ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Μάθηση, Φύλο και Επιστημικά Συναισθήματα στην Εμβυθιστική Εικονική Πραγματικότητα

Εμμανουήλ Φωκίδης, Αικατερίνη Νεραντζάκη

doi: 10.12681/cetpe.9478

Βιβλιογραφική αναφορά:

Φωκίδης Ε., & Νεραντζάκη Α. (2026). Μάθηση, Φύλο και Επιστημικά Συναισθήματα στην Εμβυθιστική Εικονική Πραγματικότητα. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 259–268. https://doi.org/10.12681/cetpe.9478

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 16/01/2026 15:14:44

Μάθηση, Φύλο και Επιστημικά Συναισθήματα στην Εμβυθιστική Εικονική Πραγματικότητα

Εμμανουήλ Φωκίδης[1], Αικατερίνη Νεραντζάκη[2]
fokides@aegean.gr, aneranta@psy.auth.gr
[1]Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
[2]Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Τα επιστημικά συναισθήματα διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στη γνωστικές λειτουργίες και ακαδημαϊκές επιδόσεις. Η εμβυθιστική εικονική πραγματικότητα (ΕμΕΠ) εμπλουτίζει την εκπαιδευτική διαδικασία μέσω συναισθηματικά πλούσιων περιβαλλόντων που ενισχύουν τη μάθηση. Ωστόσο, λίγες έρευνες έχουν εξετάσει τη σύνδεση επιστημικών συναισθημάτων και γνωστικών αποτελεσμάτων στα πλαίσια της ΕμΕΠ. Στην παρούσα μελέτη, που συμμετείχαν 84 φοιτητές, εξετάστηκε ένα μοντέλο που διερεύνησε τη δυναμική θετικών και αρνητικών επιστημικών συναισθημάτων, την επίδρασή τους στη μάθηση, καθώς και τις διαφορές φύλου στο πλαίσιο της ΕμΕΠ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διασκέδαση, η περιέργεια και η έκπληξη ενίσχυσαν τη μάθηση, με τη διασκέδαση να έχει τη μεγαλύτερη επίδραση, καταπνίγοντας αρνητικά συναισθήματα. Αντίθετα, η ανία και ο εκνευρισμός είχαν αρνητική επίδραση. Οι άντρες βίωσαν περισσότερη διασκέδαση, περιέργεια και έκπληξη και λιγότερο άγχος.

Λέξεις κλειδιά: εμβυθιστική εικονική πραγματικότητα, επιστημικά συναισθήματα, μάθηση, φύλο

Εισαγωγή

Τα συναισθήματα είναι καθοριστικής σημασίας, καθώς επηρεάζουν γνωστικές λειτουργίες και ακαδημαϊκά αποτελέσματα (Pekrun, 2006). Σημαντικά είναι τα επιστημικά συναισθήματα, που σχετίζονται με γνωστικές δραστηριότητες, επηρεάζοντας τη νοητική εμπλοκή και τη μάθηση μέσω σύνθετων μηχανισμών (Pekrun, 2006). Συνεπώς, η μελέτη τους είναι αναγκαία για τη βελτίωση των διδακτικών πρακτικών. Σε περιβάλλοντα όπως η εμβυθιστική εικονική πραγματικότητα (ΕμΕΠ), τα συναισθήματα παίζουν εξίσου κομβικό ρόλο. Η ΕμΕΠ, που ορίζεται ως ψηφιακοί τρισδιάστατοι χώροι που βιώνονται μέσω εξοπλισμού όπως head-mounted displays (HMDs), δημιουργεί εμβυθιστικές εμπειρίες και βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς τομείς όπως η εκπαίδευση και η υγεία (Fokides, 2023). Η ΕμΕΠ έχει την ικανότητα να προάγει τα επιστημικά συναισθήματα, υποβοηθώντας τη μάθηση (Makransky & Lilleholt, 2018). Παρόλα αυτά, στην ΕμΕΠ, η έρευνα αναφορικά με την επίδραση των επιστημικών συναισθημάτων στη μάθηση παραμένει περιορισμένη. Η παρούσα μελέτη στοχεύει να καλύψει το κενό, εξετάζοντας τον τρόπο με τον οποίο τα επιστημικά συναισθήματα επηρεάζουν τη μάθηση σε συναισθηματικά φορτισμένες εμβυθιστικές εμπειρίες.

Επιστημικά συναισθήματα

Τα ακαδημαϊκά συναισθήματα, οριζόμενα ως συναισθήματα που σχετίζονται με ακαδημαϊκές δραστηριότητες, τη μάθηση και την επίδοση, αποτελούν θεμελιώδη παράγοντα στη διαδικασία της μάθησης (Pekrun, 2006, 2024). Μία κατηγορία τους είναι τα επιστημικά συναισθήματα, που προκύπτουν κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων που αφορούν την απόκτηση γνώσεων, όπως η επίλυση προβλημάτων. Συνδέονται στενά με γνωστικές διεργασίες και επηρεάζουν την εμπλοκή, τη λήψη αποφάσεων και τη ρύθμιση της μάθησης. Σε αντίθεση με τα ευρύτερα ακαδημαϊκά συναισθήματα, επικεντρώνονται στο περιεχόμενο της μάθησης και στις διαδικασίες κατανόησης. Σύμφωνα με την Θεωρία Ελέγχου-Αξίας

(Control-Value Theory, CVT), τα συναισθήματα προκύπτουν από τις αξιολογήσεις του ελέγχου (ικανότητα επιρροής στα αποτελέσματα) και της αξίας (σημασία δραστηριοτήτων/αποτελεσμάτων). Για παράδειγμα, ένα αναπάντεχο στοιχείο μπορεί να πυροδοτήσει περιέργεια ή ενδιαφέρον. Η CVT, αν και αρχικά επικεντρωμένη σε συναισθήματα επίτευξης, εξελίχθηκε ώστε να περιλαμβάνει και τα επιστημικά, συνδέοντάς τα με γνωστικές ασυνέπειες, όπως οι αντιφάσεις μεταξύ νέας και παλαιότερης γνώσης (Pekrun, 2024). Τα βασικά επιστημικά συναισθήματα περιλαμβάνουν:

- Διασκέδαση/απόλαυση: Προέρχεται από τη επιτυχημένη μάθηση, ενισχύοντας την εσωτερική κινητοποίηση και επιμονή. Συσχετίζεται με αυξημένη προσπάθεια και χρήση μεταγνωστικών στρατηγικών (Nikitina et al., 2025).
- Έκπληξη: Προκύπτει από απροσδόκητες πληροφορίες, ενισχύοντας την προσοχή και την εξερεύνηση. Συνδέεται με εντατική αναζήτηση πληροφοριών και τη βαθιά μάθηση (Noordewier & Gocłowska, 2024).
- Περιέργεια: Λειτουργεί ως κίνητρο για την απόκτηση γνώσης και σχετίζεται θετικά με την προσπάθεια και τη στοχο-προσήλωση (Nikitina et al., 2025).
- Άγχος: Προκύπτει από "απειλές" στη μάθηση, όπως η πολυπλοκότητα των πληροφοριών ή η αβεβαιότητα. Αν και αρνητικό συναίσθημα, υπό ελεγχόμενες συνθήκες μπορεί να βοηθήσει τη διαχείριση της αβεβαιότητας (Pekrun et al., 2017).
- Εκνευρισμός: Προέρχεται από εμπόδια ή αποτυχίες στην επίτευξη γνωστικών στόχων. Όμως, συχνά οδηγεί σε επιμονή και προσαρμογή στρατηγικών (Pekrun et al., 2017).
- Σύγχυση: Προκύπτει από γνωστικές ασυμφωνίες ή πολυπλοκότητα. Συχνά ενεργοποιεί την εξερεύνηση του γνωστικού υλικού (Vogl et al., 2021).
- Ανία: Απορρέει από ανούσιες ή επαναληπτικές εργασίες, μειώνοντας την προσπάθεια και επηρεάζοντας αρνητικά τα κίνητρα και την περιέργεια (Nikitina et al., 2025).

Πρέπει να σημειωθεί ότι η έρευνα σχετικά με την αλληλεπίδραση συναισθημάτων και μάθησης απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση, ιδιαίτερα όσον αφορά τα ψηφιακά περιβάλλοντα. Οι υπάρχουσες μελέτες συχνά βασίζονται σε τεχνικές πρόκλησης συναισθημάτων παρά στην αξιοποίηση των στοιχείων των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων (Um et al., 2012).

Ο αντίκτυπος του φύλου στα συναισθήματα και τη μάθηση

Η σχέση μεταξύ συναισθημάτων, φύλου και μάθησης είναι περίπλοκη. Οι άνδρες εμφανίζουν πιο έντονες συναισθηματικές αντιδράσεις, ενώ οι γυναίκες μεγαλύτερη εκφραστικότητα, κυρίως στα αρνητικά συναισθήματα. Επίσης, εκδηλώνουν περισσότερα εσωτερικά συναισθήματα, όπως άγχος, ενώ οι άντρες τείνουν να εκφράζουν περισσότερα εξωτερικά, όπως θυμό (Chaplin & Aldao, 2013). Στην εκπαίδευση, τα αποτελέσματα των ερευνών είναι μικτά. Σε αρκετές περιπτώσεις, τα συναισθήματα είναι παρόμοια. Όμως, οι γυναίκες ανέφεραν υψηλότερο άγχος εξετάσεων, το οποίο πιθανώς επηρέασε την απόδοσή τους (Simić et al., 2024). Άλλες μελέτες έδειξαν ότι οι γυναίκες βιώνουν περισσότερα θετικά συναισθήματα, ενισχύοντας τη μαθησιακή τους δέσμευση (Zamir et al., 2023). Ωστόσο, έχει υποστηριχθεί ότι οι διαφορές στα συναισθήματα επηρεάζουν ελάχιστα τη μάθηση (Hiluf & Alemu, 2024). Επιπρόσθετα, οι γυναίκες εμφανίζουν συναισθηματικά φορτισμένες αντιδράσεις στην αρχή των μαθησιακών δραστηριοτήτων, ενώ οι άνδρες παρουσιάζουν αυξημένες αντιδράσεις μετά (Rosser & Soler, 2023). Στην επεξεργασία αντιφατικών κειμένων, οι άνδρες ανέφεραν μεγαλύτερη ευχαρίστηση, ενώ, στα μαθηματικά, οι γυναίκες εμφάνισαν περισσότερα συναισθήματα απελπισίας και ντροπής (Frenzel et al., 2007). Στην εκμάθηση Αγγλικών, οι γυναίκες ανέφεραν μεγαλύτερη απόλαυση και μικρότερη ανία, αυξάνοντας τα κίνητρά τους, χωρίς να σημειωθούν διαφορές σε υπερηφάνια ή άγχος (Wang et al., 2024).

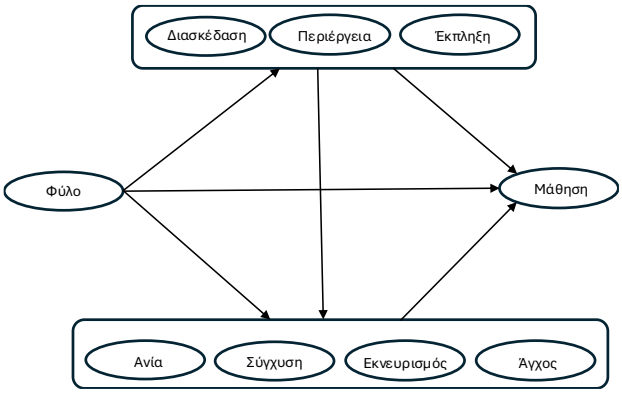
Εμβυθιστική εικονική πραγματικότητα

Όπως αναφέρθηκε, η ΕμΕΠ αποτελεί μια τεχνολογία που δημιουργεί ψηφιακά περιβάλλοντα, δίνοντας στους χρήστες την αίσθηση της παρουσίας. Η ταυτόχρονη ενεργοποίηση πολλών αισθήσεων και η διαδραστικότητα, ενισχύουν αυτή την αίσθηση, καθιστώντας την ΕμΕΠ ένα ισχυρό μαθησιακό εργαλείο (Fokides, 2023). Επιτρέπει στους μαθητές να βιώσουν ιστορικά γεγονότα, να διεξάγουν εικονικά πειράματα και να εξασκήσουν πολύπλοκες δεξιότητες σε ελεγχόμενο περιβάλλον, με αποτέλεσμα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Antonopoulos et al., 2024). Ταυτόχρονα, η ΕμΕΠ παρέχει μια πλατφόρμα μελέτης της σχέσης συναισθημάτων και μάθησης. Η εμβυθιστική της φύση, συγκριτικά με άλλα περιβάλλοντα (όπως η ΕΠ σε υπολογιστές), μεγιστοποιεί τις συναισθηματικές αντιδράσεις (Makransky & Lilleholt, 2018), καθιστώντας την αποτελεσματική στη δημιουργία και ρύθμιση συναισθημάτων. Νευροφυσιολογικά δεδομένα δείχνουν ότι όντως προκαλεί έντονα συναισθήματα, γεγονός που υπογραμμίζει τη σημασία της ΕμΕΠ στη συναισθηματική έρευνα (Li et al., 2022). Μάλιστα, οι γνωσιακές και συναισθηματικές διαδικασίες στην ΕμΕΠ προσομοιάζουν με αυτές του πραγματικού κόσμου (Schöne et al., 2023). Πέρα από θετικά συναισθήματα, όπως διασκέδαση/απόλαυση, περιέργεια και ενθουσιασμός (Akgün & Atıcı, 2025), μπορεί να προκαλέσει και αρνητικά, όπως φόβο και λύπη, ειδικά σε εφαρμογές όπου η έντονη παρουσία ενισχύει τις συναισθηματικές αντιδράσεις (Somarathna et al., 2022). Παρότι τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη βαθιά επίδραση της ΕμΕΠ στη συναισθηματική κατάσταση των ατόμων, πρέπει να τονιστεί ότι οι έρευνες επικεντρώνονται κυρίως στη συχνότητα και στην ποιότητα των συναισθημάτων παρά στον άμεσο αντίκτυπό τους στη μάθηση (Somarathna et al., 2022).

Δήλωση του προβλήματος και ερευνητικά ερωτήματα

Οι προηγούμενες μελέτες βασίστηκαν κυρίως σε εξωτερικές διαδικασίες επαγωγής συναισθημάτων (Um et al., 2012), μη δίνοντας έμφαση σε συναισθηματικά φορτισμένη ύλη ή ψηφιακά περιβάλλοντα (Somarathna et al., 2022). Η ΕμΕΠ έχει διαφανεί ότι προκαλεί έντονα συναισθήματα, παρόμοια με αληθινές εμπειρίες (Schöne et al., 2023), αλλά η έρευνα δεν έχει εξετάσει επαρκώς πώς επηρεάζουν τη μάθηση. Παράλληλα, ενώ συναισθήματα όπως το άγχος και η ανία έχουν μελετηθεί (Pekrun, 2024· Vogl et al., 2021), η κατανόηση της αλληλεπίδρασης των συναισθημάτων σε εμβυθιστικά περιβάλλοντα παραμένει περιορισμένη. Οι διαφορές φύλου επίσης χρειάζονται περαιτέρω έρευνα (Simić et al., 2024), καθώς δεν είναι σαφές εάν το φύλο επηρεάζει τις αποκρίσεις στην ΕμΕΠ. Η παρούσα μελέτη επιδιώκει να καλύψει αυτά τα κενά, διαμορφώνοντας ένα μοντέλο αλληλεπίδρασης μεταξύ επιστημικών συναισθημάτων, φύλου και της επιρροής τους στα μαθησιακά αποτελέσματα στο πλαίσιο της ΕμΕΠ (Σχήμα 1), εξετάζοντας τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα (ΕΕ):

- ΕΕ1-4: Σε ποιο βαθμό το άγχος (ΕΕ1), η ανία (ΕΕ2), η σύγχυση (ΕΕ3) και ο εκνευρισμός (ΕΕ4) επηρεάζουν τη μάθηση σε περιβάλλοντα ΕμΕΠ;
- ΕΕ5-7(α-ε): Σε ποιο βαθμό η περιέργεια (ΕΕ5), η διασκέδαση/απόλαυση (ΕΕ6) και η έκπληξη (ΕΕ7) επηρεάζουν: (α) το άγχος, (β) την ανία, (γ) τη σύγχυση, (δ) τον εκνευρισμό και (ε) τη μάθηση σε περιβάλλοντα ΕμΕΠ;
- ΕΕ8(α-η): Σε ποιο βαθμό το φύλο επηρεάζει: (α) το άγχος, (β) την ανία, (γ) τη σύγχυση, (δ) τον εκνευρισμό, (ε) την περιέργεια, (στ) την διασκέδαση/απόλαυση, (ζ) την έκπληξη, και (η) τη μάθηση σε περιβάλλοντα ΕμΕΠ;



Σχήμα 1. Το προτεινόμενο μοντέλο (για τη μείωση του αριθμού των βελών, τα συναισθήματα ομαδοποιήθηκαν ως θετικά και αρνητικά)

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Ως ομάδα-στόχος επιλέχθηκαν φοιτητές, καθώς προηγούμενες ανασκοπήσεις έδειξαν ότι οι έρευνες συχνά στοχεύουν νέους ενήλικες (Atsikpasi & Fokides, 2022). Για τον προσδιορισμό του μεγέθους του δείγματος, με δεδομένο ότι επρόκειτο να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Δομικών Εξισώσεων Μέσω Ελαχίστων Τετραγώνων (Partial Least Squares Structural Equation Modeling, PLS-SEM) για την ανάλυση των δεδομένων, όπως θα εξηγηθεί σε επόμενη ενότητα, χρησιμοποιήθηκε ο κανόνας "10 φορές" (Barclay et al., 1995), που υπέδειξε ελάχιστο δείγμα 80 συμμετεχόντων, καθώς υπάρχουν οκτώ βέλη προς την εξαρτημένη μεταβλητή. Τελικά, συμμετείχαν 84 φοιτητές (67.86% γυναίκες) με ηλικία περίπου τα 21 έτη (M = 20,77, SD = 4,12). Μόνη προϋπόθεση ήταν η γνώση Αγγλικών καθώς η εφαρμογή που χρησιμοποιήθηκε ήταν σε αυτή τη γλώσσα. Η μελέτη έχει εγκριθεί από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του πανεπιστημίου και οι συμμετέχοντες δήλωσαν τη συγκατάθεσή τους.

Υλικά και εργαλεία συλλογής δεδομένων

Καθώς δεν υπάρχουν στα Ελληνικά εφαρμογές με κατάλληλο περιεχόμενο, επιλέχθηκε η εφαρμογή "Anne Frank House VR" (https://www.annefrank.org/en/about-us/what-we-do/publications/anne-frank-house-virtual-reality/) για την ιστορική, συναισθηματική και εκπαιδευτική της αξία (Mulders, 2023). Meta Quest 2 και Meta Quest 3 χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή του πειράματος σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο 35 τ.μ. Η απόκτηση γνώσης αξιολογήθηκε μέσω τεστ πολλαπλής επιλογής 10 ερωτήσεων διαθέσιμο εδώ (Mulders, 2023). Για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τα συναισθήματα, χρησιμοποιήθηκε η Epistemically-Related Emotion Scale (Pekrun et al., 2017). Αποτελείται από 21 ερωτήσεις που ανά τρεις εξετάζουν το κάθε ένα από τα συναισθήματα που περιλήφθηκαν στο μοντέλο. Το τεστ γνώσεων όσο και το ερωτηματολόγιο, χορηγήθηκαν διαδικτυακά.

Διαδικασία

Η διαδικασία σχεδιάστηκε ως εξωδιδακτική δραστηριότητα, αποκλείοντας σκόπιμα τη διδασκαλία ώστε τα αποτελέσματα να μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά στο μέσο. Οι

συμμετέχοντες έλαβαν προφορικές οδηγίες σχετικά με την αλληλεπίδραση με την εφαρμογή και τη χρήση των HMDs. Αφιερώθηκαν 15-20 λεπτά για την εξοικείωση με το εικονικό περιβάλλον. Αυτή η προετοιμασία ήταν σημαντική, καθώς οι συμμετέχοντες δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία με ΕμΕΠ ή HMDs. Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες ασχολήθηκαν με την εφαρμογή για 35-45 λεπτά. Τέλος, συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο και το τεστ αξιολόγησης. Η όλη διαδικασία απαίτησε 80-90 λεπτά/συμμετέχοντα.

Αποτελέσματα

Δεδομένης της εξερευνητικής της φύσης της μελέτης, η επιλογή της μεθόδου PLS-SEM κρίθηκε ως η πλέον κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης δεδομένων (Hair et al., 2019). Τα δεδομένα ελέγχθηκαν για την αξιοπιστία τους, την εσωτερική συνέπεια, τη συγκλίνουσα εγκυρότητα, τη διακριτική τους εγκυρότητα και για πολυσυγγραμμικότητα. Καθώς δεν υπήρχαν προβλήματα, εξετάστηκε το δομικό μοντέλο μέσω PLS-SEM. Χρησιμοποιήθηκε η τεχνική bootstrapping με 10.000 δείγματα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 1 έως 3, ενώ το τελικό μοντέλο απεικονίζεται στο Σχήμα 2.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα PLS-SEM, άμεσες επιδράσεις

Διαδρομή	*t*	*p*	*β*	*f2*	Ερμηνεία
Άγχος -> Μάθηση	0,45	0,65	-0,04	0,00	-
Ανία -> Μάθηση	2,97	0,003	-0,27	0,14	Μέτρια διαδρομή, μικρή επίδραση
Σύγχυση -> Μάθηση	0,38	0,702	-0,02	0,00	-
Εκνευρισμός -> Μάθηση	2,34	0,019	-0,15	0,05	Μέτρια διαδρομή, μικρή επίδραση
Περιέργεια -> Άγχος	2,11	0,035	-0,18	0,06	Μέτρια διαδρομή, μικρή επίδραση
Περιέργεια -> Ανία	4,14	< 0,001	-0,33	0,18	Ικανοποιητική διαδρομή, μέση επίδραση
Περιέργεια -> Σύγχυση	1,28	0,201	-0,17	0,03	-
Περιέργεια -> Εκνευρισμός	0,22	0,828	-0,03	0,00	-
Περιέργεια -> Μάθηση	0,65	0,517	0,04	0,01	-
Διασκέδαση -> Άγχος	7,85	< 0,001	-0,66	0,77	Ισχυρή διαδρομή, πολύ μεγάλη επίδραση
Διασκέδαση -> Ανία	4,40	< 0,001	-0,53	0,44	Ισχυρή διαδρομή, μεγάλη επίδραση
Διασκέδαση -> Σύγχυση	4,19	< 0,001	-0,52	0,25	Ισχυρή διαδρομή, μέση επίδραση
Διασκέδαση -> Εκνευρισμός	4,83	< 0,001	-0,63	0,47	Ισχυρή διαδρομή, μεγάλη επίδραση
Διασκέδαση -> Μάθηση	2,33	0,020	0,21	0,07	Μέτρια διαδρομή, μικρή επίδραση
Έκπληξη -> Άγχος	0,22	0,826	0,02	0,00	-
Έκπληξη -> Ανία	0,13	0,900	0,01	0,00	-
Έκπληξη -> Σύγχυση	2,16	0,031	0,29	0,07	Μέτρια διαδρομή, μικρή επίδραση
Έκπληξη -> Εκνευρισμός	0,02	0,982	0,00	0,00	-
Έκπληξη -> Μάθηση	6,91	< 0,001	0,39	0,46	Ικανοποιητική διαδρομή, μεγάλη επίδραση
Φύλο -> Άγχος	1,96	0,050	-0,15	0,05	Μέτρια διαδρομή, μικρή επίδραση
Φύλο -> Ανία	1,39	0,166	-0,11	0,03	-
Φύλο -> Σύγχυση	1,44	0,149	-0,15	0,03	-
Φύλο -> Εκνευρισμός	1,31	0,189	-0,11	0,02	-
Φύλο -> Περιέργεια	2,92	0,004	0,30	0,10	Μέτρια διαδρομή, μικρή επίδραση
Φύλο -> Διασκέδαση	3,47	0,001	0,34	0,13	Ικανοποιητική διαδρομή, μικρή επίδραση
Φύλο -> Έκπληξη	2,83	0,005	0,27	0,08	Μέτρια διαδρομή, μικρή επίδραση
Φύλο -> Μάθηση	0,00	0,999	0,00	0,00	-

Σημειώσεις: - = μη στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα. Για την ερμηνεία των συντελεστών διαδρομής, εφαρμόζονται τα εξής: β 0-0,10 = ασθενής διαδρομή, 0,11-0,30 = μέτρια, 0,31-0,50 = ικανοποιητική, και > 0,50 = ισχυρή (Hair & Alamer, 2022). Για την ερμηνεία του μεγέθους των επιδράσεων, εφαρμόζονται τα εξής: $f^2 \geq 0,35$ = μεγάλο μέγεθος επίδρασης, ≥ 0,15 = μεσαίο, ≥ 0,02 = μικρό και < 0,02 = αμελητέο (Cohen, 2013).

Πίνακας 2. Αποτελέσματα PLS-SEM, συνολικές έμμεσες επιδράσεις

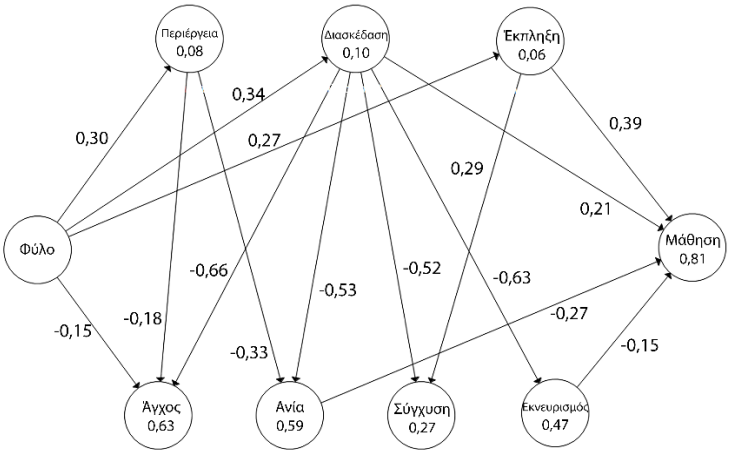
Διαδρομή	*t*	*p*	*β*	Ερμηνεία
Περιέργεια -> Μάθηση	2,15	0,032	0,11	Μέτρια διαδρομή
Διασκέδαση -> Μάθηση	3,09	0,002	0,27	Μέτρια διαδρομή
Έκπληξη -> Μάθηση	0,22	0,827	-0,01	-
Φύλο -> Άγχος	3,85	< 0,001	-0,27	Μέτρια διαδρομή
Φύλο -> Ανία	3,73	< 0,001	-0,28	Μέτρια διαδρομή
Φύλο -> Σύγχυση	2,20	0,028	-0,15	Μέτρια διαδρομή
Φύλο -> Εκνευρισμός	3,22	0,001	-0,22	Μέτρια διαδρομή
Φύλο -> Μάθηση	4,71	< 0,001	0,37	Ικανοποιητική διαδρομή

Σημείωση. Μεγέθη επιδράσεων δεν μπορούν να υπολογιστούν για τις έμμεσες διαδρομές.

Πίνακας 3. Η επεξηγηματική/προγνωστική ισχύς του μοντέλου

Παράγοντας	*Adj. R²*	Ερμηνεία
Άγχος	0,63	Ισχυρή εξήγηση
Ανία	0,59	Ισχυρή εξήγηση
Σύγχυση	0,27	Μέτρια εξήγηση
Εκνευρισμός	0,47	Ικανοποιητική εξήγηση
Περιέργεια	0,08	Ασθενής εξήγηση
Διασκέδαση	0,10	Ασθενής εξήγηση
Έκπληξη	0,06	Ασθενής εξήγηση
Μάθηση	0,81	Πολύ ισχυρή εξήγηση

Σημείωση: Για την ερμηνεία των τιμών R^2, εφαρμόζονται τα εξής: R^2 0-0,10 = ασθενής εξήγηση, 0,11-0,30 = μέτρια, 0,31-0,50 = ικανοποιητική και > 0,50 = ισχυρή (Hair & Alamer, 2022).



Σχήμα 2. Το τελικό μοντέλο της μελέτης (παρουσιάζονται μόνο οι στατιστικά σημαντικές άμεσες διαδρομές. Οι αριθμοί στα βέλη είναι οι συντελεστές διαδρομής, ενώ οι αριθμοί στους κύκλους είναι οι τιμές R2 των παραγόντων)

Συζήτηση

Τα δεδομένα έδειξαν ότι τα επιστημικά συναισθήματα, σε συνδυασμό με το φύλο, εξηγούν/προβλέπουν σημαντικό μέρος της διακύμανσης στην απόκτηση γνώσεων (R^2 = 0,81). Αυτό το στοιχείο υπογραμμίζει τον κεντρικό τους ρόλο στη μάθηση σε περιβάλλοντα ΕμΕΠ. Οι παρακάτω ενότητες αναλύουν τα ευρήματα ανά ερευνητική ερώτηση.

Ο ρόλος του άγχους, της ανίας, της σύγχυσης και του εκνευρισμού (ΕΕ1-4)

Παραδόξως, το άγχος δεν αποδείχθηκε επιζήμιο, καθώς δεν είχε αρνητικό αντίκτυπο στη μάθηση. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τη CVT (Pekrun, 2006, 2024), η οποία συνδέει το άγχος με χαμηλές αξιολογήσεις ελέγχου, που εμποδίζουν τις ακαδημαϊκές επιδόσεις. Πιθανή εξήγηση δίνεται από την επίδραση των θετικών επιστημικών συναισθημάτων. Πράγματι, η διασκέδαση/απόλαυση και η περιέργεια μείωσαν σημαντικά το άγχος (β = -0,66, p < 0,001, f^2 = 0,77 και β = -0,18, p = 0,035, f^2 = 0,06 αντίστοιχα), υποστηρίζοντας τη Θεωρία Διεύρυνσης και Δόμησης (Broaden-and-Build Theory, Fredrickson, 2001), η οποία προτείνει ότι τα θετικά συναισθήματα διευρύνουν τους γνωστικούς πόρους και αντισταθμίζουν τις στενές επιδράσεις των αρνητικών συναισθημάτων. Αυτό επιβεβαιώνει τη δυνατότητα της ΕμΕΠ να προάγει την περιέργεια και τη διασκέδαση, μετριάζοντας έτσι την επιβλαβή επίδραση του άγχους.

Από την άλλη πλευρά, η ανία είχε αρνητική επίδραση στη μάθηση (β = -0,27, p = 0,003, f^2 = 0,14). Η ανία αποδίδεται στη χαμηλή διέγερση που προκαλείται από επαναλαμβανόμενο περιεχόμενο ή περιορισμένη διαδραστικότητα (Noordewier & Gocłowska, 2024· Pekrun, 2006). Φαίνεται ότι τα περιβάλλοντα ΕμΕΠ μπορούν να προκαλέσουν ανία όταν το περιεχόμενο τους στερείται καινοτομίας ή όταν υπερφορτώνουν τους μαθητές με περίπλοκες πληροφορίες (Antonopoulos et al., 2024). Όμως, όπως και με το άγχος, η διασκέδαση και η περιέργεια, μετρίασαν σημαντικά την ένταση της ανίας (β = -0,53, p < 0,001, f^2 = 0,44 και β = -0,33, p < 0,001, f^2 = 0,18 αντίστοιχα), επιβεβαιώνοντας τις απόψεις του Fredrickson (2001).

Η σύγχυση δεν είχε επίδραση στη μάθηση. Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να θεωρηθεί θετικό, καθώς στην εφαρμογή ΕμΕΠ που χρησιμοποιήθηκε δεν υπήρχαν καλά αναπτυγμένοι μηχανισμοί καθοδήγησης και οι συμμετέχοντες δεν είχαν εμπειρία από περιβάλλοντα ΕμΕΠ και HMDs. Η έλλειψη επίδρασης της σύγχυσης μπορεί και πάλι να αποδοθεί στα συναισθήματα υψηλής διέγερσης, όπως η διασκέδαση, που συχνά κυριαρχούν στα περιβάλλοντα ΕμΕΠ, επισκιάζοντας πιο αδύναμα, όπως η σύγχυση (Fokides, 2023· Li et al., 2022). Πράγματι, η διασκέδαση είχε αρνητική επίδραση στη σύγχυση (β = -0,52, p < 0,001, f^2 = 0,25). Όμως, η έκπληξη συνέβαλε θετικά σε αυτή (β = 0,29, p = 0,031, f^2 = 0,07). Αυτό σημαίνει ότι η έκπληξη αποσυντόνισε τους συμμετέχοντες, εντείνοντας τη σύγχυσή τους (έστω και σε μέτριο βαθμό). Ο εκνευρισμός επίδρασε αρνητικά στα μαθησιακά αποτελέσματα αν και όχι ισχυρά (β = -0,15, p = 0,019, f^2 = 0,05). Πρόκειται για ένα διττό συναίσθημα· ενισχύει την επιμονή, εμποδίζει όμως τη μάθηση αν δεν επιλυθεί (Pekrun et al., 2017). Φαίνεται ότι στην περίπτωση της ΕμΕΠ ισχύει το δεύτερο. Για μια ακόμα φορά, η διασκέδαση έδρασε κατευναστικά (β = -0,63, p < 0,001, f^2 = 0,47), επιβεβαιώνοντας την ανάγκη για ενίσχυση των θετικών συναισθημάτων για την ελαχιστοποίηση των αρνητικών σε περιβάλλοντα ΕμΕΠ.

Ο ρόλος της περιέργειας, της διασκέδασης και της έκπληξης (ΕΕ5-7)

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, περιέργεια μείωσε το άγχος και την ανία. Ωστόσο, δεν επηρέασε τη σύγχυση ή τον εκνευρισμό. Φαίνεται ότι επέτρεψε στους συμμετέχοντες να αντιμετωπίσουν την καινοτομία ως ευκαιρία αντί για απειλή (Nikitina et al., 2025· Noordewier & Gocłowska, 2024). Επίσης, φαίνεται ότι η περιέργεια συμβαδίζει με την ικανότητα της ΕμΕΠ να διατηρεί την προσοχή και να προκαλεί πολυδιάστατες συναισθηματικές αποκρίσεις (Akgün & Atıcı,

2025). Έτσι, ενίσχυσε τη μάθηση έμμεσα (β = 0,11, p = 0,032), καθώς φαίνεται ότι προωθεί την προσπάθεια (Muis et al., 2015). Ως εκ τούτου, δημιουργεί τη βάση για γνωστικά οφέλη.

Η διασκέδαση είχε καθολική επίδραση στους εξεταζόμενους παράγοντες, τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Οι αρνητικές της επιδράσεις στο άγχος, την ανία, τη σύγχυση και τον εκνευρισμό αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Τα ευρήματα αυτά ευθυγραμμίζονται με θεωρίες όπως η CVT και η Broaden-and-Build Theory, που τονίζουν τον ρόλο της διασκέδασης στη διεύρυνση της προσοχής και την αντιμετώπιση των αρνητικών συναισθημάτων (Fredrickson, 2001· Pekrun, 2024). Επίσης, επηρέασε θετικά τη μάθηση άμεσα (β = 0,21, p = 0,020, f^2 = 0,07) και έμμεσα (β = 0,27, p =0,002). Στο πλαίσιο της ΕμΕΠ, τα ευρήματα αυτά υπογραμμίζουν την ικανότητα της διασκέδασης να δημιουργεί ένα θετικό κλίμα που ευνοεί την επίλυση προβλημάτων, τη λήψη αποφάσεων και την απομνημόνευση (Fredrickson, 2001· Li et al., 2022· Makransky & Lilleholt, 2018· Muis et al., 2015).

Η έκπληξη είχε θετική άμεση επίδραση στα μαθησιακά αποτελέσματα (β = 0,39, p < 0,001, f^2 = 0,46), αλλά όχι έμμεση. Τα ευρήματα συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες που αναδεικνύουν την έκπληξη ως κινητήρια δύναμη της βαθιάς μάθησης μέσω της προσαρμοστικής αναζήτησης πληροφοριών (Noordewier & Gocłowska, 2024). Εφαρμογές ΕμΕΠ, όπως η ιστορικά πλούσια "Anne Frank House VR", είναι ιδανικές για την πρόκληση έκπληξης. Έτσι στο πλαίσιο της ΕμΕΠ, πιθανώς καλλιεργεί ευκαιρίες για εξερεύνηση (Noordewier & Gocłowska, 2024) ενισχύοντας τον ρόλο της στην προώθηση της γνωστικής επεξεργασίας. Καθώς είχε επίδραση μόνο στη σύγχυση και καμία έμμεση επίδραση στη μάθηση, φαίνεται ότι ως συναίσθημα είναι ανεξάρτητο από άλλες συναισθηματικές οδούς.

Ο ρόλος του φύλου (ΕΕ8)

Οι άνδρες εμφάνισαν χαμηλότερα επίπεδα άγχους συγκριτικά με τις γυναίκες (β = -0,15, p = 0,050, f^2 = 0,05). Αυτό το εύρημα συμφωνεί τη γενικότερη αντίληψη ότι οι γυναίκες είναι πιο επιρρεπείς στο άγχος (Chaplin & Aldao, 2013· Simić et al., 2024). Το φύλο είχε και έμμεση επίδραση (β = -0,27, p <0,001), καθώς οι άνδρες το μείωσαν μέσω θετικών συναισθημάτων. Παρότι έχει υποστηριχθεί ότι οι γυναίκες εμφανίζουν χαμηλότερα επίπεδα ανίας (Wang et al., 2024), το φύλο δεν είχε άμεση επίδραση στην παρούσα έρευνα. Εντούτοις, η έμμεση αρνητική επίδραση του φύλου στην ανία (β = -0,28, p < 0,001), αλλά και η έμμεση επίδρασή του στη σύγχυση και τον εκνευρισμό (β = -0,15, p = 0,028 και β = -0,22, p < 0,001 αντίστοιχα), δείχνει ότι οι άνδρες αξιοποιούν τα θετικά συναισθήματα για να μειώσουν τα αρνητικά.

Σχετικά με τα θετικά συναισθήματα, το φύλο παρουσίασε επίδραση σε όλα, με τους άντρες να τα βιώνουν πιο έντονα (περιέργεια β = 0,30, p = 0,004, f^2 = 0,10· διασκέδαση β = 0,34, p = 0,001, f^2 = 0,13· έκπληξη β = 0,27, p = 0,005, f^2 = 0,08). Τα ευρήματα συνάδουν με έρευνες που δείχνουν ότι οι άνδρες εκφράζουν μεγαλύτερη ευχαρίστηση και διάθεση για εξερεύνηση σε διαδραστικά περιβάλλοντα (Noordewier & Gocłowska, 2024· Pekrun et al., 2017).

Τέλος, το φύλο εμφάνισε μόνο έμμεσες επιδράσεις στη μάθηση, με τους άνδρες να επιτυγχάνουν καλύτερες επιδόσεις (β = 0,37, p < 0,001). Αυτό πιθανώς οφειλόταν στη δυναμική αλληλεπίδραση θετικών και αρνητικών συναισθημάτων, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω. Καθώς η ΕμΕΠ ενισχύει την κινητοποίηση και εμπλοκή, οδηγώντας σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (Akgün & Atıcı, 2025· Antonopoulos et al., 2024· Fokides, 2023), αυτά τα οφέλη φαίνεται να είναι πιο έντονα στους άνδρες.

Περιορισμοί και μελλοντικές έρευνες

Η παρούσα μελέτη αν και προσφέρει πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τα επιστημικά συναισθήματα, έχει περιορισμούς. Το δείγμα, καθώς αποτελούνταν κυρίως από φοιτήτριες,

περιορίζει τη γενικευσιμότητα των ευρημάτων. Η χρήση εφαρμογής που δίνει έμφαση σε ιστορικό και συναισθηματικό περιεχόμενο, μπορεί να ενίσχυσε κάποια μόνο συναισθήματα. Η καταγραφή συναισθηματικών καταστάσεων σε μια μόνο συνεδρία δυσχεραίνει την κατανόηση της εξέλιξης των συναισθημάτων. Τεχνικοί περιορισμοί, όπως η ποιότητα γραφικών, ενδέχεται να μετρίασαν την ένταση των συναισθημάτων. Οι μελλοντικές έρευνες μπορούν να διευρύνουν το δείγμα ώστε να περιλάβει διαφορετικές ηλικιακές ομάδες και δημογραφικές κατανομές. Μακροχρόνιες μελέτες μπορούν να εξερευνήσουν πώς εξελίσσονται τα συναισθήματα με το πέρασμα του χρόνου και πώς επηρεάζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα, ενώ η διεύρυνση της γνωστικής θεματολογίας θα συμβάλει στην αξιολόγηση της σχέσης συγκεκριμένων θεμάτων με τα συναισθήματα και την ΕμΕΠ. Συστήματα ΕμΕΠ με ανίχνευση συναισθημάτων σε πραγματικό χρόνο θα προσφέρουν πλουσιότερα στοιχεία.

Συμπεράσματα

Η μελέτη ανέδειξε την ικανότητα της ΕμΕΠ να προκαλεί ποικίλα επιστημικά συναισθήματα που επηρέασαν τα μαθησιακά αποτελέσματα, με το φύλο να αναδεικνύεται ως παράγοντας που τα επηρέασε. Οι άνδρες εμφάνισαν συστηματικά αυξημένα θετικά συναισθήματα και μειωμένο άγχος. Η διασκέδαση διαδραμάτισε κεντρικό ρόλο, ενισχύοντας τη μάθηση και μειώνοντας παράλληλα αρνητικά συναισθήματα. Η περιέργεια υποστήριξε έμμεσα τη μάθηση, ενώ η έκπληξη άμεσα. Από τα αρνητικά συναισθήματα, μόνο η ανία και ο εκνευρισμός είχαν αρνητική επίδραση. Συμπερασματικά, το μοντέλο αποδείχθηκε ισχυρό στην ερμηνεία των σχέσεων μεταξύ συναισθημάτων, φύλου και ακαδημαϊκών επιδόσεων, υπογραμμίζοντας τη σημασία των επιστημικών συναισθημάτων στην ΕμΕΠ.

Αναφορές

Akgün, M., & Atıcı, B. (2022). The effects of immersive virtual reality environments on students' academic achievement: A meta-analytical and meta-thematic study. *Participatory Educational Research, 9*(3), 111-131. https://doi.org/10.17275/per.22.57.9.3

Antonopoulos, P., Fokides, E., & Koutromanos, G. (2024). Understanding learning and learning experience in immersive virtual reality. *Technology, Knowledge and Learning, 2024*, 1-30. https://doi.org/10.1007/s10758-024-09764-z

Atsikpasi, P., & Fokides, E. (2022). A scoping review of the educational uses of 6DoF HMDs. *Virtual Reality, 26*(1), 205-222. https://doi.org/10.1007/s10055-021-00556-9

Barclay, D.W., Higgins, C.A., & Thompson, R. (1995). The partial least squares approach to causal modeling: personal computer adoption and use as illustration. *Technology Studies, 2*(2), 285-309.

Chaplin, T. M., & Aldao, A. (2013). Gender differences in emotion expression in children: a meta-analytic review. *Psychological Bulletin, 139*(4), 735. https://doi.org/10.1037/a0030737

Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic Press.

Fredrickson, B. L. (2004). The broaden-and-build theory of positive emotions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 359*(1449), 1367-1377.

Frenzel, A. C., Pekrun, R., & Goetz, T. (2007). Girls and mathematics-A " hopeless" issue? A control-value approach to gender differences in emotions towards mathematics. *European Journal of Psychology of Education, 22*, 497-514. https://doi.org/10.1007/BF03173468

Fokides, E. (2023). Development and testing of a scale for examining factors affecting the learning experience in the Metaverse. *Computers & Education: X Reality, 2023*(2), 100025. https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100025

Hair, J., & Alamer, A. (2022). Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) in second language and education research: Guidelines using an applied example. *Research Methods in Applied Linguistics, 1*(3), 100027. https://doi.org/10.1016/j.rmal.2022.100027

Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review, 31*(1), 2-24. https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203

Hiluf, B., & Alemu, M. (2024). Emotional and motivational intelligence in Ethiopian high school learners' writing performance in relation to gender differences. *Asian-Pacific Journal of Second and Foreign Language Education, 9*(1), 55. https://doi.org/10.1186/s40862-024-00282-0

Li, M., Pan, J., Gao, Y., Shen, Y., Luo, F., Dai, J., Hao, A., & Qin, H. (2022). Neurophysiological and subjective analysis of VR emotion induction paradigm. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 28*(11), 3832-3842. https://doi.org/10.1109/TVCG.2022.3203099

Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development, 66*(5), 1141-1164. https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2

Muis, K. R., Psaradellis, C., Lajoie, S. P., Di Leo, I., & Chevrier, M. (2015). The role of epistemic emotions in mathematics problem solving. *Contemporary Educational Psychology, 42*, 172-185.

Mulders, M. (2023). Learning about victims of holocaust in virtual reality: The main, mediating and moderating effects of technology, instructional method, flow, presence, and prior knowledge. *Multimodal Technologies and Interaction 7*(3), 28. https://doi.org/10.3390/mti7030028

Nikitina, L., Su, L. L., & Furuoka, F. (2025). The relationship between L2 motivation and epistemic emotions of boredom and curiosity: A study among adolescent learners of English. *Journal of Psycholinguistic Research, 54*(1), 1-29. https://doi.org/10.1007/s10936-024-10119-z

Noordewier, M. K., & Gocłowska, M. A. (2024). Shared and unique features of epistemic emotions: Awe, surprise, curiosity, interest, confusion, and boredom. *Emotion, 24*(4), 1029.

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of academic emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review, 18*(4), 315-341.

Pekrun, R. (2024). Control-value theory: From achievement emotion to a general theory of human emotions. *Educational Psychology Review, 36*(3), 83. https://doi.org/10.1007/s10648-024-09909-7

Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K. R., & Sinatra, G. M. (2017). Measuring emotions during epistemic activities: the Epistemically Related Emotion Scales. *Cognition & Emotion, 31*(6), 1268-1276.

Rosser, P., & Soler, S. (2023). Emotional dimorphism in pedagogy: Assessing gender response to active methodologies. *International Journal of Media and Networks, 2*(1), 1-12.

Schöne, B., Kisker, J., Lange, L., Gruber, T., Sylvester, S., & Osinsky, R. (2023). The reality of virtual reality. *Frontiers in Psychology, 14*, 1093014. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1093014

Simić, J., Ranđelović, D., & Šoškić, R. V. (2024). Emotions in education–concept, models, and correlates. *Science International Journal, 3*(2), 139-144. https://doi.org/10.35120/sciencej0302139s

Somarathna, R., Bednarz, T., & Mohammadi, G. (2022). Virtual reality for emotion elicitation-a review. *IEEE Transactions on Affective Computing, 14*(4), 2626-2645.

Um, E., Plass, J. L., Hayward, E. O., & Homer, B. D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology, 104*(2), 485-498. https://doi.org/10.1037/a0026609

Vogl, E., Pekrun, R., Loderer, K. (2021). Epistemic emotions and metacognitive feelings. In *Trends and prospects in metacognition research across the life span* (pp. 41-58). Springer.

Wang, K., Wu, Y., & Kang, X. (2024). Investigating latent mean differences in achievement emotions among Chinese secondary EFL learners: A gender and grade perspective. *Plos One, 19*(5), e0303965.

Zamir, S., Sahito, Z., & Asad, M. (2023). Gender differences in class-related emotional experiences: A study of mathematics course. *International Journal of Social Science & Entrepreneurship, 3*(1), 25-45.