ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2023)

13ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας: Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Μαρία Μαλλάτου , Απόστολος Κώστας

Βιβλιογραφική αναφορά:

Μαλλάτου Μ., & Κώστας Α. (2024). Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας: Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 322–329. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/7291

Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας: Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Μαλλάτου Μαρία[1], Κώστας Απόστολος[2]
maria.mallatou@gmail.com, apkostas@aegean.gr
[1] Πανεπιστήμιο Αθηνών
[2] Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Τα Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας (ΕΣΔ) προσφέρουν εξατομικευμένη διδασκαλία και ανατροφοδότηση βάσει των γνωστικών αναγκών, κλίσεων και μαθησιακών στυλ των εκπαιδευόμενων. Η παρούσα εργασία αποτελεί μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση της περιόδου 2012-22, με στόχο τη διερεύνηση της επίδρασης των ΕΣΔ στην εκπαίδευση, το σχεδιασμό τους, τον τρόπο αξιολόγησης , αλλά και τις απόψεις των εμπλεκομένων σχετικά με την ενσωμάτωση των ΕΣΔ στην εκπαίδευση. Το πρωτόκολλο PRISMA οδήγησε στην τελική επιλογή 50 ερευνητικών άρθρων, η ανάλυση των οποίων έδειξε πως αν και η ενσωμάτωση των ΕΣΔ αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία, εντούτοις τόσο οι εκπαιδευτικοί, όσο και οι εκπαιδευόμενοι/ες αναγνωρίζουν τα θετικά χαρακτηριστικά και τη σημαντική επίδραση που ενέχουν τα ΕΣΔ, καθώς επίσης και τις θετικές αλλαγές που μπορούν να επιφέρουν στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Λέξεις κλειδιά: Ευφυή συστήματα διδασκαλίας, intelligent tutoring systems, τεχνητή νοημοσύνη

Εισαγωγή

Τα Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας (ΕΣΔ) (ITS – Intelligent Tutoring Systems) αποτελούν υπολογιστικά συστήματα τα οποία αξιοποιούν την Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ) προκειμένου να ενισχύσουν και εξατομικεύσουν τη διδασκαλία (Ivanova, 2021). Τα σύγχρονα ΕΣΔ ενσωματώνουν νέες λειτουργικότητες, οι οποίες επιτρέπουν βελτιωμένη ποιότητα διάδρασης με τον εκπαιδευόμενο, καθώς μπορούν πλέον να εντοπίσουν και να αναλύσουν το γνωστικό επίπεδο και τη συναισθηματική κατάσταση του, μέσω αναγνώρισης προσώπου, φωνής, κλπ. Ειδικά την περίοδο της πανδημίας COVID-19, παρατηρήθηκε αυξημένο ενδιαφέρον για τα ΕΣΔ, λόγω χαρακτηριστικών τους όπως η εξατομικευμένη διδασκαλία, η αξιολόγηση και ανατροφοδότηση και η ενίσχυση του κινήτρου και του ενδιαφέροντος των εκπαιδευομένων (Cao, Yang, Lai, & Wu, 2021).

Καθώς λοιπόν διαφαίνεται πως τα ΕΣΔ, μετά από ένα διάστημα «στασιμότητας», επανέρχονται στο ερευνητικό προσκήνιο, είτε ως συμπληρωματική τεχνολογία υποστήριξης της δια ζώσης διδασκαλίας, είτε ως αυτόνομα διδακτικά περιβάλλοντα και καθώς δεν εντοπίσθηκαν αρκετές ελληνικές έρευνες στα ΕΣΔ, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση του πεδίου την περίοδο 2012-22, προκειμένου να μελετηθούν έρευνες σχετικά με την επίδραση των ΕΣΔ στην εκπαίδευση, τον αρχιτεκτονικό και εκπαιδευτικό σχεδιασμό, τη μεθοδολογία αξιολόγησης, αλλά και ποιες είναι οι απόψεις τόσο των εκπαιδευτικών, όσο και των εκπαιδευόμενων για τα ΕΣΔ στην εκπαίδευση.

Θεωρητικό Πλαίσιο των ΕΣΔ

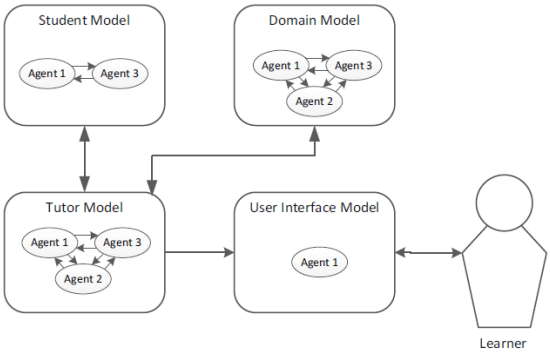
Τα ΕΣΔ αποτελούν ψηφιακά περιβάλλοντα τα οποία παρέχουν στους εκπαιδευόμενους εξατομικευμένη διδασκαλία και ανατροφοδότηση με την χρήση «έξυπνων βοηθών» (agents), προσαρμοσμένη στις δικές τους ανάγκες, προσομοιάζοντας την διδασκαλία που παρέχεται

Ι. Καζανίδης, Α. Τσινάκος (Επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 13ου Πανελλήνιου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Καβάλα, 29 Σεπτεμβρίου – 1 Οκτωβρίου 2023. ISSN: 2529-0916, ISBN: 978-618-83186-8-7

από έναν πραγματικό εκπαιδευτικό (Kulik & Fletcher, 2016), με στόχο την βελτίωση της επίδοσης, την ενίσχυση του κινήτρου, της αυτοπεποίθησης και του ενδιαφέροντος για μάθηση (Cao et al., 2021). Τα ΕΣΔ διαφοροποιούνται από τα τυπικά συστήματα υποβοήθησης της διδασκαλίας καθώς αναγνωρίζουν την πρότερη γνώση, τις ικανότητες και τα χαρακτηριστικά των εκπαιδευομένων με μεγαλύτερη ακρίβεια και προσαρμοστικότητα (Sottilare, De Falco & Connor, 2014). Σήμερα πλέον, τα ΕΣΔ είναι διαδικτυακές πλατφόρμες οι οποίες «διδάσκουν» ποικιλία γνωστικών αντικειμένων (Rajendran, 2014).

Βασικά δομικά χαρακτηριστικά των ΕΣΔ είναι:

- το *γνωσιακό μοντέλο* (domain model) που περιλαμβάνει τα πλαίσια, τους κανόνες και τις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων του τομέα διδασκαλίας (π.χ. μαθηματικά), καθώς και το εκπαιδευτικό υλικό σε τμηματοποιημένη μορφή,
- το *μοντέλο εκπαιδευόμενου* (student model) το οποίο περιέχει πληροφορίες σχετικά με την επίδοση, τις ικανότητες, τους στόχους, το μαθησιακό στυλ και τις πρότερες γνώσεις, αλλά και τη συναισθηματική κατάσταση και τα δημογραφικά στοιχεία του εκπαιδευόμενου,
- το *παιδαγωγικό μοντέλο* (tutor model) το οποίο περιέχει πληροφορίες για την εφαρμογή των κατάλληλων διδακτικών μεθόδων προσαρμοζόμενα στο μοντέλο εκπαιδευόμενου,
- το μοντέλο *διεπαφής χρήστη* (interface model) μέσα από το οποίο λαμβάνονται τα αιτήματα και οι απαντήσεις των εκπαιδευομένων και η ανατροφοδότηση και καθοδήγηση από το ΕΣΔ (Paladines & Ramirez, 2020).



Σχήμα 1. Η αρχιτεκτονική ΕΣΔ βασιζόμενη σε συστήματα ευφυών πρακτόρων

Ιστορικά, η 1η γενιά ΕΣΔ εντοπίζεται την περίοδο 1970-1990, όπου γίνεται για πρώτη φορά λόγος για τη χρήση ΤΝ στα παραδοσιακά συστήματα υποβοήθησης της διδασκαλίας, τα οποία ήδη λειτουργούσαν από τη δεκαετία του 1960. Παράδειγμα αποτελεί το SCHOLAR, ένα ΕΣΔ το οποίο παρήγαγε εξατομικευμένες αποκρίσεις στα αιτήματα των μαθητών/τριών διατρέχοντας ένα εννοιολογικό δίκτυο γεωγραφικής γνώσης (Carbonell, 1970). Η 2η γενιά ΕΣΔ εντοπίζεται τη δεκαετία 1990-2010 με προσπάθειες επιστημονικής θεμελίωσης του πεδίου της ΤΝ στην Εκπαίδευση (AIED – Artificial Intelligence in Education) με ένταξη της Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας και καθιέρωση των τεσσάρων βασικών δομικών στοιχείων ενός ΕΣΔ (domain, tutor, student models, user interface). Ενώ, η τρέχουσα (3η) γενιά ΕΣΔ ενσωματώνει επιπλέον νέες προσεγγίσεις όπως τα Σοβαρά Παιχνίδια (serious games), η Εικονική Πραγματικότητα, η Προσομοίωση και οι πολλαπλοί Ευφυείς Πράκτορες (Jiménez,

Juárez-Ramírez, Castillo & Armenta, 2018) (Σχήμα 1). Παραδείγματα αποτελούν το Σοβαρό Παιχνίδι "Intelligent Tutoring System" του Kumar (2012) και το VR-based ΕΣΔ των Yu, Hsueh, Sun & Liu (2021).

Τα προαναφερθέντα συστήματα πολλαπλών πρακτόρων έχουν αναδυθεί μέσα από τις τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης, οι οποίες καθιστούν δυνατή την ύπαρξη πολλαπλών «εκπαιδευτών» μέσα στο ίδιο σύστημα (Johnson & Lester, 2018). Σε αυτή την κατηγορία ΕΣΔ, οι πολλαπλοί «εκπαιδευτές» αλληλοεπιδρούν με τον εκπαιδευόμενο αναλαμβάνοντας διαφορετικούς εκπαιδευτικούς ρόλους, παρέχοντας μεγαλύτερη ευελιξία στις προσεγγίσεις εκπαιδευτικού σχεδιασμού, με καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (Lippert, Shubeck, Morgan, Hampton & Graesser, 2020).

Τέλος, καθώς δεν υπάρχει μόνο μια θεωρία μάθησης που να εξηγεί πλήρως πως μαθαίνουν τα υποκείμενα, ή ένα μοναδικό εκπαιδευτικό περιβάλλον που να καλύπτει όλες τις μαθησιακές ανάγκες, έτσι και διαχρονικά, έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα οργάνωσης των ΕΣΔ τα οποία βασίζονται:

- στις αρχές της γνωστικής ψυχολογίας και στις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων,
- ερμηνεύουν και αξιολογούν τη συμπεριφορά των εκπαιδευομένων σε σχέση με γενικευμένα παραδείγματα συμπεριφοράς επίλυσης προβλημάτων, προσφέροντας βοηθητικά στοιχεία και άμεση ανατροφοδότηση,
- αλληλοεπιδρούν με τον εκπαιδευόμενο στη βάση του μαθησιακού υλικού,
- βασίζονται σε μηχανισμούς επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας προκειμένου να παρέχουν «φυσικότερη» εκπαιδευτική εμπειρία (Dermeval, Paiva, Bittencount, Vassileva, & Borges, 2018).

Έρευνα

Για την διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Συστηματικής Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης (SLR-Systematic Literature Review), η οποία αποσκοπεί στην μελέτη πρωτογενών ερευνητικών πηγών με αντικειμενικό, συνθετικό και κριτικό τρόπο (Torgerson, 2003). Έχοντας ως στόχο την εύρεση όλων των πληροφοριών σχετικά με ένα θέμα, αφενός συνοψίζει τη γενική εικόνα για ένα γνωστικό πεδίο (Ridley, 2012) και αφετέρου συνθέτει τα αποτελέσματα για να ανατροφοδοτήσει περαιτέρω την έρευνα και την πράξη (Munn et al., 2018). Για τη διεξαγωγή της ανασκόπησης ακολουθούνται διαδοχικά βήματα: *α) η σαφής διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων στα οποία η ανασκόπηση καλείται να δώσει απαντήσεις, β) ο προσδιορισμός του τύπου των άρθρων υπό διερεύνηση, γ) η εκτέλεση ενδελεχούς βιβλιογραφικής έρευνας) δ) η γρήγορη ανάγνωση των αποτελεσμάτων των άρθρων, με στόχο της επιλογή ή όχι, βάση των κριτηρίων συμπερίληψης (inclusion criteria), ε) η λεπτομερής εξέταση και κριτική αξιολόγηση των άρθρων που συμπεριλήφθηκαν και ζ) η σύνθεση των αποτελεσμάτων* (Petticrew & Roberts, 2006).

Η παρούσα ανασκόπηση διεξήχθη τη χρονική περίοδο Απρ-Ιουν 2022 με αξιοποίηση των βάσεων ERIC, Scopus και Science Direct, αλλά και αναζήτηση σε συγκεκριμένα επιστημονικά περιοδικά συναφή με το πεδίο των ΕΣΔ, βάση συγκεκριμένων λέξεων-κλειδιών οι οποίες αφορούσαν το μέσο, την αξιολόγηση, τις αντιλήψεις, το πεδίο εφαρμογής και την αρχιτεκτονική των ΕΣΔ. Για τη διαδικασία επιλογής ή απόρριψης ενός ερευνητικού άρθρου, ορίστηκε με συστηματικό τρόπο μια σειρά κριτηρίων (Πίνακας 1), τα οποία αφορούσαν τα εξής: *γλώσσα συγγραφής, χρονικό εύρος δημοσίευσης, είδος δημοσίευσης, μεθοδολογικό σχεδιασμό, προσβασιμότητα, βαθμίδα/είδος εκπαίδευσης, δείγμα και περιεχόμενο*.

Μετά την εφαρμογή των κριτηρίων και ακολουθώντας το πρωτόκολλο PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis) (Page et al., 2021), εξετάστηκαν

για συμπερίληψη 104 άρθρα, από τα οποία τα 54 αποκλείσθηκαν βάση των κριτηρίων. Τελικά επιλέχθηκαν 50 άρθρα τα οποία αναλύθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν.

Η ανάλυση έγινε στη βάση των εξής ερευνητικών ερωτημάτων:

Ερ.1: Ποια είναι η ταυτότητα και ο μεθοδολογικός σχεδιασμός των ερευνών;

Ερ.2: Πως τα ΕΣΔ επιδρούν στη μάθηση και τη διδασκαλία;

Ερ.3: Ποιες είναι οι απόψεις των εμπλεκομένων για την εφαρμογή των ΕΣΔ;

Ερ.4: Ποιο είναι το παιδαγωγικό πλαίσιο σχεδιασμού των ΕΣΔ;

Πίνακας 1. Κριτήρια επιλογής επιστημονικών άρθρων

Κριτήρια	Περιγραφή
Γλώσσα συγγραφής	Αγγλικά
Χρονικό εύρος δημοσίευσης	2012 έως 2022
Είδος δημοσίευσης	Επιστημονικό άρθρο (peer reviewed)
Μεθοδολογικός σχεδιασμός	Εμπειρική έρευνα κάθε μεθοδολογικού σχεδιασμού
Προσβασιμότητα	Πλήρης πρόσβαση στο σύνολο του περιεχομένου του άρθρου
Βαθμίδα/ είδος εκπαίδευσης	K-12, Ανώτερη εκπαίδευση, Training
Δείγμα	Εκπαιδευτικοί, μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες, ενήλικες που έλαβαν κάποιου είδους εκπαίδευσης ή training σχετικά με ένα θεματικό πεδίο
Περιεχόμενο	Η αξιοποίηση και η επίδραση των ΕΣΔ, η αξιολόγησή τους από τους χρήστες, οι απόψεις που διαμορφώθηκαν μέσω της χρήσης τους και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη χρήση τους

Αποτελέσματα

Ερ.1: Ποια είναι η ταυτότητα και ο μεθοδολογικός σχεδιασμός των ερευνών;

Η πλειοψηφία των ερευνών προέρχεται από τις ΗΠΑ (19/50, 38%), την Ευρώπη (11/50, 22%) και την Κίνα (8/50, 16%), με τις περισσότερες να έχουν διεξαχθεί μεταξύ 2018-22 (30/50, 60%). Οι έρευνες εστιάζουν κυρίως στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση (26/50, 52%) και ακολουθούν έρευνες στην σχολική εκπαίδευση (19/50, 38%) και την κατάρτιση (4/50, 8%), ενώ ανάλογη κατανομή έχει και το δείγμα των ερευνών: φοιτητές/τριες (24/50, 48%), μαθητές/τριες (16/50, 32%) και λοιπές κατηγορίες όπως εκπαιδευτικοί, επαγγελματίες στο χώρο της Υγείας, κλπ.

Όσον αφορά τον τομέα του γνωστικού αντικειμένου/ικανότητας-δεξιότητας που εστιάζουν τα ΕΣΔ, στην πλειονότητα των μελετών δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη εξειδίκευση. Συγκεκριμένα, 22 από τις 50 έρευνες δεν αναφέρονται σε κάποιο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο. Από τις υπόλοιπες, 11 αφορούν την Πληροφορική, 2 αφορούν την Βιολογία, 2 τη Φυσική 2 τη Λογοτεχνία και 2 τα Μαθηματικά. Οι υπόλοιπες αναφέρονται σε ποικίλα γνωστικά αντικείμενα ή στην ενίσχυση συγκεκριμένων ικανοτήτων/δεξιοτήτων.

Αναφορικά με τον μεθοδολογικό σχεδιασμό τους, οι έρευνες ακολουθούν κυρίως το ποσοτικό παράδειγμα (38/50, 76%), ενώ μόλις ένα 6% (3/50) ακολουθεί πειραματική διάταξη. Αναφορικά με τη συλλογή των δεδομένων, 34% των ερευνών άντλησε στοιχεία από ασκήσεις/δραστηριότητες του ΕΣΔ, 26% από ερωτηματολόγια και 24% συνδυασμό των προηγούμενων δύο μεθόδων. Επίσης, ένα 6% των ερευνών χρησιμοποίησε συνδυασμό ερωτηματολογίου και συνέντευξης και ένα 2% συνδυασμό όλων των προηγούμενων μεθόδων. Ενώ, το ερευνητικό δείγμα, στην πλειοψηφία των μελετών (40) ήταν αμιγώς φοιτητές/τριες και μαθητές/τριες σχολικής εκπαίδευσης

Ενώ, φαίνεται πως όλες οι έρευνες, είτε αναπτύσσουν και αξιολογούν ένα νέο ΕΣΔ, είτε χρησιμοποιούν κάποιο υφιστάμενο, εμπλουτίζοντάς το με νέα χαρακτηριστικά.

Τέλος, αναφορικά με το ποια ήταν τα βασικά ερωτήματα στα οποία εστίασαν οι έρευνες, η ανάλυση ανέδειξε δύο θεματικές κατηγορίες: διερεύνηση *ακαδημαϊκής επίδοσης* με την εφαρμογή ΕΣΔ και διερεύνηση *απόψεων και στάσεων* για τα ΕΣΔ (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Ομαδοποίηση των ερευνητικών ερωτημάτων

Κατηγορία	Ομάδες ερευνητικών ερωτημάτων
Ακαδημαϊκή επίδοση	• Ποια είναι η επιδραστικότητα και η αποτελεσματικότητα ενός ΕΣΔ αναφορικά με την ακαδημαϊκή επίδοση και τη διατήρηση της γνώσης των εκπαιδευόμενων; • Ποια είναι η επιδραστικότητα των ΕΣΔ αναφορικά με την ενίσχυση του κινήτρου και του ενδιαφέροντος των εκπαιδευόμενων; • Τι είδους επίδραση έχει η εξατομικευμένη διδασκαλία και η παροχή άμεσης και εξατομικευμένης ανατροφοδότησης;
Απόψεις και στάσεις	• Ποιες είναι οι απόψεις και οι αντιλήψεις εκπαιδευτικών και εκπαιδευόμενων σχετικά με την υιοθέτηση και ενσωμάτωση των ΕΣΔ στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας; • Ποιοι είναι οι παράγοντες εκείνοι οι οποίοι επηρεάζουν και καθορίζουν τη στάση τους;

Ερ.2: Πως τα ΕΣΔ επιδρούν στη μάθηση και τη διδασκαλία;

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, τα ΕΣΔ έχουν εφαρμοσθεί κυρίως στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και το σχολείο και λιγότερο στο πλαίσιο της κατάρτισης και επιμόρφωσης ενηλίκων. Τα αποτελέσματα σε μεγάλό βαθμό είναι θετικά και ενθαρρυντικά, για την ενσωμάτωση και χρήση των ΕΣΔ, σε επίπεδο ακαδημαϊκής επίδοσης, ψυχολογίας και ανάπτυξης κινήτρων των εκπαιδευομένων (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Επιδράσεις των ΕΣΔ στην εκπαιδευτική διαδικασία

Κατηγορία	Διαστάσεις
Ακαδημαϊκή επίδοση	• Βελτίωση της ακαδημαϊκής επίδοσης • Βελτίωση αναφορικά με τη διατήρηση της γνώσης • Μεγαλύτερα ποσοστά ακρίβειας και ορθότητας στις απαντήσεις των μαθητών • Κατάκτηση νέων γνώσεων στο μισό χρόνο • Μεγαλύτερη και καλύτερη αντίληψη λαθών • Ενίσχυση της αυτοπεποίθησης, ενδιαφέροντος, κινήτρου για μάθηση
Ψυχολογία	• Αποβολή αισθήματος άγχους και φόβου αναφορικά με τη δημιουργία λαθών • Γεφύρωση χάσματος λόγω κοινωνικοοικονομικών παραγόντων, εθνικότητας, φύλου
Ανάπτυξη κινήτρων	• Ενίσχυση και βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων: βελτίωση στον τομέα της επικοινωνίας με τον εκπαιδευτικό (εκπαιδευτικός-άβαταρ) και ενίσχυση της επικοινωνίας σε επίπεδο ομάδας • Προώθηση της διερευνητικής μάθησης και στρατηγικών αυτό-μάθησης • Βελτίωση ικανοτήτων αυτό-αξιολόγησης • Ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων (problem-solving skills)

Ερ.3: Ποιες είναι οι απόψεις των εμπλεκομένων για την εφαρμογή των ΕΣΔ;

Σε γενικές γραμμές, η αποδοχή της εφαρμογής των ΕΣΔ κρίθηκε θετική και η ομαδοποίηση των απόψεων οδήγησε σε τρεις κατηγορίες, αυτή των γενικών χαρακτηριστικών και των

εκπαιδευτικών χαρακτηριστικών, καθώς και των παραγόντων που επηρεάζουν την προθυμία χρήσης των ΕΣΔ (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Απόψεις εμπλεκομένων για την εφαρμογή των ΕΣΔ

Κατηγορία	Διαστάσεις
Γενικά χαρακτηριστικά	• Εύκολη πλοήγηση, ελκυστικό περιβάλλον • Εύκολη και ευχάριστη διεπαφή χρήστη-περιβάλλοντος • Χρήσιμα, βοηθητικά και αξιόπιστα • Χωροχρονική αποπλαισίωση
Εκπαιδευτικά χαρακτηριστικά	• Ακρίβεια ερωτήσεων, δυνατότητα επανάληψης, στοχευμένη ανατροφοδότηση • Καταλληλότητα για πολλά και διαφορετικά στυλ και επίπεδα εκπαιδευομένων • Προώθηση αναλυτικού τρόπου σκέψης • Απομάκρυνση από την αποστήθιση • Εκπλήρωση εκπαιδευτικών στόχων • Ενίσχυση επικοινωνίας και συνεργασίας
Παράγοντες επηρεασμού χρήσης	• Φύλο, Ακαδημαϊκή θέση, Διδακτική εμπειρία, Αντιληπτή εμπιστοσύνη, Συμβατότητα, Πολυπλοκότητα, Χρησιμότητα, Αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης, Πολιτική επιρροή

Ερ.4: Ποιο είναι το παιδαγωγικό πλαίσιο σχεδιασμού των ΕΣΔ;

Η ανάλυση των άρθρων ανέδειξε ως κυρίαρχο μοντέλο σχεδιασμού των ΕΣΔ, αυτό των 4 δομικών στοιχείων (36/50, 72%), ενώ και στις λοιπές έρευνες γίνεται χρήση αυτού του μοντέλου εμπλουτισμένου όμως με επιπλέον λειτουργικότητες όπως για παράδειγμα η Φυσική Επεξεργασία Γλώσσας και τα Bayesian δίκτυα (Subchi et al., 2019).

Σε σχέση με τις τεχνικές εκπαιδευτικού σχεδιασμού, η ανάλυση ανέδειξε τις παρακάτω ως σημαντικότερες:

- *Παροχή ανατροφοδότησης που ενεργοποιείται με λανθασμένες αποκρίσεις*: η στρατηγική αυτή ενεργοποιείται όταν ο/η εκπαιδευόμενος/η πραγματοποιεί ένα ή περισσότερα λάθη τα οποία τον/την απομακρύνουν από την επιθυμητή κατάκτηση γνώσης βάση του πεδίου γνώσης του ΕΣΔ. Η μεγάλη πρόκληση για το ΕΣΔ είναι η παροχή άμεσης ανατροφοδότησης, καταφέρνοντας ταυτόχρονα να διατηρηθεί η συνοχή και το ενδιαφέρον του χρήστη.
- *Κατάκτηση της μάθησης*: το ΕΣΔ διασφαλίζει ότι οι εκπαιδευόμενοι έχουν «κατακτήσει» την προαπαιτούμενη γνώση (μπορεί να την ανακαλέσει και να την εφαρμόσει) προτού προχωρήσει στο επόμενο βήμα, ενισχύοντας την αυτοπεποίθηση τους, μέσα από την τμηματοποίηση και την παροχή καθοδηγούμενης γνώσης.
- *Προσαρμοστική απόσταση και επανάληψη*: οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να ανακαλέσουν πιο εύκολα τη γνώση ενός θεματικού πεδίου όταν εκτίθενται σε αυτή τη γνώση επαναλαμβανόμενα για ένα ευρύ χρονικό διάστημα, ενισχύοντας έτσι τη βαθύτερη μάθηση (deep learning).
- *Μεταγνωστική προτροπή*: το ΕΣΔ υποστηρίζει και καθοδηγεί διαδικασίες, οι οποίες επιτρέπουν στους εκπαιδευόμενους να κατασκευάσουν/ανασκευάσουν το δικό τους διανοητικό μοντέλο, προκειμένου να ενισχύει τις ικανότητες αυτό-μάθησης, να επιταχύνει τη μάθηση και να οδηγήσει σε διατήρηση της γνώσης.

Τέλος, από τις 50 έρευνες που αναλύθηκαν, οι 39 (78%) πραγματεύθηκαν το ζήτημα της αξιολόγησης των εκπαιδευόμενων. Στις 28 από αυτές, η αξιολόγηση πραγματοποιείται από το ΕΣΔ και στις 11 πραγματοποιείται στη δια ζώσης διδασκαλία από εκπαιδευτικό.

Τεχνικές αξιολόγησης που εντοπίσθηκαν είναι οι εξής: *ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, επίλυση προβλημάτων, ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, αντιστοίχισης, σωστού/λάθους, προσομοίωση, προφορικές ερωτήσεις και διάλογος με το ΕΣΔ, παιχνίδια και αξιολόγηση μέσω αναγνώρισης φωνής και προσώπου*.

Συμπεράσματα

Καθώς οι ακαδημαϊκές δυνατότητες και οι επιδόσεις των εκπαιδευομένων διαφέρουν, τα ΕΣΔ μπορούν να παρέχουν εξατομικευμένη διδασκαλία και καθοδήγηση βασισμένη στις γνωστικές ανάγκες, στην προϋπάρχουσα γνώση και στις δεξιότητες τους, προσομοιάζοντας τη διδασκαλία "ένα προς ένα", με την ενσωμάτωση χαρακτηριστικών ΤΝ δυνητικά να μπορεί να οδηγήσει τα ΕΣΔ στην επίτευξη του 2-sigma effect κατά Bloom (Sabo et al., 2013).

Η συστηματική ανασκόπηση στην παρούσα εργασία, έδειξε πως η εφαρμογή των ΕΣΔ εστιάζει κυρίως στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και λιγότερο στη σχολική εκπαίδευση, καθώς απαιτείται βασική εξοικείωση με την τεχνολογία, αυτονομία και αυτό-πειθαρχία από την πλευρά των εκπαιδευόμενων, ενώ παρατηρήθηκε υστέρηση στη χρήση ΕΣΔ στο τομέα της κατάρτισης και επιμόρφωσης. Σε επίπεδο σχολικής εκπαίδευσης παρατηρήθηκε εστίαση σε γνωστικά αντικείμενα όπως η πληροφορική, τα μαθηματικά και οι φυσικές επιστήμες, γεγονός που οφείλεται στην ανάγκη ύπαρξης «κλειστών» προβλημάτων στα πρώτα ΕΣΔ. Βέβαια, τα ΕΣΔ νεότερης γενιάς εφαρμόζονται και σε θεωρητικά μαθήματα καθώς πλέον μπορούν να ασχοληθούν και με «ανοικτά» προβλήματα.

Η ανάλυση ανέδειξε την θετική επίδραση των ΕΣΔ στην ακαδημαϊκή επίδοση (*μεγαλύτερα ποσοστά ακρίβειας και ορθότητας απαντήσεων, κατάκτηση νέων γνώσεων στον μισό χρόνο, μεγαλύτερη και καλύτερη αντίληψη λαθών, ενίσχυση της διατήρησης της γνώσης*), στην ψυχολογία (*ενίσχυση αυτοπεποίθησης, ενδιαφέροντος και κινήτρου για μάθηση, αποβολή αισθήματος άγχους και φόβου αναφορικά με τη δημιουργία λαθών, γεφύρωση χάσματος λόγω κοινωνικοοικονομικών παραγόντων, εθνικότητας, φύλου*) και στην ανάπτυξη ικανοτήτων (*προώθηση εξερευνητικής μάθησης, βελτίωση ικανοτήτων αυτό-αξιολόγησης, ενίσχυση κοινωνικών δεξιοτήτων και επίλυσης προβλημάτων*). Επίσης, και η αξιολόγηση διαφοροποιείται σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία, καθώς τα ΕΣΔ προσφέρουν μια πολυδιάστατη, προσαρμοστική και χωρο-χρονικά αποπλαισιωμένη αξιολόγηση.

Συμπερασματικά, διαφαίνεται πως τα ΕΣΔ, μέσα από τεχνολογικές και παιδαγωγικές καινοτομίες, επηρεάζουν θετικά την εκπαίδευση, χωρίς όμως τελικά να υποβαθμίζουν το ρόλο της ανθρώπινης διαμεσολάβησης (εκπαιδευτικός). Στο πλαίσιο λοιπόν του ψηφιακού μετασχηματισμού της εκπαίδευσης, οι εκπαιδευτικοί μαζί με τα ΕΣΔ μπορούν να συνυπάρχουν παράλληλα, χωρίς να ξεχνούν τον αληθινό τους σκοπό, δηλαδή να καλλιεργούν και να ενισχύουν τη σκέψη των εκπαιδευόμενων, καθώς στόχος της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στην εκπαίδευση παραμένει, μεταξύ άλλων και η ανάπτυξη ενός μαθητοκεντρικού μοντέλου (Cowin, 2021).

Αναφορές

Carbonell, J. R. (1970). AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, 11(4), 190-202. https://doi.org/10.1109/TMMS.1970.299942

Cao, J., Yang, T., Lai, I. K. W., & Wu, J. (2021). Student acceptance of intelligent tutoring systems during COVID-19: The effect of political influence. *The International Journal of Electrical Engineering & Education*, 0(0). https://doi.org/10.1177/00207209211003270

Cowin, J. (2021). The Fourth Industrial Revolution: Technology and Education. *Journal of Systemics Cybernetics and Informatics*, 19(8), 53–63. https://doi.org/10.54808/jsci.19.08.53

Dermeval, D., Paiva, R., Bittencourt, I. I., Vassileva, J., & Borges, D. (2017). Authoring Tools for Designing Intelligent Tutoring Systems: a Systematic Review of the Literature. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28(3), 336–384. https://doi.org/10.1007/s40593-017-0157-9

Jiménez, S., Juárez-Ramírez, R., Castillo, V. H., & Armenta, J. J. T. (2018). *Affective Feedback in Intelligent Tutoring Systems: A Practical Approach*. Springer Publishing: NY.

Johnson, W. L., & Lester, J. C. (2018). Pedagogical agents: Back to the future. *AI Magazine*, 39(2), 33–44. https://doi.org/10.1609/aimag.v39i2.2793

Ivanova, I., T. (2021). Intelligent Technologies in E-learning and Intelligent Tutoring Systems. In *Proceedings of the 2021 International Conference on Information Technologies (InfoTech), Varna, Bulgaria, 2021* (pp. 1-4). IEEEXplore. https://doi:10.1109/InfoTech52438.2021.9548438

Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring Systems: A Meta-Analytic Review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42–78. https://doi.org/10.3102/0034654315581420

Kumar, A., Reddy, P., Tewari, A., Agrawal, R., Kam, M. (2012). Improving literacy in developing countries using speech recognition-supported games on mobile devices. In *Proceedings of the SIGCHI Conference* (pp. 1149–1158). ACM Press. https://doi.org/10.1145/2207676.2208564

Lippert, A., Shubeck, K., Morgan, B., Hampton, A., & Graesser, A. (2020). Multiple agent designs in conversational intelligent tutoring systems. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(3), 443–463. https://doi.org/10.1007/s10758-019-09431-8.

Munn, Z., Peters, M.D.J., Stern, C., Tufanaru, C. McArthur, A. & Aramataris, E (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Med Res Methodol* 18, 143. https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x

Page, M., J., McKenzie, J., E., Bossuyt, P., M. et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10(89). https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4

Paladines, J., & Ramirez, J. (2020). A Systematic Literature Review of Intelligent Tutoring Systems With Dialogue in Natural Language. *IEEE Access*, 8, 46–67. https://doi.org/10.1109/access.2020.3021383

Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Malden, MA: Blackwell.

Rajendran, R. (2014). *Enriching the student model in intelligent tutoring system* (Doctoral dissertation, Monash University). IIT Bombay and Monash University, Australia.

Ridley, D. (2012). *The Literature Review: A Step- by- Step Guide for Student (2nd ed.)*. London: SAGE.

Sabo, K. E., Atkinson, R. K., Barrus, A. L., Joseph, S. S., & Perez, R. S. (2013). Searching for the two sigma advantage: Evaluating algebra intelligent tutors. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1833–1840. https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.03.001.

Sottilare, R., DeFalco, J.A., & Connor, J. (2014). A guide to instructional techniques, strategies and tactics to manage learner affect, engagement and grit. In R. Sottilare, A. Graesser, X. Hu & B. Goldberg (Eds.), *Design Recommendations for Intelligent Tutoring Systems* (pp.7-34). U.S. Army Research Laboratory.

Subchi, I., Suparta, M., Zulkifli, Masruroh, S.U., Rozi, N.F., & Nuraeni, N.S. (2019). The Development of E-Learning with Intelligent Tutoring System through Anthropological Approach (A Case Study at UIN Syarif Hidayatullah Jakarta). In *Proceedings of 7th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM2019)*, 7, 1-6. https://doi.org/10.1109/CITSM47753.2019.8965357.

Torgerson, C. (2003). *Systematic Reviews*. London: Continuum.

Yu, S. J., Hsueh, Y. L., Sun, J. C. Y., & Liu, H. Z. (2021). Developing an intelligent virtual reality interactive system based on the ADDIE model for learning pour-over coffee brewing. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100030. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100030