

## Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία

Τόμ. 17, Αρ. 1 (2021)

Η εξ Αποστάσεως Σχολική Εκπαίδευση την περίοδο του COVID19

Volume 17

ISSN 1791-9312

Number 1

2021

# Open Education

The Journal for Open and Distance Education  
and Educational Technology

Ειδικό Τεύχος - Αφιέρωμα

Η εξ Αποστάσεως Σχολική εκπαίδευση  
την περίοδο του Covid - 19

A periodical electronic publication of the  
Scientific Association: Hellenic Network  
of Open and Distance Education

Ο ρόλος της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης στη  
σύγχρονη (ομόχρονη) διαδικτυακή μάθηση

*Spyridon Doukakis, Evita C Alexopoulos, Maria Niari*

doi: [10.12681/jode.25374](https://doi.org/10.12681/jode.25374)

Βιβλιογραφική αναφορά:

**Ο ρόλος της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης στη σύγχρονη (ομόχρονη)  
διαδικτυακή μάθηση**

**The role of educational neuroscience in synchronous online learning**

**Spyridon Doukakis**

Διδάσκων, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Πληροφορικής  
Μέλος ΣΕΠ, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

[sdoukakis@ionio.gr](mailto:sdoukakis@ionio.gr)

<http://orcid.org/0000-0002-9565-6795>

**Evita C. Alexopoulos**

Pierce-The American College of Greece

[evitaalexopoulos@acg.edu](mailto:evitaalexopoulos@acg.edu)

**Maria Niari**

Μέλος ΣΕΠ; Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

[niari.maria@ac.eap.gr](mailto:niari.maria@ac.eap.gr)

<https://orcid.org/0000-0001-6084-5206>

**Summary**

Educational neuroscience is an interdisciplinary field in which researchers from a wide range of sciences collaborate with educators of all subject-areas in order to identify methods and techniques to improve the educational process. These methods and techniques aim at enhancing learner ability, increasing motivation, and boosting the attention of the learners so that they can achieve the expected learning outcomes as these are defined in every teaching and learning context. This article attempts to highlight the links between educational neuroscience and online learning so that a) student involvement is increased, b) formative assessment for learning is enhanced, c) obstacles encountered by students in their learning can be exploited, d) opportunities for multiple representations that will benefit both learners and educators can be increased, and e) the insignificant value of speed as opposed to the promotion of creativity and learner collaboration can be highlighted.

One of the main characteristics of the brain is its plasticity and its ability to develop through synapses and neural circuits. More specifically, during the learning process, information is acquired and stored in the memory system. Two of the main systems that contribute to learning are the hippocampus and the amygdala which are located in the temporal lobe. By utilizing synapses and existing neural circuits for perception and understanding, the brain acquires and learns skills by observing others and modeling their behaviors and actions. In addition, it makes use of neural circuits to shape new concepts and new structures through education. Acquiring skills, modeling behaviors, and developing new concepts can be accomplished in seconds or minutes, or can sometimes take much longer. All of the above systems work in a unified way but respond differently over time, as well as in different educational contexts.

The involvement of learners in the learning process plays a key role in brain development. Online learning environments offer multiple opportunities for a variety of activities that can enhance learner engagement. In particular, as a means of learner support, the educator can use the private chat, the group chat, digital boards and breakout rooms in such a way that the learners actively participate and have multiple opportunities to engage in the learning process. The above-mentioned approaches to the functioning of the synchronous online classroom contribute both to the active involvement of the learners and to the increase of their participation. Thus, the possibility of activating synapses and neural circuits is offered and, as a result, the opportunities for gaining experience and building new knowledge increase to a high degree, opportunities that cannot be offered during a passive procedure where the learner can hear and / or watch, with or without multimedia applications, a presentation or a lecture.

In the context of building, consolidating, storing, and retrieving new knowledge, the educator can take advantage of the digital media offered to perform diagnostic, formative, and summative assessment. Using such assessment processes, the educator can identify the learners' pre-existing perceptions, establish whether the learners have the prerequisite knowledge, or monitor the development of their knowledge. According to findings from educational neuroscience, assessment can play a key role in determining an individual's knowledge, as well as in shaping that knowledge (Hwang & Chang, 2011). Through the utilization of the provided digital media and the inclusion of frequent but non-threatening assessment, the educator can enhance the learning of the learners. An important parameter is the appropriate feedback on the understanding of an idea or concept. Assessment plays an essential role in memory consolidation and could prove to be an appropriate methodology for storing important information in the learner's memory during the learning process.

Brain development can also be enhanced by exploiting the learning obstacles encountered by learners and the mistakes observed by the educator. In order to achieve reinforcement during online learning, learners need to be actively involved in the learning process by negotiating issues identified by the educator or arising within the group. The aim is to give learners the opportunity to re-examine mistakes (either their own or those of others), both individually and collaboratively, in order to overcome specific teaching obstacles that lead to misunderstandings (Moser et al., 2011). The strategies that will be used can act as support for the other learners, giving them the opportunity to acquire skills by observing others and modeling their behaviors and actions.

According to current research, the idea that people learn best when they receive information with their preferred learning style (e.g. auditory, visual, motor, aesthetic) is a neuromyth. The findings show that synapses and neural circuits develop and learning improves when the learner has the opportunity to examine an idea or concept using a multidimensional approach, as different areas of the brain are activated both depending on the activity involved and the way the learner performs this activity. In the context of online learning, the multidimensional approach can be attempted through a variety of teaching and learning approaches.

An additional factor is the educational environment in which all of the above will be attempted. The working environment in synchronous online learning plays a crucial

role in achieving learning. According to the findings of educational neuroscience, before cognitive processing takes place, the information that comes to the brain is first processed in the limbic system of the brain, which is the neuro-anatomical base for the expression and perception of emotional states, mobilization, and the emotional part of the memory process (Sidiropoulou, 2015). Long-term memory and learning are significantly affected by this system. Thus, learner stress and perception of threat have clear negative effects on learners. On the other hand, a learning environment that includes positive emotional experiences and connections for learners contributes to learning. Therefore, working under pressure a) causes stress and b) leads the learners to feeling that "my mind has stopped working." Therefore, speed affects learning and the brain. On the contrary, learning seems to be enhanced when learners approach concepts and ideas with creativity and flexibility (Ferguson, Anderson & Spreng, 2017; Novick et al., 2019). Technology today provides the means for online teamwork. In the online classroom, collaboration between learners is important for two reasons: a) it allows them to share their concerns and ideas and to successfully study the problem presented to them, and b) it helps them understand and recognize how other people work. Findings in the field of neuroscience show that when people work together, the medial orbitofrontal cortex and the fronto-parietal network are activated, thus enhancing the development of executive functions (Decety et al., 2004; Lu et al., 2019).

Distance education in primary and secondary education, especially during the pandemic, has emerged as a practical and effective solution so that students are not left out of the educational process. However, what has also emerged is that teachers are concerned about whether students who connect to online courses remain active and committed in the online classroom (School Education Gateway, 2020).

For this reason, it is vital for teachers to be adequately prepared to be able to work in accordance with the principles of (a) educational neuroscience and (b) distance education, making appropriate use of the available digital technologies to operate as educational and learning tools. Due to the characteristics of online learning and the mediating role that digital technologies play, utilizing the framework of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) can contribute to the professional development of teachers so that they can work as facilitators in the context of online learning. In this context, it could be argued that due to the nature of distance education, it is important that the professional development of teachers is oriented towards the development of knowledge in relation to: a) the technological tools necessary for online teaching of specific content and b) the educational neuroscience so as to be able to integrate effective teaching practices as well as manage their online classroom effectively.

### **Περίληψη**

Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη αποτελεί ένα διεπιστημονικό πεδίο στο οποίο ερευνητές/ήτριες από ένα ευρύ φάσμα επιστημών συνεργάζονται με εκπαιδευτικούς όλων των ειδικοτήτων και βαθμίδων με σκοπό τον προσδιορισμό μεθόδων και τεχνικών για την βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Στο άρθρο επιχειρείται να αναδειχθούν συνδέσεις μεταξύ της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης και της διαδικτυακής μάθησης, έτσι ώστε α) να αυξηθεί η εμπλοκή των μαθητών/ριών, β) να

ενισχυθεί η διαμορφωτική αξιολόγηση με σκοπό τη μάθηση, γ) να αξιοποιηθούν τα διδακτικά εμπόδια που συναντούν οι μαθητές/ήτριες προς όφελός τους, δ) να ενσωματωθούν προσεγγίσεις που ενισχύουν τις ευκαιρίες εμπλοκής των μαθητών/ριών με πολλαπλές αναπαραστάσεις και ε) να αναδειχθεί η μικρή αξία της ταχύτητας στην εκπαιδευτική πρακτική σε αντιπαράθεση με την ένταξη περισσότερων δημιουργικών δραστηριοτήτων και συνεργατικών δράσεων μεταξύ των μαθητών/ριών. Το άρθρο ολοκληρώνεται με προτάσεις σχετικά με την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών στη διαδικτυακή μάθηση και την εκπαιδευτική νευροεπιστήμη, σύμφωνα με το πλαίσιο της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου.

### **Λέξεις-κλειδιά**

*Distance Education, Online Learning, Educational Neuroscience, Technological Pedagogical Content Knowledge.*

### **1. Εισαγωγή**

Η έρευνα στους τομείς της γνωσιακής επιστήμης, της ψυχολογίας και της εκπαίδευσης έχει συνεισφέρει σε ζητήματα που σχετίζονται με την αντίληψη, τη μνήμη, τη γλώσσα και την προσοχή και έχει επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό την εκπαιδευτική διαδικασία. Τις τελευταίες δεκαετίες, η έρευνα στους παραπάνω τομείς έχει ενισχυθεί σε σημαντικό βαθμό, αξιοποιώντας ευρήματα από το χώρο των νευροεπιστημών που εστιάζουν στη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου (Ansari, Coch, & De Smedt, 2011). Η χρήση νευροαπεικονιστικών τεχνικών όπως το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (Electroencephalogram, EEG), η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (Positron emission tomography, PET) και η λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (Functional magnetic resonance imaging, fMRI) έχουν ενισχύσει περαιτέρω την κατανόηση των νευρικών μηχανισμών της ανθρώπινης ανάπτυξης και μάθησης. Ως αποτέλεσμα αυτών των ευρημάτων και του αντίκτυπου που έχουν στην εκπαίδευση, προέκυψε ο διεπιστημονικός ερευνητικός τομέας της νευροεκπαίδευσης ή εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης, στον οποίο συνεργάζονται ερευνητές που προέρχονται από διάφορες ερευνητικές περιοχές όπως της νευροεπιστήμης, της γνωσιακής επιστήμης, της ψυχολογίας, της πληροφορικής και της εκπαίδευσης. Στόχος των ερευνητών είναι να προσδιορίζουν και να αναπτύσσουν μεθόδους για τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας (Nouri, 2016).

Ένα από αυτά τα εκπαιδευτικά πλαίσια στο οποίο μπορεί να συνεισφέρει η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη είναι η διαδικτυακή μάθηση. Η διαδικτυακή μάθηση αποτελεί εκπαιδευτική διαδικασία στην οποία έχει ενεργό και διαμεσολαβητικό ρόλο η τεχνολογία, ώστε να υπάρξει αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευτών και εκπαιδευόμενων, με στόχο να επιτευχθεί η μάθηση των δεύτερων. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της διαδικτυακής μάθησης οδήγησαν στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων, τα οποία προετοιμάζουν τους εκπαιδευτικούς έτσι ώστε να αποκτήσουν το απαραίτητο υπόβαθρο για να διδάξουν και να ενισχύσουν τη μάθηση των εκπαιδευόμενων (Γκικόσος & Παναγιωτόπουλος, 2020). Παρόλο που αρχικά η διαδικτυακή μάθηση στόχευε σε συγκεκριμένες ομάδες εκπαιδευόμενων (εργαζόμενοι μαθητές, φοιτητές που ζουν σε απομονωμένες περιοχές, μαθητές με

δυσκολίες κίνησης), τα τελευταία χρόνια, έχει αναπτυχθεί σε τέτοιο βαθμό που είτε έχει συμπεριληφθεί σε έναν αυξανόμενο αριθμό παραδοσιακών εκπαιδευτικών πλαισίων ή προσφέρεται διακριτά και ανεξάρτητα από άλλους εκπαιδευτικούς τύπους (ως συμπληρωματική ασύγχρονη ή σύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση). Παρότι σε αυτό το πλαίσιο, υπάρχει ένας φυσικός διαχωρισμός μεταξύ εκπαιδευτών και εκπαιδευόμενων (Moore et al., 2002) και είναι απαραίτητη η αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών και μέσων, τα ευρήματα της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης μπορούν να επηρεάσουν σε υψηλό βαθμό τον σχεδιασμό της διδασκαλίας και την εφαρμογή της. Κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2019-2020, τα εκπαιδευτικά συστήματα σε όλο τον κόσμο επηρεάστηκαν από την πανδημία COVID-19 και, ως αποτέλεσμα, οι κυβερνήσεις χρειάστηκε να αναζητήσουν εναλλακτικούς τρόπους εκπαίδευσης, καθώς τα υπάρχοντα σχολικά / πανεπιστημιακά κτίρια δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως χώροι εκπαίδευσης. Σύμφωνα με στοιχεία που έχει δημοσιεύσει η UNESCO, στις 4 Απριλίου 2020, 1.598.099.008 εκπαιδευόμενοι σε 194 χώρες, δηλαδή το 91,3% του συνολικού αριθμού των εγγεγραμμένων εκπαιδευόμενων διεθνώς δεν μπόρεσαν να μεταβούν στα υπάρχοντα σχολικά/πανεπιστημιακά κτίρια λόγω της πανδημίας (UNESCO, 2020). Η 4η Απριλίου θα ήταν η ημέρα με το υψηλότερο ποσοστό δυνητικά ανενεργών εκπαιδευόμενων στις τυπικές εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις, εάν δεν υπήρχε πρόσβαση στο διαδίκτυο και δεν προσφέρονταν ευκαιρίες διαδικτυακής μάθησης. Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί ότι η διαδικτυακή μάθηση διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία των εκπαιδευτικών μονάδων κατά την περίοδο της πανδημίας. Η μετάβαση αυτή δεν ήταν ούτε εύκολη υπόθεση, ούτε επιστημονικά τεκμηριωμένη διαδικασία. Για το λόγο αυτό χαρακτηρίστηκε ως επείγουσα εξ αποστάσεως διδασκαλία, ώστε να διαφοροποιηθεί από την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η μετάβαση στην επείγουσα εξ αποστάσεως διδασκαλία έγινε με την απουσία συστηματικής επιμόρφωσης των εκπαιδευτών στην παιδαγωγική και τη μεθοδολογία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Επομένως, οι εκπαιδευτές, εργάστηκαν στο πλαίσιο της επείγουσας εξ αποστάσεως διδασκαλίας είτε βάσει των προσωπικών τους οπτικών ή/και των πιθανών ερεθισμάτων που έλαβαν τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή από άτυπες και τυπικές δράσεις επιμόρφωσης. Ορισμένοι εκπαιδευτές ενίσχυσαν τις γνώσεις και τις δεξιότητές του: α) είτε δημιουργώντας κοινότητες πρακτικής και μάθησης και συζητώντας την εμπειρία τους, με στόχο να αναδειχθούν καλές πρακτικές, β) είτε παρακολουθώντας σύγχρονες συναντήσεις για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση, γ) είτε συμμετέχοντας σε MOOCs σχετικά με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Όλες αυτές οι ενέργειες βελτίωσαν τον τρόπο που προσφέρθηκε η επείγουσα εξ αποστάσεως διδασκαλία σε σχέση με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Στο πλαίσιο αυτό, ο συσχετισμός των ερευνητικών ευρημάτων της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης με ζητήματα που σχετίζονται με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και τη διαδικτυακή μάθηση είναι χρήσιμος, μιας και μπορεί να διευκολύνει την εκπαιδευτική πρακτική και να βελτιώσει την εκπαιδευτική εμπειρία. Στην επόμενη ενότητα, θα αναδειχθούν ευρήματα από το χώρο της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης που μπορούν να ενισχύσουν την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Ακολούθως, θα προσδιοριστούν τρόποι ενίσχυσης των εκπαιδευτών, ώστε να μπορούν να αξιοποιούν τις τεχνολογίες ως μέσα υποστήριξης της διαδικτυακής μάθησης, σύμφωνα με τις αρχές της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης. Τέλος, θα προταθούν μελλοντικά

ερευνητικά ζητήματα με στόχο το μετασχηματισμό της γνώσης των εκπαιδευτικών σχετικά με την εκπαιδευτική νευροεπιστήμη και τη διαδικτυακή μάθηση.

## **2. Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη και εξ αποστάσεως εκπαίδευση**

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει μία ανοικτή συζήτηση για την ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών στις επιστήμες της μάθησης, με σκοπό τον μετασχηματισμό των εκπαιδευτικών πρακτικών, την ενίσχυση του λειτουργικού πλαισίου της τάξης (φυσικής ή εικονικής) και, εν τέλει, τη βελτίωση της μάθησης σύμφωνα με τα ευρήματα της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης (Howard-Jones, 2011). Μέσω της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης, η οποία αποτελεί διεπιστημονικό πεδίο που συγκεντρώνει ερευνητές από διάφορους ερευνητικούς κλάδους καθώς και εκπαιδευτικούς όλων των ειδικοτήτων, επιχειρείται ο προσδιορισμός μεθόδων και τεχνικών για την τροποποίηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

### **2.1. Εγκέφαλος και μάθηση**

Η εκπαίδευση συνδέεται σε υψηλό βαθμό με το σχολικό πλαίσιο. Αντίστοιχα, η μάθηση συνδέεται και επιτυγχάνεται χάρη στα μαθησιακά συστήματα του εγκεφάλου. Κατά τη διαδικασία της μάθησης γίνεται απόκτηση και αποθήκευση πληροφοριών στο σύστημα της μνήμης. Δύο από τα κυριότερα συστήματα που συνεισφέρουν στη μάθηση είναι ο ιππόκαμπος και η αμυγδαλή τα οποία βρίσκονται στον κροταφικό λοβό.

Ο ιππόκαμπος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην απομνημόνευση συγκεκριμένων στιγμιότυπων και στη δημιουργία νέων μνημών όπως της έκδηλης επεισοδιακής (αυτοβιογραφικής) μνήμης. Οι συνδέσεις που επιτυγχάνει ο ιππόκαμπος με το φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων βοηθούν στην αποστολή πληροφοριών σε διάφορες περιοχές τους, οι οποίες περιλαμβάνουν πρωτοταγή αισθητικά πεδία, ειδικά αισθητικά συνειρμικά πεδία και 118 πολυαισθητικά συνειρμικά πεδία (Σιδηροπούλου, 2015). Επιπλέον, η αμυγδαλή που αποτελεί μία περιοχή που βρίσκεται στο τέλος του ιπποκάμπειου σχηματισμού, εμπλέκεται στη συναισθηματική μνήμη. Οι νευρώνες του ιπποκάμπου έχουν την πλαστικότητα η οποία είναι αναγκαία για να μεταβληθούν πολύ γρήγορα οι συνδέσεις. Η αμυγδαλή παρεμβαίνει ουσιαστικά στη σύνδεση των ερεθισμάτων με την ανταμοιβή (Thomas, Ansari & Knowland, 2019). Μία ακόμα περιοχή του εγκεφάλου που συμμετέχει στην επίτευξη της μάθησης είναι ο προμετωπιαίος φλοιός, ο οποίος αλληλεπιδρά με το μεταιχμακό σύστημα του εγκεφάλου ενσωματώνοντας τον σχεδιασμό με το συναίσθημα. Επιπρόσθετα, τα βασικά γάγγλια, η παρεγκεφαλίδα και ο εγκεφαλικός φλοιός σχηματίζουν ένα ολοκληρωμένο δίκτυο το οποίο σχετίζεται με μαθησιακές δραστηριότητες που ένα άτομο εκτελεί συχνά και ασυνείδητα, όπως η ανάγνωση και η οδήγηση.

Σε κάθε διαδικασία μάθησης, ο εγκέφαλος έχει τη δυνατότητα να εντοπίζει χωρικά και χρονικά μοτίβα ενεργοποίησης των νευρώνων, συσχετίζοντας αντιληπτικές πληροφορίες και κινητικές αποκρίσεις. Οι συσχετισμοί αυτοί μπορεί να είναι συνειδητοί ή ασυνείδητοι και επηρεάζονται από συναισθηματικές δομές και διαδικασίες ερεθίσματος και απόκρισης. Παρότι οι συνάψεις αποτελούν το αρχικό στάδιο της μάθησης, η επίτευξή της, προκύπτει από διαδικασίες οργάνωσης στα νευρωνικά κυκλώματα και στα καταναμημένα συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, τα

περιβαλλοντικά ερεθίσματα ενεργοποιούν νευρωνικά κυκλώματα, τα οποία με τη σειρά τους προκαλούν φυσιολογικές αποκρίσεις και συναισθήματα. Τα συναισθήματα ασκούν επιρροή στις γνωσιακές διεργασίες και επηρεάζουν τη δημιουργία και την αποθήκευση ενός γεγονότος μνήμης. Χάρη σε αυτές τις διεργασίες, ο εγκέφαλος δημιουργεί και αναπτύσσει τις λεγόμενες «έννοιες». Ταυτόχρονα, η αμυγδαλή συνεισφέρει στην επεξεργασία των κινήσεων που επιλέγει ένα άτομο να επιτελέσει, ώστε να πετύχει συγκεκριμένο στόχο, όπως για παράδειγμα να πραγματοποιήσει κάτι ευχάριστο και να αποφύγει κάτι δυσάρεστο. Με τον τρόπο αυτό, ένα γεγονός μνήμης αποθηκεύεται ως αλλαγές σε συνάψεις νευρώνων βάσει περιβαλλοντικών ερεθισμάτων (Rosenberg et al., 2019). Έτσι, λαμβάνει χώρα το κυτταρικό φαινόμενο της μακρόχρονης ενδυνάμωσης, το οποίο υποστηρίζει τη δημιουργία και αποθήκευση ενός μνημονικού γεγονότος.

Συνεπώς, ο εγκέφαλος αξιοποιώντας υπάρχοντα νευρωνικά κυκλώματα για την αντίληψη και την κατανόηση, αποκτά και μαθαίνει δεξιότητες, παρατηρώντας άλλους και μοντελοποιώντας τις συμπεριφορές και τις πράξεις τους. Επιπλέον, μπορεί να αξιοποιεί νευρωνικά κυκλώματα για να διαμορφώσει νέες έννοιες και νέες δομές μέσω της εκπαίδευσης. Η απόκτηση δεξιοτήτων, η μοντελοποίηση συμπεριφορών και η διαμόρφωση νέων εννοιών, μπορούν να πραγματοποιηθούν εντός δευτερολέπτων ή λεπτών, ενώ μερικές φορές μπορούν να απαιτήσουν πολύ περισσότερο χρόνο. Όλα τα προαναφερθέντα συστήματα λειτουργούν με ενιαίο τρόπο και αποκρίνονται διαφορετικά α) με την πάροδο του χρόνου και β) σε διαφοροποιημένα εκπαιδευτικά πλαίσια.

Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη επιδιώκει να ενισχύσει την ικανότητα, το κίνητρο και την προσοχή των εκπαιδευόμενων, έτσι ώστε να μπορούν οι τελευταίοι να επιτύχουν τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα καθώς αυτά ορίζονται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο διδασκαλίας και μάθησης. Σύμφωνα με τους Howard κ. συν., η εστίαση επικεντρώνεται σε τρία θέματα: α) στη συμμετοχή των εκπαιδευόμενων, β) στην οικοδόμηση νέας γνώσης και γ) στην αποθήκευση των γνώσεων ώστε να είναι μόνιμες, προσβάσιμες και χρήσιμες (Howard et al., 2018). Στο πλαίσιο της διαδικτυακής μάθησης, οι εκπαιδευτικοί είναι σημαντικό να γνωρίζουν τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να επιτευχθούν οι παραπάνω τρεις στόχοι με απώτερο στόχο να βελτιωθεί η μαθησιακή εμπειρία.

## 2.2. Εγκέφαλος και διαδικτυακή μάθηση

Ο εγκέφαλος κάθε εκπαιδευόμενου επηρεάζεται από το περιβάλλον και τις δραστηριότητες που πραγματοποιεί καθώς και από ένα σύνολο γενετικών παραγόντων. Ένα από τα πιο βασικά στοιχεία για την επίτευξη της μάθησης είναι η πλαστικότητα του εγκεφάλου και η ικανότητά του να αναπτύσσεται μέσω των συνάψεων και των νευρωνικών κυκλωμάτων (Rees, Booth & Jones, 2016). Ταυτόχρονα, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της διαδικτυακής μάθησης διαμορφώνουν ένα διαφορετικό πλαίσιο μέσω του οποίου μπορεί να επιτευχθεί: α) η συμμετοχή των εκπαιδευόμενων, β) η οικοδόμηση νέας γνώσης και γ) η αποθήκευση των γνώσεων ώστε να είναι μόνιμες, προσβάσιμες και εν τέλει χρήσιμες.

Τα περιβάλλοντα διαδικτυακής μάθησης προσφέρουν πολλαπλές ευκαιρίες για μια ποικιλία δραστηριοτήτων που μπορούν να ενισχύσουν τη συμμετοχή των εκπαιδευόμενων. Συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτής μπορεί να αξιοποιήσει ως μέσα



υποστήριξης της μάθησης την ιδιωτική γραπτή συνομιλία (private chat), την ομαδική γραπτή συνομιλία (chat), τον ιδιωτικό ψηφιακό πίνακα (private digital board) και τα εικονικά δωμάτια (breakout rooms) με τέτοιο τρόπο ώστε οι εκπαιδευόμενοι να συμμετέχουν ενεργά και να έχουν πολλαπλές ευκαιρίες εμπλοκής στη μαθησιακή διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτής μπορεί να δώσει στους εκπαιδευόμενους μια ερώτηση ή ένα πρόβλημα για διερεύνηση και να τους ζητήσει να του στείλουν την απάντηση μέσω της ιδιωτικής γραπτής συνομιλίας. Με τον τρόπο αυτό α) όλοι οι εκπαιδευόμενοι συμμετέχουν στη δραστηριότητα, αφού πρέπει να απαντήσουν στον εκπαιδευτή, β) εάν ένας εκπαιδευόμενος στείλει λάθος απάντηση, μέσω της ιδιωτικής γραπτής συνομιλίας ο εκπαιδευτής μπορεί να του ζητήσει να προσπαθήσει ξανά, γ) οι εκπαιδευόμενοι δεν «εκτίθενται» στην ομάδα, αλλά μόνο στον εκπαιδευτή τους και δ) όλοι οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να υποβάλουν τη δική τους απάντηση καθώς δεν έχουν πρόσβαση ο ένας στις απαντήσεις του άλλου. Με την τελευταία προσέγγιση, εξαλείφεται και το φαινόμενο του «συμφωνώ», μιας και οι εκπαιδευόμενοι δεν μπορούν να συμφωνήσουν με την προηγούμενη απάντηση, μια κοινή πρακτική στη φυσική τάξη, όπου οι εκπαιδευόμενοι ακούν τις απαντήσεις των υπολοίπων και συμφωνούν ή διαφωνούν. Η εφαρμογή της προσέγγισης αυτής, συνεισφέρει στην ολοκληρωμένη εμπλοκή των εκπαιδευόμενων και την ικανοποίηση των τελευταίων για ενεργή συμμετοχή στο διαδικτυακό μάθημα. Ο εκπαιδευτής, σε συνέχεια μιας τέτοιας δραστηριότητας, έχει την ευκαιρία να επανέλθει στην ολομέλεια και να διαπραγματευτεί περαιτέρω ένα συγκεκριμένο ζήτημα, αξιοποιώντας τις απαντήσεις των εκπαιδευόμενων και αναπτύσσοντας ένα συνεργατικό πλαίσιο που μπορεί να ενισχύσει την διαδικτυακή συνεργατική μάθηση.

Η ομαδική γραπτή συνομιλία μπορεί να αξιοποιηθεί με παρόμοιο τρόπο. Αυτή τη φορά, ο εκπαιδευτής προτείνει στους εκπαιδευόμενους να χρησιμοποιήσουν την ομαδική γραπτή συνομιλία, αλλά τους ζητά να μην στείλουν την απάντησή τους έως ότου τους πει ο ίδιος να την αποστείλουν. Με τον τρόπο αυτό, όλοι οι εκπαιδευόμενοι συμμετέχουν και πρέπει να ολοκληρώσουν ανεξάρτητα τη δραστηριότητα, χωρίς να μπορούν να δουν την απάντηση των άλλων. Στην περίπτωση αυτή, υπάρχει ο κίνδυνος της έκθεσης εκπαιδευόμενων στην ομάδα, κάτι που χρειάζεται να διαχειριστεί παιδαγωγικά ο εκπαιδευτής στο πλαίσιο της τάξης, ενώ από την άλλη μεριά δίνεται η ευκαιρία σε κάθε εκπαιδευόμενο να συγκρίνει άμεσα τις απαντήσεις που έδωσε με τις απαντήσεις των άλλων εκπαιδευόμενων.

Μια τρίτη προσέγγιση είναι η χρήση πολλαπλών ιδιωτικών ψηφιακών πινάκων, στην περίπτωση λίγων σχετικά εκπαιδευόμενων. Πιο συγκεκριμένα, κάθε εκπαιδευόμενος εργάζεται στον δικό του πίνακα, καταρτίζοντας τη δική του απάντηση και λαμβάνει διαφοροποιημένη υποστήριξη από τον εκπαιδευτή σύμφωνα με τις ανάγκες του. Με τον τρόπο αυτό, η συμμετοχή των εκπαιδευόμενων επιτυγχάνεται χωρίς έκθεση στην ομάδα. Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο μπορούν να αξιοποιηθούν τα εικονικά δωμάτια, όπου μπορούν να εργάζονται οι εκπαιδευόμενοι χωρίς να εκτίθενται στην ολομέλεια και ο εκπαιδευτής να μετακινείται από δωμάτιο σε δωμάτιο ενισχύοντας τους εκπαιδευόμενους. Ταυτόχρονα, έχει την ευκαιρία να επανέλθει στην ολομέλεια και να διαπραγματευτεί υποστηρικτικά το θέμα στο οποίο εργάστηκαν οι εκπαιδευόμενοι, ενισχύοντας την διαδικτυακή συνεργατική μάθηση.

Οι παραπάνω προσεγγίσεις λειτουργίας της ομόχρονης διαδικτυακής τάξης, συνεισφέρουν τόσο στην ενεργή εμπλοκή των εκπαιδευόμενων όσο και στην αύξηση της συμμετοχής τους. Έτσι, προσφέρεται η δυνατότητα ενεργοποίησης συνάψεων και νευρωνικών κυκλωμάτων, με αποτέλεσμα οι ευκαιρίες για απόκτηση εμπειρίας και οικοδόμησης νέων γνώσεων να αυξάνονται σε υψηλό βαθμό, σε αντιπαραβολή με μια παθητική διαδικασία όπου ο εκπαιδευόμενος μπορεί να ακούει ή/και να βλέπει με ή χωρίς πολυμεσικές εφαρμογές μία παρουσίαση ή διάλεξη.

Στο πλαίσιο οικοδόμησης, παγίωσης, αποθήκευσης και ανάκλησης της νέας γνώσης, ο εκπαιδευτής μπορεί να επωφεληθεί από τα προσφερόμενα ψηφιακά μέσα για να πραγματοποιήσει διαγνωστική, διαμορφωτική και τελική αξιολόγηση. Με την αξιοποίηση αξιολογικών διαδικασιών, ο εκπαιδευτικός μπορεί είτε να αναγνωρίσει τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των εκπαιδευόμενων, είτε να εντοπίσει αν οι εκπαιδευόμενοι διαθέτουν τις προαπαιτούμενες γνώσεις, είτε να παρακολουθήσει την πορεία των εκπαιδευόμενων του. Σύμφωνα με ευρήματα από την εκπαιδευτική νευροεπιστήμη, η αξιολόγηση μπορεί να διαδραματίσει βασικό ρόλο στον προσδιορισμό της γνώσης ενός ατόμου, καθώς και στη διαμόρφωση αυτής της γνώσης (Hwang & Chang, 2011). Μέσω της αξιοποίησης των παρεχόμενων ψηφιακών μέσων και την ένταξη συχνής αλλά μη απειλητικής αξιολόγησης, ο εκπαιδευτής μπορεί να ενισχύσει τη μάθηση των εκπαιδευόμενων. Σημαντική παράμετρος είναι η κατάλληλη ανατροφοδότηση σχετικά με την κατανόηση μιας ιδέας ή έννοιας. Η αξιολόγηση παίζει ουσιαστικό ρόλο στην παγίωση της μνήμης και θα μπορούσε να αποδειχθεί ότι είναι μια κατάλληλη μεθοδολογία για την αποθήκευση σημαντικών πληροφοριών στη μνήμη του εκπαιδευόμενου κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Κατά την εφαρμογή της ομόχρονης διαδικτυακής μάθησης, ο εκπαιδευτής έχει στη διάθεσή του μια ποικιλία μέσων για την πραγματοποίηση οποιουδήποτε είδους αξιολόγησης. Η χρήση της ψηφοφορίας με ερωτήσεις τύπου σωστού/λάθους, η δημιουργία ερωτήσεων πολλαπλών επιλογών ή αντιστοίχισης προτάσεων τόσο κατά τη διάρκεια του μαθήματος ή και ως εργασία για το σπίτι (ασύγχρονο πλαίσιο), παρέχουν στους εκπαιδευόμενους ευκαιρίες να ενισχύσουν τη μνήμη τους, να προβληματιστούν για το τι γνωρίζουν, τι έχουν καταλάβει, καθώς και να προσδιορίσουν τις προσωπικές τους ανάγκες. Ταυτόχρονα, η αξιολόγηση με αρχές παιχνιδιοποίησης, λαμβάνοντας πάντα υπόψη τις ικανότητες και τα χαρακτηριστικά των εκπαιδευόμενων, οδηγεί σε υψηλή συμμετοχή και σε ευκαιρίες διαφοροποίησης. Πιο συγκεκριμένα, μια αξιολόγηση με τη μορφή ψηφοφορίας όπου μόνο ο εκπαιδευτής βλέπει τις απαντήσεις των εκπαιδευόμενων, ευνοεί ένα ευχάριστο πλαίσιο συμμετοχής. Επιπλέον, όταν ο εκπαιδευτής θέτει ερωτήματα τα οποία δεν έχουν μοναδική σωστή απάντηση, αλλά μπορούν να έχουν περισσότερες από μία σωστές απαντήσεις ή όταν θέτει μη τετριμμένα ερωτήματα, αυξάνει την περιέργεια των εκπαιδευόμενων και ενισχύει τη συμμετοχή τους. Μετά από μια τέτοια διαδικασία και σύμφωνα με τις απαντήσεις που έδωσαν οι εκπαιδευόμενοι στα ερωτήματα, ο εκπαιδευτής μπορεί να δημιουργήσει νέες ομάδες εργασίας και να επαναπροσδιορίσει τη διδακτική του πρακτική, ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των εκπαιδευόμενων. Επιπρόσθετα, η βαθμολογία που θα λαμβάνουν οι εκπαιδευόμενοι σε αυτές τις δοκιμασίες είτε δεν θα πρέπει να τους προσφέρεται, είτε

θα πρέπει να λειτουργεί ενισχυτικά στην τελική βαθμολογία τους, ώστε να χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τη διαμορφωτική τους αξιολόγηση.

Η ανάπτυξη του εγκεφάλου μπορεί να ενισχυθεί περαιτέρω με την αξιοποίηση των διδακτικών εμποδίων που συναντούν οι εκπαιδευόμενοι και των λαθών που παρατηρεί ο εκπαιδευτής. Για να επιτευχθεί η ενίσχυση κατά τη διάρκεια της διαδικτυακής μάθησης, οι εκπαιδευόμενοι χρειάζεται να εμπλέκονται ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία διαπραγματευόμενοι θέματα που προσδιορίζει ο εκπαιδευτής ή προκύπτουν στο πλαίσιο της ομάδας. Στόχος είναι να δοθεί η ευκαιρία στους εκπαιδευόμενους να επανεξετάσουν λάθη (είτε δικά τους, είτε άλλων) τόσο ατομικά όσο και συνεργατικά, ώστε να ξεπεράσουν συγκεκριμένα διδακτικά εμπόδια που οδηγούν σε παρανοήσεις (Moser et al., 2011). Μεμονωμένα ή σε ομάδες, οι εκπαιδευόμενοι αναγνωρίζουν λάθη και τα επικοινωνούν με τον εκπαιδευτή μέσω της ιδιωτικής γραπτής συνομιλίας. Ο εκπαιδευτής με παιγνιώδη τρόπο, μπορεί να δώσει στους εκπαιδευόμενους μια λανθασμένη πρόταση ή λύση ή διαδικασία επίλυσης και να θέτει ερωτήματα του στυλ: «Πόσα λάθη μπορείτε να εντοπίσετε και στη συνέχεια να διορθώσετε;». Οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να εντοπίσουν τα λάθη και να προχωρήσουν στη διόρθωσή τους (Nottingham, 2017). Εκτός από την ευκαιρία που παρέχεται στον εκπαιδευτή να αξιολογήσει τους εκπαιδευόμενους, έχει τη δυνατότητα να επιτρέψει στους εκπαιδευόμενους να απεικονίσουν τον τρόπο με τον οποίο δούλεψαν για τον εντοπισμό και τη διόρθωση των λαθών, έτσι ώστε να αναδείξουν τις στρατηγικές τους. Οι στρατηγικές που θα αναδειχτούν μπορούν να λειτουργήσουν ενισχυτικά για τους υπόλοιπους εκπαιδευόμενους, δίνοντάς τους την ευκαιρία να αποκτήσουν δεξιότητες παρατηρώντας άλλους και μοντελοποιώντας τις συμπεριφορές και τις πράξεις τους.

Τις τελευταίες δεκαετίες, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στο στυλ μάθησης των εκπαιδευόμενων. Αρκετοί ερευνητές εστίασαν στο προτιμώμενο στυλ μάθησης των εκπαιδευόμενων και ανέπτυξαν μια σχετική επιχειρηματολογία σχετικά με το μαθησιακό στυλ. Σύμφωνα με την άποψη αυτή, οι διαφορετικές περιοχές του φλοιού του εγκεφάλου έχουν καθοριστικό ρόλο στην οπτική, ακουστική και αισθητηριακή επεξεργασία και οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να λαμβάνουν πληροφορίες σε οπτικές, ακουστικές ή κιναισθητικές μορφές, ανάλογα με το μέρος του εγκεφάλου που λειτουργεί καλύτερα με τα συγκεκριμένα είδη επεξεργασίας. Ταυτόχρονα, οι εκπαιδευτές επιχείρησαν να προσφέρουν εκπαιδευτικό υλικό σύμφωνα με το στυλ μάθησης των εκπαιδευόμενων τους, ώστε να ενισχύσουν τη μάθησή τους. Ωστόσο, η διασυνδεσιμότητα του εγκεφάλου καθιστά μια τέτοια υπόθεση αβάσιμη και ως εκ τούτου, η σύγχρονη εκπαιδευτική βιβλιογραφία και οι εργαστηριακές μελέτες δεν υποστηρίζουν αυτή την προσέγγιση στη διδασκαλία (Newton & Miah, 2017· Thomas et al., 2019). Σύμφωνα με την τρέχουσα έρευνα στη νευροεκπαίδευση και τη μάθηση αναδεικνύεται ότι αποτελεί νευρομύθο η ιδέα ότι τα άτομα μαθαίνουν καλύτερα όταν λαμβάνουν πληροφορίες με το προτιμώμενο μαθησιακό τους στυλ (π.χ. ακουστικό, οπτικό, κινητικό αισθητικό). Το εύρημα αυτό δεν αναδεικνύει ότι οι εκπαιδευόμενοι δεν μπορούν να έχουν προτιμήσεις, αλλά αναδεικνύει ότι δεν μαθαίνουν καλύτερα με το προτιμώμενο στυλ μάθησης. Αυτό που φαίνεται να επιβεβαιώνεται είναι ότι «μεμονωμένοι εκπαιδευόμενοι δείχνουν προτίμηση σε κάποιον τρόπο όταν λαμβάνουν πληροφορίες με συγκεκριμένο στυλ (π.χ. οπτικά, ακουστικά, κινητικά)» (Newton & Miah, 2017), χωρίς αυτό να συσχετίζεται με επιτυχή ή καλύτερη μάθηση.

Τα παραπάνω ευρήματα, ανέδειξαν ότι η μάθηση βελτιώνεται όταν ο εκπαιδευόμενος έχει την ευκαιρία να εξετάσει μια ιδέα ή μια έννοια χρησιμοποιώντας μια πολυδιάστατη προσέγγιση. Στην περίπτωση αυτή, αναπτύσσονται συνάψεις και νευρωνικά κυκλώματα και ενεργοποιούνται διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου, ανάλογα με τη δραστηριότητα και τον τρόπο που ο εκπαιδευόμενος πραγματοποιεί τη δραστηριότητα αυτή.

Στο πλαίσιο της διαδικτυακής μάθησης, η πολυδιάστατη προσέγγιση μπορεί να επιχειρηθεί μέσω μιας ποικιλίας προσεγγίσεων διδασκαλίας και μάθησης. Είναι σημαντικό στο πλαίσιο του σχεδιασμού, ο εκπαιδευτής να ενσωματώνει μια σειρά δραστηριοτήτων επίλυσης προβλημάτων, ανοιχτού και κλειστού τύπου και διαφορετικών στρατηγικών. Με τον τρόπο αυτό, οι εκπαιδευόμενοι θα έχουν την ευκαιρία να εμπλακούν με δραστηριότητες χρησιμοποιώντας μια ποικιλία προσεγγίσεων. Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις κατέχουν ιδιαίτερο ρόλο στη διδασκαλία στο πλαίσιο της φυσικής και της διαδικτυακής τάξης. Σύμφωνα με τα ευρήματα στο χώρο της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης, οι πολλαπλές αναπαραστάσεις αποτελούν ζωτικής σημασίας συστατικό της μάθησης. Μια πολυδιάστατη προσέγγιση της γνώσης, παρέχει εναλλακτικούς τρόπους στους εκπαιδευόμενους να κατακτήσουν τη νέα γνώση, υπερπηδώντας τα εκάστοτε εμπόδια (Newton & Miah, 2017) και να εφαρμόσουν αυτή την πρακτική και στην καθημερινή τους ζωή. Για παράδειγμα, είναι ενδιαφέρον για τους εκπαιδευόμενους να προσεγγίσουν και να λύσουν το ίδιο πρόβλημα με διαφορετικούς τρόπους όπως: α) με χρήση αλγεβρικών προσεγγίσεων, β) με δημιουργία διαγραμμάτων, γ) με ανάπτυξη αλγορίθμων (κωδικοποίηση) και δ) με τη συγγραφή μιας ιστορίας ή τη δημιουργία μιας εικόνας/ενός βίντεο/ενός τεχνουργήματος για αυτό το πρόβλημα (Boaler, 2006).

Συνοψίζοντας, φαίνεται ότι στο πλαίσιο της διαδικτυακής μάθησης, ο εκπαιδευτής είναι σημαντικό να εστιάσει: α) στην ενεργή συμμετοχή των εκπαιδευόμενων στη μαθησιακή διαδικασία, β) στον τρόπο με τον οποίο θα ενσωματώσει την αξιολόγηση των εκπαιδευόμενων στην εκπαιδευτική διαδικασία, γ) στην αξιοποίηση των διδακτικών εμποδίων των εκπαιδευόμενων και δ) στην πολυδιάστατη προσέγγιση τόσο της δικής του παρουσίασης όσο και των δραστηριοτήτων που θα δοθούν στους εκπαιδευόμενους. Η εστίαση του εκπαιδευτικού στα παραπάνω, χρειάζεται να λαμβάνει χώρα σε ένα κατάλληλα σχεδιασμένο εκπαιδευτικό περιβάλλον, τα χαρακτηριστικά του οποίου θα συζητηθούν στην επόμενη ενότητα.

### **2.3. Ομόχρονη διαδικτυακή μάθηση και εργασιακό εκπαιδευτικό περιβάλλον**

Το εργασιακό εκπαιδευτικό περιβάλλον στην ομόχρονη διαδικτυακή μάθηση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη της μάθησης. Σύμφωνα με τα ευρήματα της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης, οι πληροφορίες που έρχονται στον εγκέφαλο επεξεργάζονται πρώτα στο μεταιχμιακό σύστημα του εγκεφάλου, το οποίο αποτελεί το νευροανατομικό υπόβαθρο για την έκφραση και αντίληψη συναισθηματικών καταστάσεων, την κινητοποίηση, καθώς και το συναισθηματικό μέρος της διαδικασίας της μνήμης και ακολούθως λαμβάνει χώρα η γνωσιακή επεξεργασία (Σιδηροπούλου, 2015). Η μακρόχρονη μνήμη και η μάθηση επηρεάζονται σημαντικά, από το σύστημα αυτό. Έτσι, το άγχος και η απειλή στο πλαίσιο της μάθησης έχουν σαφείς αρνητικές επιπτώσεις για τους εκπαιδευόμενους.

Για το σκοπό αυτό, το εκπαιδευτικό περιβάλλον που περιλαμβάνει θετικές συναισθηματικές εμπειρίες και συνδέσεις για τους εκπαιδευόμενους συμβάλλει στη μάθηση.

Με βάση τις τέσσερις περιοχές εστίασης που προσδιορίστηκαν στην προηγούμενη ενότητα (ενεργή συμμετοχή, ενσωμάτωση αξιολόγησης, αξιοποίηση διδακτικών εμποδίων, πολυδιάσταση προσέγγιση), είναι σημαντικό να συζητηθούν δύο ακόμη ζητήματα που σχετίζονται με το εργασιακό εκπαιδευτικό περιβάλλον. Το πρώτο σχετίζεται με την «ταχύτητα» με την οποία λειτουργεί μια διαδικτυακή τάξη και το δεύτερο αφορά τη συνεργασία των εκπαιδευόμενων.

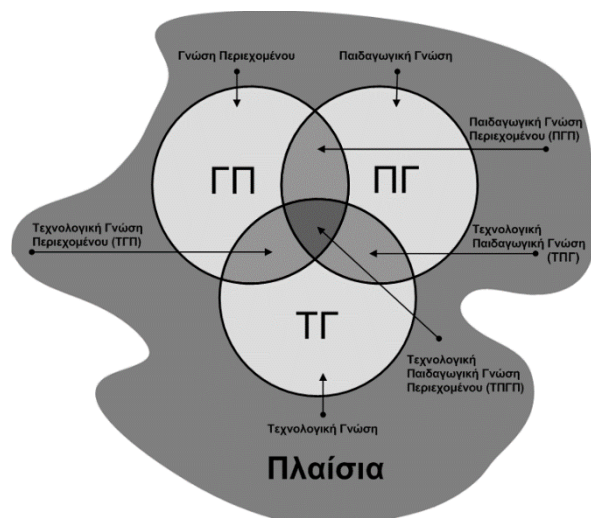
Η ταχύτητα με την οποία «τρέχει» η διαδικτυακή τάξη διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο όσον αφορά: α) τη δημιουργικότητα και την ευελιξία και β) το αν και πώς μαθαίνουν οι εκπαιδευόμενοι από την ενεργή συμμετοχή τους στο πλαίσιο του μαθήματος. Σύμφωνα με τα τρέχοντα ευρήματα στον τομέα της νευροεκπαίδευσης, η εργασία υπό πίεση προκαλεί α) άγχος και β) την εντύπωση ότι «το μυαλό μου έχει σταματήσει να λειτουργεί». Συνεπώς, η ταχύτητα επηρεάζει τη μάθηση και τον εγκέφαλο (Novick et al., 2019). Σύμφωνα με την έρευνα, όταν η μάθηση επιχειρείται με γρήγορους ρυθμούς, μπορεί να ενισχυθούν οι υπάρχουσες συνάψεις και να ενεργοποιηθούν τα νευρωνικά κυκλώματα, αλλά μπορούν το ίδιο γρήγορα να εξασθενίσουν μιας και η ενεργή συμμετοχή, η ενσωμάτωση αξιολόγησης, η αξιοποίηση διδακτικών εμποδίων, η πολυδιάσταση προσέγγιση δεν μπορούν να εφαρμοστούν ολοκληρωμένα. Αντίθετα, φαίνεται ότι η μάθηση ενισχύεται όταν οι εκπαιδευόμενοι προσεγγίζουν έννοιες και ιδέες με δημιουργικότητα και ευελιξία (Ferguson, Anderson & Spreng, 2017· Novick et al., 2019). Κατά συνέπεια, το εκπαιδευτικό περιβάλλον στη διαδικτυακή μάθηση είναι σημαντικό να λειτουργεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να παρέχεται στους εκπαιδευόμενους ο χρόνος που χρειάζονται για να είναι δημιουργικοί. Για το λόγο αυτό, στη διαδικτυακή ομόχρονη μάθηση, οι εκπαιδευόμενοι είναι σημαντικό να εμπλέκονται με δραστηριότητες ενίσχυσης της διαδικασιακής γνώσης, ώστε να μειωθεί η απλή αναπαραγωγή/απομνημόνευση πληροφοριών και να περιοριστεί η αξία της ταχύτητας, καθώς η ανάπτυξη συνάψεων και νευρωνικών κυκλωμάτων είναι μια σύνθετη και πολυδιάστατη διαδικασία.

Η τεχνολογία σήμερα, παρέχει μέσα για την πραγματοποίηση και εφαρμογή διαδικτυακών συνεργατικών δράσεων (Γκιόσος & Παναγιωτακόπουλος, 2020). Η δυνατότητα αξιοποίησης των εικονικών δωματίων αποτελεί ένα από τα μέσα που μπορούν να ενισχύσουν τη συνεργατικότητα μεταξύ εκπαιδευόμενων. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί έχουν τη δυνατότητα να αναθέσουν ομαδική εργασία διαφοροποιώντας το περιεχόμενο ανά ομάδα εκπαιδευόμενων. Στη διαδικτυακή τάξη, η συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευόμενων είναι σημαντική για δύο λόγους: α) τους επιτρέπει να μοιράζονται τις ανησυχίες τους, τις ιδέες τους και να μελετούν επιτυχώς το πρόβλημα που τους έχει δοθεί και β) τους βοηθά να κατανοήσουν και να αναγνωρίσουν πώς λειτουργούν άλλα άτομα. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της μάθησης, η συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευόμενων τους βοηθά να αναγνωρίσουν ότι και άλλοι έχουν κάποιες ή πολλές δυσκολίες στη μάθηση. Οι εκπαιδευόμενοι, επομένως, θα είναι σε θέση να σκεφτούν κριτικά τη δική τους μάθηση και να λάβουν υπόψη ότι η μάθηση είναι μια διαδικασία όπου οι εκπαιδευόμενοι αντιμετωπίζουν παρόμοια ή πανομοιότυπα προβλήματα / εμπόδια που καλούνται να ξεπεράσουν. Επιπλέον, οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ευκαιρία να κάνουν συνδέσεις μεταξύ ιδεών και να

διατυπώσουν απόψεις. Έτσι, δίνεται η ευκαιρία στους εκπαιδευόμενους να εξερευνήσουν ιδέες και να συνεργαστούν για την επίλυση προβλημάτων. Τα ευρήματα στον τομέα της νευροεπιστήμης, αναδεικνύουν ότι όταν οι άνθρωποι συνεργάζονται, ενεργοποιείται ο έσω κογχομετωπιαίος φλοιός και το μετωποβρεγματικό δίκτυο με αποτέλεσμα, να ενισχύεται η ανάπτυξη εκτελεστικών λειτουργιών (Decety et al., 2004· Lu et al., 2019). Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο αυτές οι περιοχές του εγκεφάλου αναφέρονται επίσης ως «κοινωνικός εγκέφαλος» και καταδεικνύουν την αξία της κοινωνικοπολιτισμικής προσέγγισης στη μάθηση και την ανάγκη να παρέχονται στους μαθητές ευκαιρίες συνεργασίας (Steffe & Gale, 1995). Η συνεργασία, επομένως, είναι ένα περίπλοκο ζήτημα που διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη μάθηση, στην επίτευξη στόχων και στην ανάπτυξη του εγκεφάλου. Η διαδικτυακή μάθηση προσφέρει το κατάλληλο πλαίσιο συνεργασίας, επιτρέποντας τον διαχωρισμό των εκπαιδευόμενων σε εικονικά δωμάτια και την ανάθεση εργασίας, ώστε να συνεργαστούν για να λάβουν αποφάσεις και να προετοιμάσουν την παρουσίαση της ομάδας στην ολομέλεια.

### 3 Συζήτηση

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ειδικά κατά τη διάρκεια της πανδημίας, αναδείχθηκε ως μια πρακτική και αποτελεσματική λύση, ώστε οι μαθητές να μην μείνουν εκτός εκπαιδευτικής διαδικασίας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μιας πρόσφατης έρευνας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όπου συμμετείχαν περίπου 5000 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, τα δύο τρίτα των συμμετεχόντων δήλωσαν ότι ήταν η πρώτη φορά που εργάστηκαν ως εκπαιδευτές στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (School Education Gateway, 2020). Στην ίδια έρευνα, αναδείχθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί ανησυχούν για το αν οι μαθητές που συνδέονται στα διαδικτυακά μαθήματα παραμένουν ενεργοί και δεσμευμένοι στο πλαίσιο της διαδικτυακής τάξης. Για το λόγο αυτό, είναι ζωτικής σημασίας για τους εκπαιδευτικούς να προετοιμαστούν επαρκώς έτσι ώστε να είναι σε θέση να εργάζονται σύμφωνα με τις αρχές της α) εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης και β) της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, κάνοντας κατάλληλη χρήση των διαθέσιμων ψηφιακών τεχνολογιών, ώστε οι τεχνολογίες να λειτουργήσουν ως εκπαιδευτικά και μαθησιακά μέσα. Λόγω των χαρακτηριστικών της διαδικτυακής μάθησης και του διαμεσολαβητικού ρόλου που διαδραματίζουν οι ψηφιακές τεχνολογίες, η αξιοποίηση του πλαισίου της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK) μπορεί να συμβάλλει στην επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών, ώστε να μπορούν να λειτουργήσουν ως διευκολυντές στο πλαίσιο των διαδικτυακών μαθημάτων (Εικόνα 1). Το πλαίσιο έρχεται να συμβάλλει στην πρόωθηση αποτελεσματικής παιδαγωγικής πρακτικής σε ψηφιακά περιβάλλοντα (Koehler, Mishra & Yahya, 2007).



Εικόνα 1. Πλαίσιο TRACK

Σύμφωνα με το πλαίσιο TRACK, εκτός από τη γνώση του περιεχομένου που καλούνται οι εκπαιδευτικοί να διαθέτουν, είναι σημαντικό να διαθέτουν την παιδαγωγική ικανότητα στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση και στις αρχές της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης καθώς και στη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών ώστε οι τεχνολογίες να λειτουργούν ως μέσα μάθησης. Ιδιαίτερη εστίαση αποδίδεται στις τομές των κύκλων όπου εμφανίζονται νέοι τύποι γνώσεων (Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, Τεχνολογική Γνώση Περιεχομένου, Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση) και η Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (TRACK) του εκπαιδευτή που σχηματίζεται στην τομή και των τριών κύκλων.

Ως αποτέλεσμα, ενσωματώνοντας τις αρχές και τα εργαλεία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στην επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών, οι τελευταίοι έχουν την ευκαιρία να ενισχύσουν την ποιότητα της παρεχόμενης εκπαίδευσης. Συμπερασματικά, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι λόγω της φύσης της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, είναι σημαντικό η επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών να προσανατολίζεται στην ανάπτυξη: α) της γνώσης σε σχέση με τα τεχνολογικά εργαλεία που είναι απαραίτητα για τη διαδικτυακή διδασκαλία συγκεκριμένου περιεχομένου και β) της γνώσης σε σχέση με την εκπαιδευτική νευροεπιστήμη, έτσι ώστε να μπορούν να εντάξουν αποτελεσματικές πρακτικές διδασκαλίας και να διαχειριστούν κατάλληλα τη διαδικτυακή τους τάξη.

#### 4. Συμπεράσματα

Στο παρόν άρθρο, έγινε προσπάθεια να αναδειχτεί ότι η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη με τις αρχές της και τα υπάρχοντα ερευνητικά ευρήματα μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη διαδικτυακή μάθηση. Στο πλαίσιο αυτό, τέσσερις τομείς μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο και να ενισχύουν τη μάθηση.

Αρχικά, δόθηκε έμφαση στην πλαστικότητα του εγκεφάλου και την ικανότητά του να αναπτυχθεί μέσω συνάψεων και νευρωνικών κυκλωμάτων. Σε αυτό το πλαίσιο, η συμμετοχή των εκπαιδευόμενων στη μαθησιακή διαδικασία παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του εγκεφάλου. Στη συνέχεια, καθορίστηκε η αξία της διαγνωστικής, διαμορφωτικής και τελικής αξιολόγησης. Μέσω αυτών των τύπων αξιολόγησης, ο εκπαιδευτής έχει την ευκαιρία α) να αξιολογεί με σκοπό τη μάθηση και β) να

αξιολογεί τη μάθηση. Επιπλέον, αναδείχτηκε η σημασία της αξιοποίησης των εμποδίων που συναντούν οι εκπαιδευόμενοι στην πορεία της μάθησής τους, καθώς η προσπάθεια υπέρβασης των εμποδίων που συναντούν, μπορεί να ενεργοποιήσει συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου και να βοηθήσει στην ενίσχυση της μνήμης. Ο τέταρτος τομέας είναι η πολυδιάστατη προσέγγιση των εννοιών και των δραστηριοτήτων. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να ασχοληθούν με διάφορα αναπαραστασιακά μοντέλα και να ενισχύσουν διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου, οι οποίες συνεργάζονται και ενισχύουν τη διασυνδεσιμότητα του εγκεφάλου.

Επιπλέον, προσδιορίστηκαν δύο κρίσιμοι παράγοντες για την ενεργοποίηση των τεσσάρων τομέων: η ταχύτητα και η συνεργασία. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε ότι στο πλαίσιο της διαδικτυακής μάθησης, ο χρόνος εργασίας πρέπει να παρέχεται χωρίς να δίνεται βαρύτητα στην αναπαραγωγή πληροφοριών ή στην ταχύτητα δράσης, καθώς η ανάπτυξη συνάψεων και νευρωνικών κυκλωμάτων είναι μια αργή διαδικασία. Επιπλέον, η συνεργασία αποτελεί ένα πολύπλοκο έργο και διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη μάθηση, στην επίτευξη των στόχων και στην ανάπτυξη του εγκεφάλου.

Τέλος, φαίνεται ότι τα σημαντικά ευρήματα στην ερευνητική έρευνα των νευροεπιστημών απαιτούν την κατάλληλη εκπαίδευση των εκπαιδευτικών. Σε αυτό το πλαίσιο, η ανάπτυξη προγραμμάτων κατάρτισης σύμφωνα με το πλαίσιο της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου μπορεί να συμβάλει στην προετοιμασία των εκπαιδευτικών να διδάσκουν σε δομές διαδικτυακής μάθησης σύμφωνα με τις αρχές της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης.

### Βιβλιογραφικές αναφορές

- Ansari, D., Coch, D., & De Smedt, B. (2011). Connecting Education and Cognitive Neuroscience: Where will the journey take us?. *Educational philosophy and theory*, 43(1), 37-42.
- Boaler, J. (2006). Urban success: A multidimensional mathematics approach with equitable outcomes. *Phi Delta Kappan*, 87(5), 364-369.
- Decety, J., Jackson, P. L., Sommerville, J. A., Chaminade, T., & Meltzoff, A. N. (2004). The neural bases of cooperation and competition: an fMRI investigation. *Neuroimage*, 23(2), 744-751.
- Ferguson, M. A., Anderson, J. S., & Spreng, R. N. (2017). Fluid and flexible minds: Intelligence reflects synchrony in the brain's intrinsic network architecture. *Network Neuroscience*, 1(2), 192-207.
- Howard-Jones, P. A. (2011). A multiperspective approach to neuroeducational research. *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 24-30.
- Howard-Jones, P., Ioannou, K., Bailey, R., Prior, J., Yau, S. H., & Jay, T. (2018). Applying the science of learning in the classroom. *Profession*, 18, 19.
- Hwang, G. J., & Chang, H. F. (2011). A formative assessment-based mobile learning approach to improving the learning attitudes and achievements of students. *Computers & Education*, 56(4), 1023-1031.
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762.
- Lu, K., Xue, H., Nozawa, T., & Hao, N. (2019). Cooperation makes a group be more creative. *Cerebral Cortex*, 29(8), 3457-3470.
- Moore, M. G., Resta, P., Rumble, G., Tait, A., & Zaparovanny, Y. (2002). *Open and distance learning: Trends, policy and strategy considerations*. UNESCO.



- Moser, J. S., Schroder, H. S., Heeter, C., Moran, T. P., & Lee, Y. H. (2011). Mind your errors: Evidence for a neural mechanism linking growth mind-set to adaptive posterror adjustments. *Psychological Science*, 22(12), 1484-1489.
- Newton, P. M., & Miah, M. (2017). Evidence-based higher education—is the learning styles ‘myth’ important?. *Frontiers in psychology*, 8, 444.
- Nottingham, J. (2017). *The learning challenge: How to guide your students through the learning pit to achieve deeper understanding*. Corwin Press.
- Nouri, A. (2016). The basic principles of research in neuroeducation studies. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 4(1), 59.
- Novick, J. M., Bunting, M. F., Engle, R. W., & Dougherty, M. R. (Eds.). (2019). *Cognitive and Working Memory Training: Perspectives from Psychology, Neuroscience, and Human Development*. Oxford University Press, USA.
- Rees, P., Booth, R., & Jones, A. (2016). The emergence of neuroscientific evidence on brain plasticity: Implications for educational practice. *Educational and Child Psychology*, 33(1), 8-19.
- Rosenberg, M. D., Martinez, S. A., Rapuano, K. M., Conley, M. I., Cohen, A. O., Cornejo, M. D., ... & Feczko, E. (2020). Behavioral and neural signatures of working memory in childhood. *Journal of Neuroscience*, 40(26), 5090-5104.
- School Education Gateway (n.d.). *Survey on online and distance learning-Results*. Retrieved from <https://www.schooleducationgateway.eu/en/pub/viewpoints/surveys/survey-on-online-teaching.htm>
- Steffe, L. P., & Gale, J. E. (Eds.). (1995). *Constructivism in education*. Psychology Press.
- Thomas, M. S., Ansari, D., & Knowland, V. C. (2019). Annual research review: Educational neuroscience: Progress and prospects. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 60(4), 477-492.
- UNESCO (n.d.). *Education: From disruption to recovery*. Retrieved from <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>
- Γκιόσος, Ι. & Παναγιωτακόπουλος, Χ. (Επιμ.) (2020). *Κατανοώντας το ρόλο των τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Θεματική ενότητα ETA 51: Καινοτομία στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση: Παιδαγωγικές και Τεχνολογικές Εφαρμογές*. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Εκπαίδευση και Τεχνολογίες σε συστήματα εξ αποστάσεως διδασκαλίας και μάθησης – Επιστήμες της Αγωγής, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Σιδηροπούλου, Κ. (2015). *Βασικές Αρχές Ανατομίας και Οργάνωσης του Νευρικού Συστήματος*, Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών/ Κάλλιπος.