

# Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

Τόμ. 12, Αρ. 5 (2023)

ICODL2023

## Πρακτικά του 12<sup>ου</sup> Συνεδρίου

για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση  
Η εξ αποστάσεως και συμβατική εκπαίδευση στην ψηφιακή εποχή

Αθήνα, 24 έως 26 Νοεμβρίου 2023

## Τόμος 5

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Αντώνης Λιοναράκης

Ευαγγελία Μανούσου

ISBN 978-618-5335-23-6  
ISBN SET 978-618-82258-5-5



Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών,  
Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο



Ελληνικό Δίκτυο  
Ανοικτής & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης

Η Η πολυμορφικότητα και αλληλεπιδραστικότητα του διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού mathema και η συμβολή του στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση

ALEXANDROS PAPADIMITRIOU

doi: [10.12681/icodl.5665](https://doi.org/10.12681/icodl.5665)

Copyright © 2024, ALEXANDROS PAPADIMITRIOU



Άδεια χρήσης [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## Η πολυμορφικότητα και αλληλεπιδραστικότητα του διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού mathema και η συμβολή του στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση

### The versatility and interactivity of the mathema online educational software and its contribution to distance education

Αλέξανδρος Παπαδημητρίου  
Συνεργαζόμενο Εκπαιδευτικό Προσωπικό  
Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο  
[Papadimitriou.alexandros@ac.eap.gr](mailto: Papadimitriou.alexandros@ac.eap.gr)

#### Περίληψη

Αυτό το άρθρο παρουσιάζει το πολυμορφικό εκπαιδευτικό υλικό που υποστηρίζει το διαδικτυακό εκπαιδευτικό λογισμικό mathema, καθώς και τις τεχνικές που χρησιμοποιεί για την αλληλεπιδραστικότητα, αυτονομία, έλεγχο, αναστοχασμό, εξατομικευμένη και αυτο-κατευθυνόμενη μάθηση, συνεργασία μεταξύ των μαθητών, κ.ά. Γίνεται μια παρουσίαση των θεωρητικών θεμελίων του, καθώς και των λειτουργιών του. Αναδεικνύεται η δομή του πολυμορφικού υλικού και των τεχνολογιών που το υποστηρίζουν βασιζόμενο στις υποδείξεις των ερευνητών και θεωρητικών της εκπαίδευσης από απόσταση τόσο στο παιδαγωγικό όσο και στο τεχνολογικό μέρος. Στο τέλος, παρουσιάζεται η αξιολόγησή του από φοιτητές. Στα συμπεράσματα, γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη συνάφειά του με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και στην προστιθέμενη αξία που προσφέρει σε αυτή.

#### Λέξεις-κλειδιά

Πολυμορφικότητα, αλληλεπιδραστικότητα, εξατομικευμένη μάθηση, αυτονομία, εξ αποστάσεως εκπαίδευση

#### Abstract

This article presents the multimodal (polymorphic) learning materials that support online educational software mathema, as well as the techniques it uses for interactivity, autonomy, control, reflection, personalized and self-directed learning, collaboration between students, etc. There is a presentation of its theoretical

foundations, as well as its functions. The structure of the polymorphic material and the technologies that support it are highlighted, based on the suggestions of distance education researchers and theorists in both the pedagogical and the technological part. At the end, its evaluation by students is presented. In the conclusions, special reference is made to its relevance to distance education and the added value it offers to it.

### **Keywords**

versatility, interactivity, personalized and self-directed learning autonomy, reflection, distance learning.

### **Εισαγωγή**

Το άρθρο αυτό έχει ως στόχο την παρουσίαση του πολυμορφικού εκπαιδευτικού υλικού που υποστηρίζει το ανοικτό διαδικτυακό εκπαιδευτικό λογισμικό *mathema*, καθώς και τις τεχνικές που χρησιμοποιεί για την αλληλεπιδραστικότητα, αυτονομία, έλεγχο, αναστοχασμό, εξατομικευμένη, συνεργατική και αυτο-κατευθυνόμενη μάθηση, κ.ά. Επίσης, στοχεύει να αναδείξει την προστιθέμενη αξία που προσφέρει στην ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Το συγκεκριμένο λογισμικό συνεισφέρει στην κάλυψη του κενού που υπάρχει σε λογισμικά της εκπαίδευσης από απόσταση, όσον αφορά στην παιδαγωγική αξιοποίηση του λάθους, βασιζόμενο στις εσφαλμένες αντιλήψεις (*misconceptions*) που έχουν οι μαθητές σε κάθε μαθησιακή ενότητα (π.χ., του ηλεκτρομαγνητισμού), όπως είναι καταγεγραμμένες στη διεθνή βιβλιογραφία. Επιδιώκεται η ουσιαστική σε βάθος γνώση του αντικειμένου καθώς και η πρόληψη και αντιμετώπιση των εσφαλμένων αντιλήψεων σε ένα αλληλεπιδραστικό επικοινωνιακό περιβάλλον που χρησιμοποιεί προσομοιώσεις, αναλογίες, βίντεο, κινούμενο κείμενο, διερευνήσεις, καθοδηγούμενους διαλόγους κ.ά. Επίσης, συνδυάζει εξατομικευμένη με συνεργατική μάθηση.

Μία σημαντική ευκαιρία-πρόκληση που προσφέρει το Διαδίκτυο στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση αφορά στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών συστημάτων, τα οποία βασίζονται σε σύγχρονες θεωρίες μάθησης, και ενθαρρύνουν/υποστηρίζουν την επικοινωνία και τη συνεργασία των μελών της εικονικής τάξης. Επίσης,

υποστηρίζουν/καθοδηγούν τους εκπαιδευόμενους, κατά τη διάρκεια της μελέτης τους, εμπλέκοντάς τους σε δραστηριότητες εξατομικευμένης και συνεργατικής μάθησης μέσω των οποίων μπορούν να αναπτύξουν ικανότητες αναστοχασμού και αυτορρύθμισης.

Σύμφωνα με τον Λιοναράκη (2001α), η εκπαίδευση από απόσταση είναι αυτή που διδάσκει και ενεργοποιεί το μαθητή πώς να μαθαίνει μόνος του και πώς να λειτουργεί αυτόνομα προς μία ευρετική πορεία αυτομάθησης.

Όπως χαρακτηριστικά επισημαίνει ο Garrison (2017), η αμφίδρομη επικοινωνία, η αυξημένη αλληλεπίδραση και η χρήση της τεχνολογίας, είναι το κύριο χαρακτηριστικό των σύγχρονων προγραμμάτων στην εκπαίδευση από απόσταση.

Σύμφωνα με τους Γκικόσο, Κοτσούμπα & Μαυροειδή (2009), τα *προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα* αποτελούν ένα νέο πεδίο ανάπτυξης εκπαιδευτικού υλικού στην εκπαίδευση από απόσταση. Η δημιουργία του εκπαιδευτικού υλικού είναι μια προσπάθεια ισορροπίας του ελέγχου που παρέχεται στον εκπαιδευόμενο και της πρόσβασης που μπορεί να έχει αυτός στο υλικό και μεταξύ της αυτονομίας του και του βαθμού αλληλεπίδρασης με το υλικό.

Το *mathema* από τεχνολογικής άποψης είναι ένα *Διαδικτυακό Προσαρμοστικό Εκπαιδευτικό Σύστημα Υπερμέσων* (Διαδικτυακό ΠΕΣΥ) που θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένα αυτόνομο προσαρμοστικό και ευφυές ΜΟΟC. Η αυτονομία του έγκειται στον αυτόνομο (stand-alone) σχεδιασμό του βασιζόμενο στις προσαρμοστικές και ευφυείς τεχνολογίες Διαδικτύου, ιδίως αυτές που χρησιμοποιούν τα προσαρμοστικά και ευφυή εκπαιδευτικά συστήματα υπερμέσων. Τα ΠΕΣΥ αποτελούν μια σχετικά νέα ερευνητική περιοχή στα εκπαιδευτικά συστήματα υπερμέσων, η οποία αφορά τόσο στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό όσο και τις τεχνικές δυνατότητες υλοποίησης συστημάτων ικανών να παίρνουν αποφάσεις σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της μάθησης και να παρέχουν στον τελικό χρήστη δυνατότητες ελέγχου της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Brusilovsky & Millán, 2007).

### **Τα θεωρητικά θεμέλια σχεδίασης του διαδικτυακού λογισμικού *mathema***

Η πολυμορφικότητα είναι ένα από τα χαρακτηριστικά που διακρίνει το εκπαιδευτικό υλικό του *mathema*. Η πολυμορφικότητά του έχει τα χαρακτηριστικά εκείνα που προτείνει ο Λιοναράκης (2001β), ο οποίος δίνει έμφαση στην πολυμορφική εξ αποστάσεως εκπαίδευση υπογραμμίζοντας: α) την ποιοτική της διάσταση στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία, β) τη πολυλειτουργικότητά της ως προς την ευελιξία της διαχείρισής της από τη μεριά των διδασκόντων και των διδασκομένων, και γ) την υιοθεσία και ευχρηστία όλων των ευέλικτων μέσων και εργαλείων που υποστηρίζουν μία ευέλικτη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης. Για την επίτευξή της, ο Λιοναράκης (2001β) θέτει δέκα κριτήρια που αποτυπώνουν τα δεδομένα ενός ορισμού της εκπαίδευσης από απόσταση που είναι: ο μαθητής, ο δάσκαλος, η μάθηση, η διδασκαλία, η επικοινωνία, το διδακτικό υλικό, ο τόπος, ο χρόνος, ο εκπαιδευτικός φορέας και η αξιολόγηση. Λαμβάνοντας υπόψη την πολυμορφικότητα που πρέπει να έχει το εκπαιδευτικό υλικό, ο Λιοναράκης (2001β) προτείνει την εξής δομή του: *προκείμενα, κείμενο, μετακείμενα, διακείμενα, επικείμενα, παρακείμενα, περικείμενα, πολυκείμενα, και πολυαντικείμενα*. Υποστηρίζει επίσης, ότι το έντυπο υλικό της πολυμορφικής εκπαίδευσης από απόσταση μπορεί πολύ εύκολα να προσαρμοστεί σε περιβάλλον υπερμέσων.

Η Μανούσου (2009) αναφέρει ότι: «η πολυμορφικότητα του υλικού της εξΑΕ, επιτυγχάνεται με την πολύπλευρη αξιοποίηση των πολυμέσων και της οπτικοακουστικής γλώσσας, καθώς το παιδαγωγικό υλικό βασίζεται στην τεχνολογία των υπερμέσων, δηλαδή στην ύπαρξη των «κόμβων» και «συνδέσμων» μέσω των οποίων δημιουργείται μια μη γραμμική οργάνωση και αναπαράσταση της πληροφορίας, και στην παιδαγωγική αξιοποίηση πολλών μέσων με τη μορφή κειμένων, γραφικών, εικόνων, κινουμένων σχεδίων και ήχων.»

Το εκπαιδευτικό υλικό εκτός της πολυμορφικότητας απαιτεί και κάποιες θεωρίες εκπαίδευσης από απόσταση για την υποστήριξη της διδασκαλίας και μάθησης.

Σύμφωνα με τον Holmberg (2005), η διδασκαλία θεωρείται ως διευκόλυνση της μάθησης σε ένα περιβάλλον εξατομίκευσης της διδασκαλίας και μάθησης μέσω καθοδηγούμενης διδακτικής συνομιλίας, ενθάρρυνσης της κριτικής σκέψης και εκτεταμένης αυτονομίας των μαθητών.

Ο Wedemeyer (1981) υποστήριζε ότι οι στόχοι της εκπαίδευσης από απόσταση πρέπει να δίνουν έμφαση στη μάθηση με επίκεντρο τον μαθητή και την ανεξάρτητη

μελέτη προσδιορίζοντας τα βασικά στοιχεία της ανεξάρτητης μάθησης ως μεγαλύτερη υπευθυνότητα των μαθητών, ευρέως διαθέσιμη διδασκαλία, αποτελεσματικό συνδυασμό μέσων και μεθόδων και προσαρμογή στις ατομικές διαφορές. Επιπρόσθετα, οι μαθητές πρέπει να αποκτήσουν τις αξίες και τις δεξιότητες που απαιτούνται για να γίνουν ανεξάρτητοι μαθητές, να αναπτύξουν την ικανότητα να συνεχίσουν την αυτο-κατευθυνόμενη μάθηση, να έχουν αυτονομία με διάφορους βαθμούς ελευθερίας στον αυτοκαθορισμό στόχων και δραστηριοτήτων.

Η θεωρία της «συναλλακτικής απόστασης» του Moore (2013) δίνει έμφαση στο διάλογο, τη δομή και την αυτονομία του μαθητή. Ο όρος διάλογος χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια αλληλεπίδραση ή μια σειρά αλληλεπιδράσεων. Υποστηρίζει τρεις τύπους αλληλεπίδρασης: μαθητή-υλικού, μαθητή-καθηγητή και μαθητή-μαθητή. Επίσης, ο Moore (2013) θεωρεί ότι η χρήση των τεχνολογικών μέσων μπορεί να αυξήσει την αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητή και καθηγητή και να μειώσει τη συναλλακτική απόσταση, που είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητή - καθηγητή σε ένα μαθησιακό περιβάλλον που χωρίζεται γεωγραφικά, ώστε να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της εκπαίδευσης από απόσταση. Υποστηρίζει επίσης, ότι η αυτονομία των μαθητών εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο αυτοί, καθορίζουν τους στόχους, τις μαθησιακές εμπειρίες και τις αποφάσεις αξιολόγησης στη σχέση διδασκαλίας-μάθησης.

Από αυτά που προτείνουν οι πιο πάνω ερευνητές και θεωρητικοί της εκπαίδευσης από απόσταση, το *mathema* υποστηρίζει εξατομίκευση της διδασκαλίας και της μάθησης μέσω καθοδηγούμενης διδακτικής συνομιλίας (ανατροφοδότηση καθοδήγησης και/ή καθοδηγούμενοι διάλογοι), προσαρμογή στις ατομικές διαφορές (μαθησιακό στυλ, ενδιαφέροντα και άλλες προτιμήσεις), ενθάρρυνση της κριτικής σκέψης (μέσω αναστοχασμού, επίλυσης προβλημάτων, αναλογιών, συγκρίσεων, πρόβλεψης, συμπερασμάτων, παρατήρησης και κρίσης παρατηρήσεων κ.ά.), εκτεταμένη αυτονομία των μαθητών και ανεξάρτητη μάθηση (με ανάληψη της ευθύνης της μαθησιακής τους πορείας, την ελεύθερη πλοήγηση, τον έλεγχο μέσω επιλογών, τον ορισμό σκοπού της μάθησής τους μέσω επιλογής εξατομικευμένων μονοπατιών μάθησης, την επιλογή περιεχόμενου που επιθυμούν να μελετήσουν, τη μέθοδο που θα ακολουθήσουν μέσω πλοήγησης, την αξιολόγηση της μάθησής τους, κ.ά), ευρέως διαθέσιμη διδασκαλία (σε οποιονδήποτε μέσω του κύκλου μάθησης

των Kolb, A. & Kolb, D. (2017) και των πολλαπλών διδακτικών προσεγγίσεων), μαθητοκεντρισμό (που βασίζεται στον εποικοδομιστικό του Piaget (1985), τον κοινωνικό-πολιτισμικό εποικοδομιστικό του Vygotsky (1997) και τον κύκλο μάθησης των Kolb (2017)), αποτελεσματικό συνδυασμό μέσων και μεθόδων (η αξιολόγησή του έδειξε υψηλή αποτελεσματικότητά τους), αλληλεπιδράσεις μαθητή-υλικού (ανατροφοδότηση καθοδήγησης του μαθητή στην επιστημονικά ορθή απάντηση σε κάθε επιλογή του), μαθητή-καθηγητή (χρήση παιδαγωγικού συμβούλου για καθοδήγηση μέσω ανατροφοδότησης) και μαθητή-μαθητή (προσαρμοστικός σχηματισμός ομάδων συνεργασίας). Το παιδαγωγικό του υλικό βασίζεται στην τεχνολογία των υπερμέσων με υψηλού βαθμού αλληλεπιδραστικότητα. Επίσης, ως εποικοδομιστικό περιβάλλον προωθεί την αυτονομία και υπευθυνότητα των μαθητών.

Οι θεωρίες μάθησης, οι διδακτικές στρατηγικές και το πεδίο εφαρμογής που χρησιμοποιεί το *mathema* είναι συντελεστές αποφασιστικής σημασίας για την επιλογή των προσαρμοστικών και ευφυών τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξή του (Papadimitriou, Grigoriadou, & Gyftodimos, 2008).

Για την επιτυχία των πιο πάνω δυνατοτήτων, το *mathema* έχει οικοδομήσει ένα εξατομικευμένο μοντέλο του εκπαιδευόμενου και εφαρμόζει αυτό το μοντέλο για να προσαρμόζει το περιεχόμενο και/ή την εμφάνιση των υπερμέσων, σύμφωνα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, όπως είναι ο γνωστικός στόχος, το επίπεδο γνώσης, η προϋπάρχουσα γνώση, τα ενδιαφέροντα, οι προτιμήσεις και το μαθησιακό στυλ (Brusilovsky & Millán, 2007). Επιπλέον, αυξάνει τη λειτουργικότητά του συνδυάζοντας την ελεύθερη πλοήγηση με την εξατομικευμένη παρουσίαση και μπορεί να υποστηρίξει λειτουργίες πλήρως ελεγχόμενες από το σύστημα μέχρι πλήρως ελεγχόμενες από τον εκπαιδευόμενο. Σε γενικές γραμμές είναι ένα ΠΕΣΥ, που σύμφωνα με τους Brusilovsky & Millán (2007), ικανοποιεί τρία κριτήρια: α) είναι σύστημα υπερμέσων, β) διαθέτει μοντέλο εκπαιδευόμενου και, γ) προσαρμόζεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του εκπαιδευόμενου χρησιμοποιώντας το μοντέλο του.

Οι δυνατότητες μελέτης είναι αρκετά πιο προχωρημένες από εκείνες των παραδοσιακών συστημάτων εξ αποστάσεως μελέτης λόγω της αυξημένης αλληλεπιδραστικότητας, καθοδήγησης, υποστήριξης, αυτονομίας, ανεξαρτησίας

των εκπαιδευομένων κ.ά., καθώς και της χρήσης σύγχρονων διδακτικών προσεγγίσεων, τα οποία θα παρουσιαστούν σε αυτό το άρθρο.

### **Τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά του διαδικτυακού λογισμικού mathema**

Τα παιδαγωγικά μοντέλα διδασκαλίας είναι οι διαφορετικές διδακτικές στρατηγικές που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί στη διδασκαλία για να διευκολύνουν τη μάθηση. Η βασική αρχή της εξατομικευμένης μάθησης είναι ότι μια απλή διδακτική στρατηγική δεν είναι επαρκής για όλους τους μαθητές. Επομένως, οι εκπαιδευόμενοι θα είναι ικανότεροι να πετυχαίνουν τους μαθησιακούς στόχους πιο αποτελεσματικά, όταν οι παιδαγωγικές διαδικασίες προσαρμόζονται στις ατομικές τους διαφορές (Tomlinson, 2017).

Το μαθησιακό στυλ είναι μια ατομική διαφορά και είναι ο τρόπος που ο καθένας αντιλαμβάνεται, επεξεργάζεται και αφομοιώνει την πληροφορία. Εκπαιδευόμενοι με διαφορετικό μαθησιακό στυλ ανταποκρίνονται διαφορετικά σε διαφορετικές διδακτικές στρατηγικές και γι' αυτό αυτές πρέπει να ταιριάζουν με το μαθησιακό τους στυλ. Τα οφέλη τα οποία προκύπτουν όταν σχεδιάζουμε μαθήματα λαμβάνοντας υπόψη το μαθησιακό στυλ των εκπαιδευομένων είναι: (α) η ανταπόκριση των εκπαιδευομένων στο εκπαιδευτικό υλικό αυξάνοντας την παραμονή (retention) και την εμπλοκή (engagement) του μαθητή στο προσφερόμενο μάθημα ή θεματική ενότητα (Javadi, Mohammadi & Akbari, 2017) και (β) η βελτίωση των επιδόσεών τους (Kolb & Kolb, 2017; Javadi et al., 2017).

Οι Eom & Ashill (2016) συμπέραναν ότι, εκτός του μαθησιακού στυλ, η δομή του μαθήματος, η ανατροφοδότηση του εκπαιδευτικού, η αυτο-παρακίνηση, η αλληλεπίδραση και η διευκόλυνση του εκπαιδευτικού επηρεάζουν σημαντικά την ικανοποίηση των μαθητών. Επίσης, οι Tie & Umar, (2010) θεωρούν ότι η ποικιλομορφία των μορφών μάθησης επηρεάζει τη συμμετοχή των μαθητών στην κατανόηση των εννοιών, επηρεάζοντας σημαντικά τη διατήρηση των πληροφοριών και αργότερα τα ακαδημαϊκά τους επιτεύγματα.

Ένα ιδιαίτερο ζήτημα μείζονος σημασίας, που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός ΠΕΣΥ, είναι η επιλογή των διαστάσεων του μαθησιακού ή γνωστικού στυλ για τον προσαρμοστικό σχηματισμό ομάδων (Karagiannidis & Sampson, 2004). Επίσης, η επιλογή των διαστάσεων του μοντέλου μαθησιακού στυλ

για σχηματισμό ομάδων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να ταιριάζει με το πεδίο εφαρμογής (Papadimitriou, Grigoriadou, & Gyftodimos, 2008). Για παράδειγμα, αν το πεδίο εφαρμογής αποτελείται από δύσκολες αφηρημένες έννοιες (όπως της Φυσικής), τότε θα ήταν καλύτερο να χρησιμοποιούμε την αφηρημένη και τη συγκεκριμένη διάσταση του μαθησιακού στυλ των εκπαιδευομένων για το σχηματισμό ομάδων.

Με την ανάπτυξη ενός υποστηρικτικού περιβάλλοντος μάθησης, οι εκπαιδευτικοί διευκολύνουν τους διαδικτυακούς τους μαθητές σχεδιάζοντας, οργανώνοντας, διευκολύνοντας και διδάσκοντας μέσω μιας ποικιλίας μεθόδων που προωθούν θετική αλληλεπίδραση μεταξύ του εκπαιδευτικού και των μαθητών και συνδυάζοντας ήχο, βίντεο, συζήτηση, συνεδρίες συνομιλίας, πρακτικές δραστηριότητες και άλλα διαδικτυακά εργαλεία για να προσελκύσουν μαθητές (Jaggars, Edgcombe, & Stacey, 2013). Όλα τα παραπάνω έχουν ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό του mathema.

Αναπόσπαστο τμήμα ενός παιδαγωγικού μοντέλου είναι το θεωρητικό μοντέλο, ιδιαίτερα σημαντικό στα νέα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που δημιουργούνται στα συστήματα εκπαίδευσης από απόσταση. Σε αυτό περιγράφονται οι κατάλληλες εκπαιδευτικές στρατηγικές ή προσεγγίσεις και προσδιορίζονται οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Οι Rumble & Latchem (2004) αναφέρονται σε τέσσερα θεωρητικά-διδακτικά μοντέλα εκπαίδευσης που χρησιμοποιούν οι εφαρμογές στο Διαδίκτυο: (α) το μοντέλο μεταβίβασης της διδασκαλίας και της μάθησης, (β) το εποικοδομιστικό μοντέλο, (γ) το κοινωνικο-πολιτισμικό μοντέλο και (δ) το μεταγνωστικό μοντέλο. Σύμφωνα με τους Rumble & Latchem (2004), το *μοντέλο μεταβίβασης της διδασκαλίας και της μάθησης* χρησιμοποιήθηκε στις παλιότερες γενιές συστημάτων εκπαίδευσης από απόσταση, όπου οι τεχνολογίες και τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η αλληλογραφία και το έντυπο υλικό, τα συστήματα εκπομπής και τα συστήματα πολυμέσων μιας κατεύθυνσης, το *εποικοδομιστικό μοντέλο*, θεωρεί ότι η μάθηση είναι μια ενεργή ανάπτυξη της προσωπικής γνώσης και κατανόησης και βασίζεται στην ερμηνεία και επιλογή της προσωπικής οικοδόμησης της γνώσης και της συνεχούς επανεξέτασής - αναθεώρησής της και ενσωμάτωσή της με τη νέα γνώση και κατανόηση. Ο ρόλος του διδάσκοντα-

συμβούλου είναι να θέτει ενδιαφέρουσες και ουσιαστικές εργασίες στον εκπαιδευόμενο, παρατηρώντας και υποστηρίζοντας τη δραστηριότητά του και βοηθώντας τον να αναθεωρεί τις απόψεις του, στο *κοινωνικο-πολιτισμικό μοντέλο*, η μάθηση θεωρείται ότι είναι μια κοινωνική διεργασία, που βασίζεται στην αλληλεπίδραση και στην συν-οικοδόμηση κοινών αξιών και γνώσεων, ρυθμίζεται από την ομάδα και ενισχύει τη διαμόρφωση και την αξιολόγηση κοινών αξιών μεταξύ των μελών της ομάδας, και το *μεταγνωστικό μοντέλο* βοηθάει τον αναστοχασμό και υποστηρίζει τους εκπαιδευόμενους να κάνουν ένα βήμα προς τη μάθησή τους και να την παρακολουθούν, έτσι ώστε να βελτιώσουν τη γνώση τους. Σύμφωνα με τους Rumble & Latchem (2004), η αμφίδρομη, πολλών κατευθύνσεων τεχνολογία της εκπαίδευσης από απόσταση μπορεί να επιδράσει σημαντικά και να ενισχύσει την ανάπτυξη του επικοινωνιακού και του κοινωνικο-πολιτισμικού μοντέλου. Γενικότερα, οι νέες δυνατότητες που προσφέρει το Διαδίκτυο μπορούν να υποστηρίξουν και να ενισχύσουν τη σχεδίαση και λειτουργία διαδικτυακών μαθημάτων με βάση τα μοντέλα στα οποία αναφέρονται οι Rumble & Latchem (2004), διευκολύνοντας τόσο την ανάπτυξη καινοτόμου εκπαιδευτικού υλικού όσο και την αλληλεπίδραση και συνεργασία της εικονικής τάξης.

#### **Διδακτικός σχεδιασμός του διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού mathema**

Το διαδικτυακό εκπαιδευτικό λογισμικό mathema έχει υιοθετήσει, το επικοινωνιακό, το κοινωνικο-πολιτισμικό και το μεταγνωστικό μοντέλο, ώστε ο εκπαιδευόμενος να οικοδομεί τη γνώση μέσω αλληλεπίδρασης με το σύστημα, βασιζόμενος στον αναστοχασμό και σε συνεργασία με άλλους ομότιμους του. Για την υποστήριξη των προηγούμενων μοντέλων στο mathema υιοθετήθηκε η Θεωρία Εμπειρικής Μάθησης των Kolb (2017) και σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις που υποστηρίζει αυτό το μοντέλο.

Η Θεωρία Εμπειρικής Μάθησης των Kolb (2017) είναι μια ολιστική επικοινωνιακή θεωρία μάθησης στην οποία η κοινωνική γνώση δημιουργείται και ξαναδημιουργείται στην προσωπική γνώση του κάθε εκπαιδευόμενου διαμέσου του συνδυασμού της αντίληψης και του μετασχηματισμού της εμπειρίας. Ως ολιστική θεωρία μπορεί να καλύψει οποιοδήποτε είδος εκπαιδευτικού υλικού. Το μοντέλο των Kolb απεικονίζει δυο διαλεκτικά σχετιζόμενους τρόπους: (α) την αντίληψη μέσω

εμπειρίας, που περιλαμβάνει τη *Συγκεκριμένη Εμπειρία* (μάθηση μέσω αισθήσεων και συναισθημάτων) και την *Αφηρημένη Αντίληψη Εννοιών* (μάθηση μέσω σκέψης) και (β) το μετασχηματισμό της εμπειρίας, που περιλαμβάνει τη *Αναστοχαστική Παρατήρηση* (μάθηση μέσω παρατήρησης) και τον *Ενεργό Πειραματισμό* (μάθηση μέσω ενεργού συμμετοχής και δράσης).

Οι Kolb (2017) υποστηρίζουν ότι οι περισσότεροι άνθρωποι προτιμούν να μαθαίνουν με ένα από τα τέσσερα μαθησιακά στυλ που είναι: *αποκλίνον, αφομοιωτικό, συγκλίνον* και *προσαρμοζόμενο*. Αυτά τα μαθησιακά στυλ αναγνωρίζονται από το ερωτηματολόγιο των Kolb (2017) το οποίο χρησιμοποιεί το *mathema*.

Η επιλογή της διδακτικής στρατηγικής εξαρτάται από το μαθησιακό στυλ και το επίπεδο γνώσης του εκπαιδευόμενου. Το αποτέλεσμα μιας στρατηγικής είναι είτε η μάθηση νέων εννοιών είτε η βαθύτερη κατανόησή τους. Για το λόγο αυτό τα τεστ αξιολόγησης είναι απαραίτητα για να δείξουν αν πέτυχε η συγκεκριμένη διδακτική στρατηγική ή αν χρειάζεται διαφορετική. Τα προσαρμοστικά συστήματα, όπως το *mathema*, σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα, έχουν τη δυνατότητα να το αντιλαμβάνονται και να παρέχουν στο μαθητή διαφορετική διδακτική στρατηγική. Για την επιλογή της πιο κατάλληλης διδακτικής στρατηγικής, θα πρέπει το σύστημα να εξετάζει και το μαθησιακό στυλ, τις γνώσεις και τις προτιμήσεις του κάθε εκπαιδευόμενου, κάτι που υποστηρίζει το *mathema*.

Το εποικοδομιστικό πλαίσιο που υποστηρίζει το *mathema* βασίζεται στην εποικοδομιστική θεωρία του Piaget (1985), ο οποίος δέχεται ότι οι άνθρωποι οικοδομούν τη γνώση μέσω της αλληλεπίδρασης μεταξύ των ιδεών τους και των εμπειριών τους. Το κοινωνικό-πολιτισμικό μοντέλο που υποστηρίζει το *mathema* είναι του Vygotsky (1997) που είναι σήμερα ένα από τα κυρίαρχα μοντέλα στο σχεδιασμό σύγχρονου εκπαιδευτικού λογισμικού.

Το μεταγνωστικό θεωρητικό πλαίσιο που υποστηρίζει το *mathema* προτάθηκε από τον Flavell (2004) που θεωρεί ότι η μεταγνώση αποτελείται από μεταγνωστική γνώση και μεταγνωστική εμπειρία ή διόρθωση.

Ο διδακτικός σχεδιασμός του διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού *mathema* υποστηρίζει τον εκπαιδευόμενο:

- στην οικοδόμηση γνώσης (μαθητοκεντρική προσέγγιση), στην αναγνώριση των

εσφαλμένων αντιλήψεων και στην αυτο-διόρθωση των λαθών τους μέσω αναστοχασμού (παιδαγωγική αξιοποίηση του λάθους),

- στην επιλογή και στην επίτευξη των μαθησιακών του στόχων, αναγνωρίζοντας τι έχει ήδη μάθει και τι είναι ικανός να κάνει, κρίνοντας την προσωπική πρόοδο της μάθησής του,
- στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, στην αυτορρύθμιση και στην εμπέδωση της μάθησης μέσω κοινωνικής εμπειρίας,
- στην αλληλεπιδραστική επίλυση προβλήματος,
- στη μελέτη από οποιαδήποτε γεωγραφική περιοχή, οποτεδήποτε και με το δικό του ρυθμό μάθησης,
- στη συνεργασία, για οτιδήποτε έχει σχέση με το εκπαιδευτικό υλικό, μέσω συνεργατικών δραστηριοτήτων, δημιουργώντας ομάδες όπου την τελική απόφαση επιλογής των συνεργατών του την έχει ο μαθητής,
- παρέχοντας εξατομικευμένη μάθηση μέσω κατάλληλων διδακτικών στρατηγικών που να ταιριάζουν με το μαθησιακό του στυλ,
- παρέχοντας πολυμορφικό εκπαιδευτικό υλικό μέσω του κύκλου μάθησης των Kolb (2017), και σε διάφορες μορφές πολυμέσων (κείμενο, ήχο, βίντεο κ.ά.),
- παρέχοντας αυξημένη αλληλεπίδρασή του με το υλικό μέσω ανατροφοδότησης καθοδήγησης ή καθοδηγούμενων διαλόγων με το σύστημα ή τον παιδαγωγικό σύμβουλο που τον καθοδηγούν στην ορθή επιστημονική γνώση,
- παρέχοντας εμπειρίες που αφορούν στη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης μέσω πολλαπλών προοπτικών και πρόσθετη πληροφορία σε μια σελίδα μέσω ενεργών λέξεων ή της εργαλειοθήκης και κίνητρα για την ενεργή συμμετοχή του.
- ενσωματώνοντας τη μάθηση σε ρεαλιστικά περιβάλλοντα (αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες) που σχετίζονται με τον πραγματικό κόσμο,
- υποστηρίζοντας την αυτονομία και ανεξαρτησία του, που μπορεί να τον οδηγήσει στη βαθύτερη κατανόηση του υλικού και στην οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης,

- προσφέροντας πολλαπλές μορφές αναπαράστασης, έκφρασης και προσωπικής εμπλοκής και βοήθεια ώστε να επιτυγχάνει τους μαθησιακούς στόχους πιο αποτελεσματικά, κατάλληλες και πολλαπλές διδακτικές στρατηγικές που να ταιριάζουν με το μαθησιακό του στυλ,
- καθοδηγώντας τον στη σχετική, ενδιαφέρουσα πληροφορία και απομακρύνοντάς τον από τη μη σχετική πληροφορία την οποία δεν μπορούν να κατανοήσουν μέσω του χειρισμού της δομής των συνδέσμων.

Το πολυμορφικό εκπαιδευτικό υλικό αποτελείται από: α) προκείμενα όπου υπάρχει μια εισαγωγή στην έννοια, οι προαπαιτούμενες γνώσεις και τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, β) το κυρίως κείμενο με τις βασικές έννοιες που χρησιμοποιούνται πολλαπλές διδακτικές προσεγγίσεις, όπως ερωτήσεις – οπτικοποίηση, όπου χρησιμοποιούνται αναλογίες και βιντεοσκοπημένες προσομιώσεις πραγματικών καταστάσεων στις οποίες τίθενται ερωτήσεις και οι μαθητές καθοδηγούνται προς την επιστημονικά τεκμηριωμένη απάντηση, θεωρητικές παρουσιάσεις και παραδείγματα επίλυσης ασκήσεων μέσω κινούμενου κειμένου και αλληλεπιδραστική επίλυση ασκήσεων, όπου οι μαθητές καθοδηγούνται προς την επιστημονικά τεκμηριωμένη απάντηση και δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος (μέσω καθοδηγούμενων διαλόγων), οι οποίες καλύπτουν τις ανάγκες των εκπαιδευομένων με διαφορετικά μαθησιακά στυλ, γ) τα μετακείμενα που περιέχουν τη σύνοψη και περίληψη της κάθε έννοιας που μελετάται, γλωσσάρι, τεστ αξιολόγησης και ερωτηματολόγιο μαθησιακού στυλ, δ) τα διακείμενα που αποτελούνται από συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν από τις προσομιώσεις, δραστηριότητες και ασκήσεις για ανάπτυξη κριτικής σκέψης, ανάδειξη και αξιοποίηση γνώσεων και εμπειριών, επαλήθευση και αυτοαξιολόγηση γνώσεων και δεξιοτήτων, εφαρμογές, επεξεργασία δεδομένων από προσομιώσεις και μετρήσεις που λαμβάνονται από τη μελέτη πειραμάτων, τους μηχανισμούς ανατροφοδότησης, κ.ά., ε) τα επικείμενα που αποτελούνται από διασαφηνίσεις, συμβολισμούς, και ορισμούς που βρίσκονται στη Βοήθεια, στους Συμβολισμούς και στα Φυσικά μεγέθη της Εργαλειοθήκης, και σελίδες που εξηγούν τις σχετικές έννοιες που βρίσκονται υπό μορφή ενεργών λέξεων μέσα στο κείμενο οι οποίες διευκολύνουν την κατανόηση και επεξεργασία του βασικού κειμένου, ε) τα παρακείμενα που

αποτελούνται από φωτογραφίες, γραφήματα, εικόνες, σχήματα που βρίσκονται στις σελίδες του εκπαιδευτικού υλικού, στ) τα περικείμενα, που περιλαμβάνουν τα παραδείγματα ασκήσεων υπό μορφή κινούμενου κειμένου, τα κείμενα σε αναδυόμενα παράθυρα και επεξηγήσεις υπό μορφή ανατροφοδότησης καθοδήγησης, τους καθοδηγούμενους διαλόγους, κ.ά., ζ) τα πολυκείμενα που κυρίως βρίσκονται σε σελίδες της αλληλεπιδραστικής επίλυσης προβλήματος, τα οποία κατά τη διάρκεια της μελέτης του υλικού ζητούνται από το μαθητή να εκπονήσει και να εφαρμόσει (προσομοίωση, αποτελέσματα, επεξεργασία, συζήτηση επί αυτών σε ομάδες, κ.ά., και στ) τα πολυαντικείμενα που είναι οι βιντεοσκοπη-μένες προσομοιώσεις, ηχογραφήσεις για την ομιλία του παιδαγωγικού συμβούλου, και το εργαλείο σύγχρονης επικοινωνίας που διαθέτει το σύστημα για συνομιλίες-διαπραγματεύσεις.

#### **Οι προσαρμοστικές και ευφυείς τεχνικές που προσφέρονται διαμέσου του διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού mathema**

Το διαδικτυακό εκπαιδευτικό λογισμικό mathema για να αυξήσει τη λειτουργικότητά του και την αποτελεσματικότητά του χρησιμοποιεί προσαρμοστικές και ευφυείς τεχνικές, όπως αυτές εφαρμόζονται στα ΠΕΣΥ. Οι τεχνικές αυτές είναι:

- α) Αλληλουχία μαθημάτων: το σύστημα παρέχει στον εκπαιδευόμενο την πιο κατάλληλη αλληλουχία εκπαιδευτικού περιεχομένου. Έμμεσα το σύστημα υποστηρίζει τον εκπαιδευόμενο να βρει το βέλτιστο μονοπάτι μέσα στο εκπαιδευτικό υλικό και επιλέγει τη θεματολογία των μαθημάτων και/ή το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό, λαμβάνοντας υπόψη το μαθησιακό στυλ και το επίπεδο γνώσης του εκπαιδευόμενου σε κάθε βασική έννοια.
- β) Προσαρμοστική παρουσίαση: το σύστημα προσαρμόζει τη διδακτική στρατηγική που ταιριάζει καλύτερα στο μαθησιακό στυλ κάθε εκπαιδευόμενου, κάνοντας χρήση του μοντέλου μαθησιακού στυλ των Kolb (2017). Το συγκεκριμένο μοντέλο μαθησιακού στυλ καλύπτει όλα τα κριτήρια επιλογής του πιο κατάλληλου μοντέλου μαθησιακού στυλ που προτείνουν οι Karagiannidis & Sampson (2004).
- γ) Προσαρμοστική πλοήγηση: το σύστημα για να προστατέψει τους

εκπαιδευόμενους από προβλήματα πλοήγησης, όπως είναι ο αποπροσανατολισμός, η απόσπαση προσοχής και η γνωστική υπερφόρτωση, υποστηρίζει διαφορετικές μεθόδους πλοήγησης, σύμφωνα με την εμπειρία του εκπαιδευόμενου στο Διαδίκτυο και το επίπεδο γνώσης του σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο που έχει επιλέξει για να μελετήσει. Οι μέθοδοι αυτές είναι οι εξής: η απευθείας καθοδήγηση, ο προσαρμοστικός σχολιασμός συνδέσμων, η προσαρμοστική απόκρυψη συνδέσμων και η ταξινόμηση συνδέσμων. Επίσης, το σύστημα διαθέτει έναν παιδαγωγικό σύμβουλο (βλ. Εικόνα 1), ο οποίος βοηθάει τον εκπαιδευόμενο σε κάθε επιλογή του.

- δ) Μετα-προσαρμοστική πλοήγηση: Η μετα-προσαρμοστική πλοήγηση υποβοηθά τον εκπαιδευόμενο για να επιλέγει την καταλληλότερη τεχνική πλοήγησης που του ταιριάζει. Την πρώτη φορά που ο εκπαιδευόμενος αλληλοεπιδρά με το σύστημα, καλείται να δηλώσει την εμπειρία του στο Διαδίκτυο και το επίπεδο γνώσης του σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο που έχει επιλέξει για να μελετήσει. Μετά τη δήλωση του εκπαιδευόμενου, το σύστημα προσαρμόζει την τεχνική πλοήγησης σε αυτόν, σύμφωνα με το προφίλ του (καθόλου εμπειρία στο Διαδίκτυο και καθόλου γνώση του γνωστικού αντικειμένου που μελετά - καθόλου εμπειρία στο Διαδίκτυο και μέτρια γνώση του γνωστικού αντικειμένου που μελετά - αρκετή εμπειρία στο Διαδίκτυο και καθόλου γνώση του γνωστικού αντικειμένου που μελετά - αρκετή εμπειρία στο Διαδίκτυο και μέτρια γνώση του γνωστικού αντικειμένου που μελετά). Ο μηχανισμός μετα-προσαρμογής του *mathema*, μετά από επιτυχημένες αξιολογήσεις του επιπέδου γνώσης του εκπαιδευόμενου σε *n* βασικές έννοιες, εμφανίζει ένα παράθυρο στην οθόνη του υπολογιστή με πληροφορίες σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε τεχνικής πλοήγησης που υποστηρίζει και ζητάει από τον εκπαιδευόμενο, αν επιθυμεί, να αλλάξει την τεχνική πλοήγησης. Το *n* είναι μια μεταβλητή που την τιμή της την αποφασίζει ο καθηγητής-διαχειριστής του συστήματος. Ο εκπαιδευόμενος, αν δεν επιθυμεί τις προτάσεις του συστήματος, μπορεί να αλλάξει την τεχνική πλοήγησης, όποτε επιθυμεί, μέσω του ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΑΘΗΤΗ στην Εργαλειοθήκη (βλ. Εικόνα 1) ή να μην την αλλάξει καθόλου.
- ε) Υποστήριξη αλληλεπιδραστικής επίλυσης προβλήματος: Το σύστημα παρέχει

διαρκή και αλληλεπιδραστική υποστήριξη στον εκπαιδευόμενο καθ' όλη τη διάρκεια επίλυσης ενός προβλήματος. Η αλληλεπιδραστική επίλυση του προβλήματος υποστηρίζεται διαμέσου δραστηριοτήτων, αξιοποιώντας τις διδακτικές προσεγγίσεις του πειραματισμού μέσω προσομοιώσεων, των διερευνήσεων, της καθοδηγούμενης ανακάλυψης και της συνεργασίας ομότιμων. Σε κάθε δραστηριότητα οι εκπαιδευόμενοι ακολουθούν τα εξής στάδια για την επίλυση του προβλήματος ατομικά ή συνεργατικά: 1) ενεργοποίηση της προϋπάρχουσας γνώσης του εκπαιδευόμενου και η σύνδεσή της με τη νέα γνώση, 2) αναγνώριση των περιορισμών στις τιμές των παραμέτρων των τύπων που εξάγουν στο πρώτο στάδιο μέσω διερεύνησης-παρουσίασης-εξήγησης, 3) έκφραση ιδεών/αντιλήψεων-πρόβλεψη ή υποθέσεις, 4) εργασία με την προσομοίωση-σύγκριση των αποτελεσμάτων του τρίτου σταδίου με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της προσομοίωσης-αιτιολόγηση των διαφορών, 5) διαπραγμάτευση και συνεργασία σε ομάδες εκπαιδευομένων, και 6) έλεγχος των τελικών αποτελεσμάτων των εκπαιδευομένων μέσω ενός καθοδηγούμενου διαλόγου με το σύστημα.

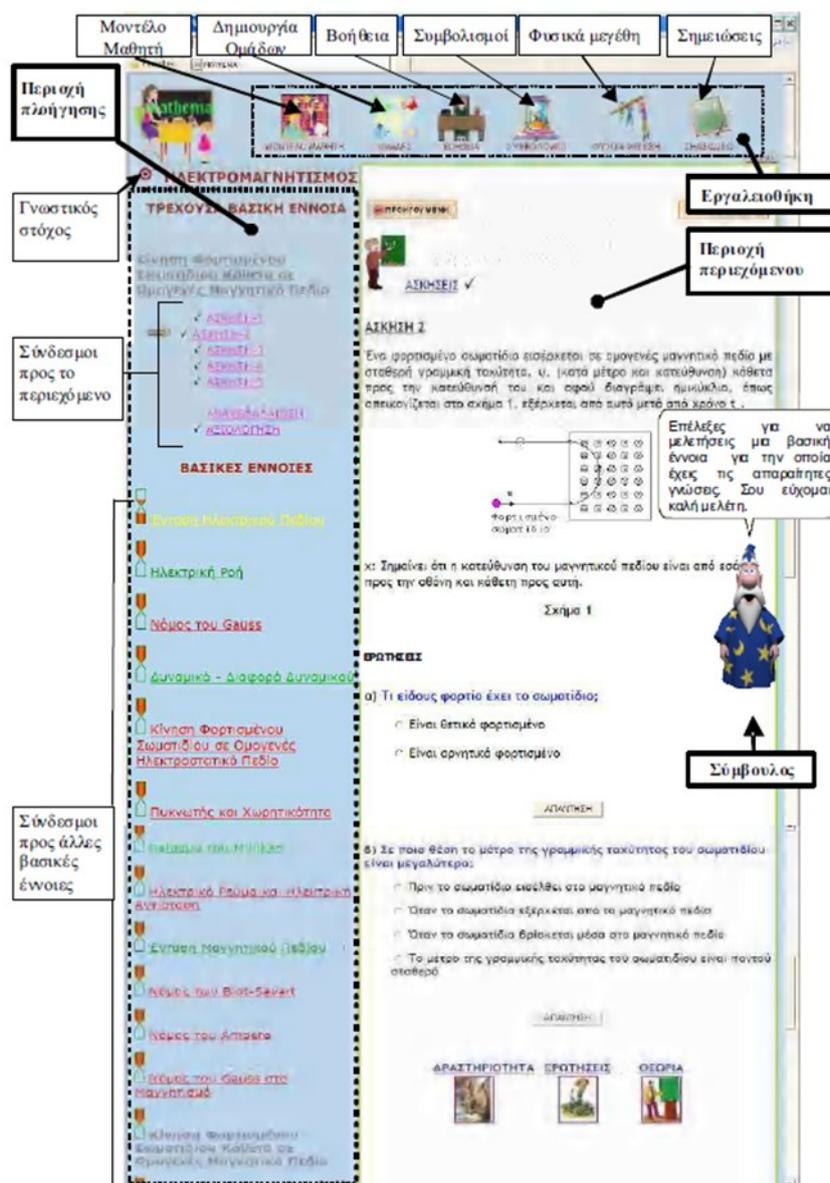
στ) Προσαρμοστικός σχηματισμός ομάδων συνεργασίας: Το σύστημα υποστηρίζει το σχηματισμό ομάδων ως εξής. Το σύστημα δημιουργεί έναν κατάλογο προτεραιότητας με τους πιθανούς υποψήφιους συνεργάτες, για κάποιο συγκεκριμένο εκπαιδευόμενο, όταν αυτός το ζητήσει, λαμβάνοντας υπόψη τη συγκεκριμένη ή την αφηρημένη διάσταση του μαθησιακού του στυλ (εφαρμογή στη φυσική όπου υπάρχουν αφηρημένες έννοιες) και των υποψήφιων συνεργατών του, καθώς και το επίπεδο γνώσης των υποψήφιων συνεργατών του σχετικά με τον τρέχοντα γνωστικό στόχο μέχρι εκείνη τη στιγμή. Ο εκπαιδευόμενος επιλέγει το συνεργάτη του και διαπραγματεύεται μαζί του.

Η σχεδίαση του εκπαιδευτικού πλαισίου του κατευθύνει τις εκπαιδευτικές αποφάσεις του συστήματος και τη σχεδίαση του πεδίου γνώσης (περιεχόμενο, δομή, αναπαράσταση), καθορίζει τους στόχους και τη λειτουργικότητα της προσαρμογής του, την ανατροφοδότηση, την αξιολόγηση, την εμπλοκή του εκπαιδευόμενου σε ατομικές/συνεργατικές δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος και προσδιορίζει το συνδυασμό τεχνολογιών προσαρμογής που το υλοποιούν.

### **Το περιβάλλον του διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού mathema**

Στην Εικόνα 1 απεικονίζεται το περιβάλλον (διεπαφή) του mathema. Σε κάθε σελίδα εκπαιδευτικού υλικού του συστήματος υπάρχουν τρεις διαφορετικές περιοχές, η περιοχή πλοήγησης, η περιοχή περιεχομένου και η εργαλειοθήκη.

Η περιοχή πλοήγησης χωρίζεται σε δυο υπο-περιοχές: στην υπο-περιοχή ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΒΑΣΙΚΗ ΕΝΝΟΙΑ και στην υπο-περιοχή ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ. Στην υπο-περιοχή ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΒΑΣΙΚΗ ΕΝΝΟΙΑ βρίσκεται η βασική έννοια που έχει επιλέξει για να μελετήσει ο εκπαιδευόμενος. Για την υποστήριξη του προσανατολισμού του εκπαιδευόμενου μέσα στον υπερχώρο, έχει αναπτυχθεί ένας μηχανισμός βασισμένος στο ιστορικό του εκπαιδευόμενου που υπενθυμίζει στον εκπαιδευόμενο ποιες σελίδες με εκπαιδευτικό υλικό έχει επισκεφτεί και ποιες όχι.



Εικόνα 1. Το περιβάλλον (διεπαφή) του διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού mathema

Η περιοχή περιεχομένου περιέχει το εκπαιδευτικό υλικό που μελετά ο εκπαιδευόμενος. Στο κάτω μέρος του περιεχομένου βρίσκονται τρία εικονίδια-σύνδεσμοι προς τις άλλες διδακτικές προσεγγίσεις με τη σειρά, που προτείνει το σύστημα για να μελετήσει ο μαθητής, και στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι: ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ (δραστηριότητα επίλυσης προβλήματος), ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ (ερωτήσεις-οπτικοποίηση), ΘΕΩΡΙΑ (θεωρία και παραδείγματα). Στην Εργαλειοθήκη υπάρχουν τα βασικά εργαλεία αλληλεπίδρασης με το σύστημα που είναι, το ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΑΘΗΤΗ, οι ΟΜΑΔΕΣ, η ΒΟΗΘΕΙΑ, οι ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ, τα ΦΥΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ και οι ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ. Από το εικονίδιο ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΑΘΗΤΗ ο εκπαιδευόμενος έχει τη

δυνατότητα πρόσβασης στο μοντέλο του για να ενημερωθεί αλλά και να αλλάξει το περιεχόμενο κάποιων χαρακτηριστικών του (ανοικτό μοντέλο). Στο εικονίδιο ΟΜΑΔΕΣ ο εκπαιδευόμενος μπορεί να δει ποιοι εκπαιδευόμενοι έχουν δηλώσει επιθυμία για συνεργασία, να επιλέξει κάποιον από αυτούς και να επικοινωνήσει μαζί του μέσω του εργαλείου σύγχρονης επικοινωνίας που διαθέτει το σύστημα ή να δηλώσει ο ίδιος επιθυμία για συνεργασία, ώστε να τον επιλέγουν οι άλλοι που επιθυμούν να συνεργαστούν μαζί του.

Στο εικονίδιο ΒΟΗΘΕΙΑ ο εκπαιδευόμενος λαμβάνει πληροφορίες για το mathema και την οργάνωση των περιεχομένων και του εκπαιδευτικού υλικού (πληροφορίες για το εκπαιδευτικό υλικό των διδακτικών προσεγγίσεων).

Ο Σύμβουλος είναι ένας παιδαγωγικός σύμβουλος που αντικαθιστά τον Καθηγητή-Σύμβουλο και αναλαμβάνει δύο ρόλους:

α) Καθοδηγεί-συμβουλεύει τον εκπαιδευόμενο μεταφέροντας τα μηνύματα ανατροφοδότησης του συστήματος κατά την αλληλεπίδρασή του με το εκπαιδευτικό υλικό.

β) μεταφέρει τις προτάσεις-συμβουλές του συστήματος προς τον εκπαιδευόμενο για την υποβοήθηση της πλοήγησής του, σε τρεις περιπτώσεις:

- όταν χρησιμοποιεί την τεχνική σχολιασμού συνδέσμων, του υπενθυμίζει τη σημασία των χρωμάτων των συνδέσμων (πράσινο, κόκκινο, κίτρινο, μοβ, γκρι)
- όταν χρησιμοποιεί την τεχνική απόκρυψης συνδέσμων, τον ενημερώνει ότι το σύστημα πρόσθεσε καινούριους συνδέσμους στην περιοχή πλοήγησης, εξηγώντας επίσης για πιο λόγο το έκανε, και
- όταν χρησιμοποιεί τη τεχνική αλληλουχία μαθημάτων, τον ενημερώνει ότι το σύστημα πρόσθεσε καινούριους συνδέσμους στην περιοχή πλοήγησης, εξηγώντας επίσης για πιο λόγο το έκανε.

### **Αναπαράσταση του πεδίου γνώσης**

Στο mathema υιοθετείται η ιεραρχική αναπαράσταση του πεδίου γνώσης, ως εξής: Στο πρώτο επίπεδο ορίζονται οι γνωστικοί στόχοι, στο δεύτερο οι βασικές έννοιες και στο τρίτο οι σελίδες με το αντίστοιχο εκπαιδευτικό υλικό. Κάθε γνωστικός στόχος (κεφάλαιο ή θεματική ενότητα) σχετίζεται με ένα υποσύνολο βασικών

εννοιών του πεδίου γνώσης, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατανόησή του. Οι έννοιες ενός γνωστικού στόχου δηλώνονται μέσω ποιοτικών χαρακτηρισμών που επιδέχονται οι έννοιες: βασικές έννοιες, προαπαιτούμενες έννοιες, σχετικές έννοιες και ο βαθμός δυσκολίας κάθε βασικής έννοιας (χαμηλού, μέτριου και υψηλού).

Οι σελίδες περιγραφής των σχετικών εννοιών παρουσιάζονται όταν ο εκπαιδευόμενος επιλέξει τον αντίστοιχο σύνδεσμο που βρίσκεται υπό μορφή ενεργής λέξης μέσα στο περιεχόμενο.

Το σύστημα διατηρεί τις εξής πληροφορίες στο πεδίο γνώσης: α) γνωστικοί στόχοι, β) βασικές έννοιες, γ) προαπαιτούμενες έννοιες, δ) βαθμός δυσκολίας κάθε βασικής έννοιας, ε) σελίδες εκπαιδευτικού υλικού.

Το μοντέλο μαθητή που υποστηρίζει το *mathema* είναι το *μοντέλο επικάλυψης* που βασίζεται στην αναπαράσταση της γνώσης του εκπαιδευόμενου ως μια επικάλυψη του πεδίου γνώσης. Για κάθε βασική έννοια, το μοντέλο μαθητή διατηρεί μια τιμή η οποία αποτελεί εκτίμηση του επιπέδου γνώσης του εκπαιδευόμενου. Το μοντέλο μαθητή ανανεώνεται δυναμικά κατά τη διάρκεια αλληλεπίδρασης, ώστε να διατηρείται πάντοτε η τρέχουσα κατάσταση του μαθητή.

Τα χαρακτηριστικά που διατηρεί το σύστημα για κάθε μαθητή είναι: ονοματεπώνυμο, φύλο, username, password, μαθησιακό στυλ, τρέχων γνωστικός στόχος, τρέχουσα διδακτική προσέγγιση, τρέχουσα σελίδα, τρέχουσα τεχνική πλοήγησης, επίπεδο γνώσης για κάθε γνωστικό στόχο (γενική επίδοση), επίπεδο γνώσης για κάθε βασική έννοια του γνωστικού στόχου (ποσοτικός και ποιοτικός χαρακτηρισμός), σύνολο των εννοιών που έχει αξιολογηθεί επιτυχώς για κάθε γνωστικό στόχο, ιστορικό πλοήγησης, κατάσταση μετα-προσαρμοστικής πλοήγησης, αρχική εμπειρία στο Διαδίκτυο και επίπεδο γνώσης στον τρέχοντα γνωστικό στόχο, τρόπος παρουσίασης των μηνυμάτων ανατροφοδότησης, προτίμηση για βοήθεια από το Σύμβουλο όσον αφορά στην πλοήγησή του, αλληλουχία μαθημάτων και φάσεις των καθοδηγούμενων διαλόγων στις οποίες συμμετέχει κατά την αλληλεπιδραστική επίλυση προβλήματος.

Όταν ο εκπαιδευόμενος εισέρχεται για πρώτη φορά στο σύστημα: επιλέγει τον αρχικό γνωστικό στόχο, δηλώνει την προτίμησή του για έναν από τους τρεις τρόπους εμφάνισης των μηνυμάτων ανατροφοδότησης, δηλώνει το επίπεδο εμπειρίας του στο Διαδίκτυο και το επίπεδο γνώσης του στο γνωστικό στόχο που

επέλεξε για να μελετήσει, δηλώνει αν επιθυμεί ή όχι βοήθεια από το Σύμβουλο, όσον αφορά στην πλοήγησή του, και συμπληρώνει το ερωτηματολόγιο των Kolb (2017) για την αναγνώριση του μαθησιακού του στυλ.

Ο εκπαιδευόμενος κατά τη διάρκεια της μελέτης: α) επιλέγει το γνωστικό στόχο που επιθυμεί να μελετήσει, ακολουθώντας την προσωπική του πορεία στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο, β) αξιοποιεί τη βοήθεια του συστήματος, ως προς την πλοήγηση και τη μελέτη του, γ) ενημερώνεται για τα στοιχεία που διατηρεί το σύστημα γι' αυτόν τα οποία μπορεί να τα αλλάξει παρεμβαίνοντας και κατευθύνοντας με αυτό τον τρόπο την προσαρμογή του συστήματος, όσον αφορά στην αλληλουχία μαθημάτων, στην προσαρμοστική παρουσίαση και πλοήγηση και στον προσαρμοστικό σχηματισμό ομάδων, δ) επιλέγει το μαθησιακό του στυλ, αν επιθυμεί να το αλλάξει, ε) επιλέγει την τεχνική πλοήγησης, στ) ενεργοποιεί-απενεργοποιεί την αλληλουχία μαθημάτων, ζ) επιλέγει τον τρόπο παρουσίασης των μηνυμάτων ανατροφοδότησης, η) αλλάζει το επίπεδο γνώσεών του για κάθε βασική έννοια του γνωστικού στόχου, και θ) ενεργοποιεί-απενεργοποιεί τη βοήθεια από το Σύμβουλο.

Η ανατροφοδότηση επιδιώκει την ενθάρρυνση της ενεργητικής μάθησης και την υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας, ώστε να βοηθήσει τον εκπαιδευόμενο να: α) πετύχει τους προσδοκώμενους μαθησιακούς στόχους του και να ολοκληρώσει με επιτυχία το έργο του, β) προβληματιστεί για τις ελλειπείς γνώσεις του, να αναγνωρίσει τυχόν εσφαλμένες αντιλήψεις του και να οικοδομήσει, αναδομήσει και εμπλουτίσει τη γνωστική του δομή και, γ) αντιληφθεί τι γνωρίζει και τι είναι ικανός να κάνει και να κρίνει τη μαθησιακή του πρόοδο και πορεία (Brown & Harris, 2018).

Η ανατροφοδότηση στο *mathema* υποστηρίζεται μέσω: (α) κειμένου, ομιλίας ή συνδυασμού κειμένου και ομιλίας, και (β) καθοδηγούμενων διαλόγων, όπου κάθε απάντηση περιέχει άλλη/ες ερώτηση/σεις, ώστε να δημιουργείται ο καθοδηγούμενος διάλογος (υψηλού βαθμού αλληλεπίδραση).

Η τελική αξιολόγηση του επιπέδου γνώσης του εκπαιδευόμενου για μια βασική έννοια προκύπτει από το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του επιπέδου γνώσης του εκπαιδευόμενου, που είναι ένα συμβατικό ερωτηματολόγιο πολλαπλών επιλογών, και μπορεί να περιέχει μέχρι 20 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Για κάθε ερώτηση δίνεται ένα βάρος (ποσοστό συμμετοχής στον τελικό βαθμό) ανάλογα με το βαθμό δυσκολίας της (τέσσερα επίπεδα δυσκολίας). Ο τελικός βαθμός της αξιολόγησης

προκύπτει από το άθροισμα των βαρών των σωστών απαντήσεων και αποτελεί την ποσοτική αξιολόγηση των γνώσεων του εκπαιδευόμενου.

### **Αξιολόγηση του διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού mathema**

Η αξιολόγηση έγινε στο πλαίσιο του προπτυχιακού μαθήματος «Πληροφορική και Εκπαίδευση» του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Αθηνών. Συμμετείχαν 43 φοιτητές/τριες. Η μέθοδος αξιολόγησης βασίστηκε στην αξιολόγηση προσαρμοστικών και προσαρμόσιμων συστημάτων των Velsen, Der Geest, Klaassen, & Steehouder (2008) που προτείνει ότι η *ευχρηστία*, η *χρησιμότητα* και η *αποτελεσματικότητα* των λειτουργιών ενός ΠΕΣΥ είναι οι τρεις από τις πιο κοινά χρησιμοποιούμενες μεταβλητές αξιολόγησης. Οι ερωτήσεις γράφτηκαν σύμφωνα με τις οδηγίες ISO (1993) για τον καθορισμό και τη μέτρηση της ευχρηστίας. Σύμφωνα με το ISO (1993), η ευχρηστία είναι ο βαθμός στον οποίο ένα προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από συγκεκριμένους χρήστες, για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα, με αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και ικανοποίηση. Η συλλογή των δεδομένων έγινε από το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης τύπου Likert πέντε διαβαθμίσεων που ήταν: καθόλου ικανοποιημένος, ελαφρώς δυσαρεστημένος, ουδέτερος, πολύ ικανοποιημένος και εξαιρετικά ικανοποιημένος. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στην αξιολόγηση, επί των ερωτήσεων κλειστού τύπου, ομαδοποιήθηκαν σε δύο κατηγορίες, ως εξής: «Δυσαρέσκεια/Ουδέτερος» (καθόλου ικανοποιημένος, ελαφρώς δυσαρεστημένος και ουδέτερος) και «Ικανοποίηση» (πολύ ικανοποιημένος, εξαιρετικά ικανοποιημένος). Στις πιο κάτω ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, το Χ%, δηλώνει το ποσοστό των φοιτητών στην «Ικανοποίηση».

*Ερώτηση 1:* Να χαρακτηρίσετε ως προς τη χρησιμότητά τους και ως προς την ευχρηστία τους τα εξής: α) Διαφορετικοί τρόποι παρουσίασης μηνυμάτων ανατροφοδότησης (Χρησιμότητα:88,4%, Ευχρηστία:81,4%), β) Αλληλεπιδραστικότητα (Χρησιμότητα:100,0%, Ευχρηστία:83,7%), γ) Ανατροφοδότηση (Χρησιμότητα: 100,0%, Ευχρηστία:93,0%), δ) Καθοδηγούμενοι διάλογοι (Χρησιμότητα:86,0%, Ευχρηστία:90,7%), ε) Διάγνωση και διόρθωση των λαθών και των εσφαλμένων αντιλήψεων του μαθητή (Χρησιμότητα:97,7%), στ) Έλεγχος μαθητή και αυτονομία (Ευχρηστία:88%), ζ) Αυτόματη δημιουργία ομάδων συνεργασίας και υποβοήθησή

τους σε συνεργατική επίλυση προβλήματος (Χρησιμότητα:83,7%, Ευχρηστία:58,1%)

Ερώτηση 2. Πώς θα μπορούσατε να κατατάξετε τους καθοδηγούμενους διάλογους ως προς τη, α) σαφήνειά τους;:97,7%, β) την αποτελεσματικότητά τους;: 95,3%

Ερώτηση 3: Πώς θα μπορούσατε να κατατάξετε την ανατροφοδότηση ως προς, α) τη σαφήνειά της;:97,7%, β) την αποτελεσματικότητά της;:97,7%

Ερώτηση 4: Η γενική σας εντύπωση για το σύστημα είναι ότι συμβάλλει, α) στη σε βάθος μελέτη μιας βασικής έννοιας:88,4%, β) στον αναστοχασμό του μαθητή: 97,7%, γ) στην αυτορρύθμιση του μαθητή:93,0%, δ) στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης του μαθητή:93,0%

Ερώτηση 5: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα μαθησιακό περιβάλλον χωρίς την απαραίτητη παρουσία του εκπαιδευτικού:81,4% (αυτο-κατευθυνόμενη μάθηση)

Ερώτηση 6: Το περιεχόμενο και η ανατροφοδότηση είναι κατάλληλα για μαθητές Λυκείου;:100,0% (καταλληλότητα).

Ερώτηση 7: Πως κρίνετε την προσαρμοστική παρουσίαση του υλικού σύμφωνα με το μαθησιακό στυλ του μαθητή; (χρησιμότητα:93%, ευχρηστία:86%)

### **Συμπεράσματα**

Σε αυτό το άρθρο παρουσιάστηκε το πολυμορφικό εκπαιδευτικό υλικό που υποστηρίζει το ανοικτό διαδικτυακό εκπαιδευτικό λογισμικό mathema, καθώς και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιεί για την αλληλεπιδραστικότητα, αυτονομία, έλεγχο, αναστοχασμό, εξατομικευμένα, αυτορρυθμιζόμενη και αυτο-κατευθυνόμενη μάθηση, συνεργασία μεταξύ των μαθητών, παρουσίαση εκπαιδευτικού υλικού, υποστήριξη του εκπαιδευόμενου μέσω ανατροφοδότησης καθοδήγησης και καθοδηγούμενων διαλόγων κ.ά. Το πολυμορφικό εκπαιδευτικό υλικό έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές και υποδείξεις των Λιοναράκη, Μανούσου, Γκιόσου κ.ά, Holmberg, Moore, Wedemeyer, Rumble & Latchem κ.ά., των σύγχρονων θεωριών μάθησης και της διδακτικής αξιοποίησης του λάθους. Επίσης, προσφέρει υπηρεσίες συμβουλευτικής υποστήριξης και καθοδήγησης του εκπαιδευόμενου μέσω του παιδαγωγικού συμβούλου που παρέχει.

Η προστιθέμενη αξία που προσδίδει το διαδικτυακό λογισμικό mathema στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, από παιδαγωγικής άποψης, προσφέρει ένα επικοινωνιακό περιβάλλον υπερμέσων με υψηλού βαθμού αλληλεπιδραστικότητα,

αυτονομία, και ανεξαρτησία, στο οποίο υπάρχει πολυμορφικό υλικό που καλύπτει σχεδόν όλη τη δομή που προτείνει ο Λιοναράκης και σχεδόν όλες τις μορφές πολυμέσων, οικοδόμηση γνώσης με ταυτόχρονη αντιμετώπιση πιθανών εσφαλμένων αντιλήψεων (κυρίως σε θετικές επιστήμες), φέρνοντας το μαθητή αντιμετώπι με ασύμβατα γεγονότα, εξατομικευμένη μάθηση προσαρμόζοντας τις διδακτικές στρατηγικές σύμφωνα με το μαθησιακό στυλ και το επίπεδο γνώσης του μαθητή, καθώς και προσαρμοστική συνεργατική μάθηση σύμφωνα με το μαθησιακό στυλ και το επίπεδο γνώσης του μαθητή. Παρέχει επίσης, πολλαπλές μεθόδους ανάπτυξης κριτικής σκέψης, αυτορρύθμιση και αυτό-κατευθυνόμενη μάθηση. Από τεχνολογικής άποψης, προσφέρει μια μέθοδο αλληλεπιδραστικής επίλυσης προβλήματος, μια μέθοδο μαθητοκεντρικής μετα-προσαρμοστικής πλοήγησης και μια μέθοδο μαθητοκεντρικού προσαρμοστικού σχηματισμού ομάδων.

Η γενική εντύπωση των φοιτητών που αξιολόγησαν το σύστημα είναι ικανοποιητική, όσον αφορά στην υποστήριξη που προσφέρει στην εκμάθηση του γνωστικού αντικειμένου και στη σημαντική συμβολή του: στη σε βάθος μελέτη μιας έννοιας, στον αναστοχασμό του μαθητή, στην αυτορρύθμιση και ανάπτυξη κριτικής σκέψης του μαθητή. Ένας αρκετά μεγάλος αριθμός φοιτητών θεωρεί ότι οι καθοδηγούμενοι διάλογοι και η ανατροφοδότηση είναι αρκετά χρήσιμα, εύχρηστα και διακρίνονται για την άριστη σαφήνειά τους και αποτελεσματικότητά τους. Μετά από αυτά, θεωρώ ότι κανένας δεν μπορεί να αμφισβητήσει τη συνάφεια του διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού mathema με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και την προστιθέμενη αξία που προσφέρει σε αυτή.

### **Βιβλιογραφικές Αναφορές**

Brown, G. T. L., & Harris, L. R. (2018). Methods in feedback research. In A. A. Lipnevich & J. K. Smith (Eds.), *The Cambridge handbook of instructional feedback* (pp. 97–119). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316832134.007>

Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl (Eds.), *The Adaptive Web* (pp. 3-53). Berlin: Springer-Verlag. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-72079-9\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-72079-9_1)

Eom, S.B. & Ashill, N. (2016), The Determinants of Students' Perceived Learning Outcomes and

- Satisfaction in University Online Education: An Update. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 14, 185-215. <https://doi.org/10.1111/dsji.12097>
- Flavell, J. H. (2004). Theory-of-mind development: Retrospect and prospect. *Merrill-Palmer, Quarterly*, 50, 274–290.
- Garrison, D. R. (2017). E-Learning in the 21st century: A community of inquiry framework for research and practice (3rd ed.) London: Routledge/Taylor and Francis.
- Holmberg, B. (2005) The Evolution, Principles and Practices of Distance Education. *Open Learning*, 21, 273-277.
- Jaggars, S. S., Edgecombe, N., & Stacey, G. W. (2013). *Creating an effective online instructor presence*. Report completed for the Community College Research Center, Teachers College, Columbia University, NY.
- Javadi, A., Mohammadi, Y., & Akbari, N. (2017). The Condition of Learning styles, Student Engagement and its Relationship with Academic Progress in Birjand University of Medical Sciences. *Future of Medical Education Journal*, 7(2), 23-28. <https://doi.org/10.22038/fmej.2017.8910>
- Karagiannidis C., & Sampson D. (2004). Accommodating Learning Styles Research for Personalised Access to Educational e-Content, in M. Kelleher, A. Haldune & E. Kruizinga (eds.), *The Future of Technology-Enhanced Learning: Insights from the European Research Community*, CIBIT Publishers.
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2017). Experiential Learning Theory as a Guide for Experiential Educators in Higher Education, *Experiential Learning & Teaching in Higher Education*, 1(1), 7–44.
- Moore, M. G. (2013). The theory of transactional distance. In M. G. Moore (Ed.) *Handbook of distance education* (pp. 66-85). New York, NY: Routledge.
- Papadimitriou, A., Grigoriadou, M., & Gyftodimos, G. (2008). Adaptive Group Formation and Interactive Problem Solving Support in the Adaptive Educational hypermedia System MATHEMA, *Proceedings of 20th World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (ED-MEDIA 2008)* (pp. 2182-2191), Vienna, Austria.
- Piaget, J. (1985). *The equilibration of cognitive structures: The central problem of intellectual development*. Chicago: University of Chicago Press.
- Rumble, G., & Latchem, C. (2004). Organisational models for distance and open learning. *Policy for Open and Distance Learning*, 4. <https://doi.org/10.4324/9780203464403>.
- Tie, H.H., & Umar, I.N. (2010). Impact of instructional methods in programming towards students with different learning styles: A proposed research framework. *Proceedings of the International Conference on Science & Technology: Applications in Industry and Education*, Penang.
- Tomlinson, C. A. (2017). *How to differentiate instruction in academically diverse classrooms*. 3rd Edition. Alexandria, Virginia, ASCD.
- Velsen, L. V., Der Geest T. V., Klaassen, R., & Steehouder, M. (2008). User-centered evaluation of adaptive and adaptable systems: a literature review. *The knowledge engineering review*, 23, 261-281
- Vygotsky, L. (1997). *Educational Psychology*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Wedemeyer, C. A. (1981). *Learning at the back door: Reflections on non-traditional learning in the lifespan*. Madison, WI: University of Wisconsin.

- Γκιόσος, Ι. Π., Κοτσούμπα, Μ., & Μαυροειδής, Η. (2009). Βασικές αρχές σχεδιασμού εκπαιδευτικού υλικού στην εκπαίδευση από απόσταση: Γενική Θεώρηση. Στο Μ. Αργυρίου & Π. Καμπύλης, Η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού στη σχολική πράξη: Θεωρία και εφαρμογή στη μουσική εκπαίδευση. *Πρακτικά 3ου Διεθνούς Συνεδρίου, ΕΕΜΑΠΕ-ΕΙΝ*. Αθήνα: ΕΕΜΑΠΕ
- Λιοναράκης, Α., (2001α). Για ποια εξ αποστάσεως εκπαίδευση μιλάμε; *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου* (σσ. 52-65), Πάτρα.
- Λιοναράκης, Α., (2001β). Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Πολυμορφική Εκπαίδευση: Προβληματισμοί για μία ποιοτική προσέγγιση σχεδιασμού διδακτικού υλικού, στο Λιοναράκης, Α. (Επιμ.) *Απόψεις και προβληματισμοί για την ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση* (σσ. 33-52), Αθήνα: Προπομπός.
- Μανούσου, Ε. (2009). Σχεδιασμός και Δημιουργία Παιδαγωγικού Υλικού για εξ αποστάσεως εκπαίδευση και Διαδραστικές Τηλεδιασκέψεις. *1ο Εκπαιδευτικό Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*. ΕΤΠΕ.