social isolation. *Proceedings of the International Conference on Games and Learning Alliance* (pp. 283-288). Springer.

Hu, L. (2024). Programming and 21st century skill development in K-12 schools: A multidimensional meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, *40*(2), 610-636.

Karkalas, S., & Mavrikis, M. (2016). Feedback authoring for exploratory learning objects: AuthELO. *Proceedings of the 8th International Conference on Computer Supported Education* (vol. 1, pp. 144-153). Science and Technology Publications. https://doi.org/10.5220/0005810701440153

Karkalas, S., Mavrikis, M., Xenos, M., & Kynigos, C. (2017). Feedback authoring for exploratory activities: The case of a logo-based 3D microworld. *Proceedings of the Computers Supported Education: 8th International Conference, CSEDU 2016, Revised Selected Papers* (vol. 8, pp. 259-278). Springer.

Karkalas, S., Chalvatza, F., Mavrikis, M., & Nikolaou, M. S. (2024). Using the repertory grid technique in a co-design process for Learning Analytics: Conceptualisation and connection to 21st century skills. *Proceedings of the International Conference in Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning* (pp. 325-337). Springer.

Kynigos, C., & Diamantidis, D. (2022). Creativity in engineering mathematical models through programming. *ZDM-Mathematics Education*, *54*(1), 149-162.

Matthews, J., & Wrigley, C. (2017). Design and design thinking in business and management higher education. *Journal of Learning Design, 10*(1), 41-54. https://doi.org/10.5204/jld.v10i1.284

Mavrikis, M., Gutierrez-Santos, S., & Poulovassilis, A. (2016). Design and evaluation of teacher assistance tools for exploratory learning environments. *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 168-172). ACM.

Michos, K., Lang, C., Hernández-Leo, D., & Price-Dennis, D. (2020) Involving teachers in learning analytics design: Lessons learned from two case studies. *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 94-99). ACM.

Prieto-Alvarez, C.G., Martinez-Maldonado, R., Anderson, T.D. (2018). Co-designing learning analytics tools with learners. In *Learning analytics in the classroom*, 93-110. Routledge.

Sahin, M., & Ifenthaler, D. (2021) Visualizations and Dashboards for Learning Analytics: A Systematic Literature Review. In M. Sahin, M., & D. Ifenthaler (Eds.), *Advances in analytics for learning and teaching* (pp. 3-22). Springer.

Siemens, G., & Baker, R. S. D. (2012). Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. 252-254. ACM.

Spinuzzi, C. (2005). The methodology of participatory design. *Technical communication*, *52*(2), 163-174.

Valtonen, T., Paavilainen, T., López-Pernas, S., Saqr, M., & Hirsto, L. (2025). Elementary and secondary school teachers' perceptions of Learning Analytics: A qualitative approach. *Technology, Knowledge and Learning*, *30*, 601-619.