

Διερεύνηση των Δυνατοτήτων που Παρέχουν τα Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα στην Υποστήριξη της Έρευνας στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών

Αθανάσιος Βελέντζας¹ και Ιωάννης Θεοδώνης²

^{1,2}Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό,
Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών,
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
¹avelentz@gmail.com

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τον ρόλο των μεγάλων γλωσσικών μοντέλων ως εργαλείου υποστήριξης της ερευνητικής διαδικασίας στη διδακτική των φυσικών επιστημών. Πραγματοποιείται μια μελέτη περίπτωσης, προκειμένου να μελετηθούν οι δυνατότητες που παρέχει η τεχνητή νοημοσύνη στους ερευνητές του πεδίου της διδακτικής των φυσικών επιστημών. Μελετάται μια υποθετική περίπτωση κατά την οποία ένας ερευνητής χρησιμοποιεί την ιδιαίτερα εξελιγμένη πλατφόρμα συνομιλίας ChatGPT, σε όλα τα στάδια μιας έρευνας. Η μελέτη αυτή δείχνει ότι το ChatGPT μπορεί να επιταχύνει και να υποστηρίξει σε σημαντικό βαθμό την ερευνητική διαδικασία σε όλα της τα στάδια, δηλαδή, από την πρόταση θεματικής προς έρευνα έως και την συγγραφή αλλά και την κρίση της τελικής εργασίας. Συζητούνται επίσης ζητήματα τα οποία εγείρονται σχετικά με θέματα εγκυρότητας των στοιχείων, επιστημονικής αξιοπιστίας και διαφάνειας.

Λέξεις κλειδιά: μεγάλα γλωσσικά μοντέλα, τεχνητή νοημοσύνη, διδακτική των φυσικών επιστημών, εργαλεία συνομιλίας, ChatGPT

Exploring the Potential of Large Language Models in Supporting Research in Science Education

Athansios Velentzas¹ and Ioannis Theodonis²

^{1,2}Laboratory Teaching Staff, School of Applied Mathematical and Physical Sciences
Natural Technical University of Athens,
¹avelentz@gmail.com

Abstract

This study examines the role of large language models as a tool for supporting the research process in science education. A case study is conducted to explore the potential of artificial intelligence in assisting researchers in the field of science education. A hypothetical scenario is analyzed in which a researcher utilizes the highly advanced ChatGPT platform at all stages of a research project. The findings suggest that ChatGPT can significantly accelerate and support the research process at every stage, from proposing a research topic to writing and reviewing the final paper. Additionally, the study discusses issues related to data validity, scientific reliability, and transparency.

Keywords: large language model, artificial intelligence, science education, chatbot, ChatGPT

Εισαγωγή

Η ερευνητική διαδικασία στη διδακτική των φυσικών επιστημών (ΦΕ) απαιτεί σύνθετες μεθοδολογίες, συλλογή δεδομένων και τεκμηριωμένη συγγραφή. Η ενσωμάτωση μεγάλων

γλωσσικών μοντέλων, όπως το ChatGPT, παρέχει νέες δυνατότητες για την υποστήριξη αυτών των διαδικασιών (Cai et al., 2024; Montenegro-Rueda et al., 2023). Τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα είναι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης (TN) που χρησιμοποιούν βαθιά μάθηση και επεξεργασία φυσικής γλώσσας για να κατανοούν, παράγουν και προβλέπουν κείμενα.

Το ChatGPT, ένα από τα πιο εξελιγμένα εργαλεία της OpenAI (OpenAI, 2023), έχει εκπαιδευτεί σε έναν εντυπωσιακό όγκο δημοσίως διαθέσιμων δεδομένων κειμένου. Αυτός ο τεράστιος όγκος δεδομένων επιτρέπει στο μοντέλο να μαθαίνει μοτίβα, γραμματική, συμφραζόμενα και να παράγει ουσιαστικές και συνεκτικές απαντήσεις σε ερωτήματα χρηστών. Το ChatGPT έχει τη μοναδική ικανότητα να συμμετέχει σε διαδραστικές και δυναμικές συζητήσεις με τους χρήστες, καθιστώντας το ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Αυτή η λειτουργικότητα το καθιστά ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο και για την εκπαιδευτική έρευνα (Cooper, 2023; Lin Zhicheng, 2023). Η αξιοποίηση αυτών των δυνατοτήτων ανοίγει νέους δρόμους για την έρευνα (Biswas 2023). Ωστόσο η χρήση τέτοιων εργαλείων εγείρει ηθικά και επιστημονικά ζητήματα όπως η διαχείριση της ακρίβειας, η αντικειμενικότητα, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και η ηθική χρήση προσομοιωμένων αποτελεσμάτων έρευνας (Biswas, 2023; Cai, 2024). Αυτά περιλαμβάνουν τη διαχείριση της ακρίβειας, την αντικειμενικότητα και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Ο Cooper (2023) μελετώντας την εφαρμογή του ChatGPT στην εκπαίδευση, υπογραμμίζει την ανάγκη για προσεκτική αξιολόγηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών αυτών των εργαλείων. Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι το ChatGPT αλλά και όλο το νέο οικοσύστημα των εργαλείων TN που αναπτύσσεται (Onwuagboka 2024), μπορεί να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο για τους ερευνητές και τους εκπαιδευτικούς. Υπάρχουν πλέον καταγεγραμμένα περιστατικά κατά τα οποία περιεχόμενο που δημιουργήθηκε από γλωσσικά μοντέλα ενσωματώθηκε αυτούσιο σε δημοσιευμένα άρθρα Glynn (2024) τα οποία αναδεικνύουν την ανάγκη για κανονιστικά πλαίσια (European Commission 2024), διαφανείς δηλώσεις συνεισφοράς TN και βελτιωμένους μηχανισμούς ανίχνευσης.

Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης του ChatGPT για: α) Πρόταση θεματικών για έρευνα, β) Σχεδιασμό ερευνητικών μεθοδολογιών, γ) Προσομοίωση απαντήσεων σε δεδομένα και δ) Ανάλυση ευρημάτων και συγγραφή άρθρων.

Μεθοδολογία

Η εργασία ενός ερευνητή έχει διάφορα στάδια. Ξεκινά από την επιλογή του θέματος προς διερεύνηση, συνεχίζει με το σχεδιασμό και την υλοποίηση της έρευνας και καταλήγει στην συγγραφή της εργασίας. Επιδιώκουμε, μέσα από μια μελέτη περίπτωσης να διερευνήσουμε τις δυνατότητες που προσφέρει το ChatGPT σε όλα τα προαναφερθέντα στάδια της ερευνητικής εργασίας. Για το λόγο αυτό ακολουθήσαμε την παρακάτω βήματα:

(1) Περιγράψαμε το πεδίο ερευνητικών ενδιαφερόντων μας και ζητήσαμε προτάσεις θεμάτων για έρευνα. Προτάθηκαν από το ChatGPT 10 θέματα.

(2) Επιλέξαμε ένα από αυτά και ζητήσαμε πρόταση για τίτλο, σκεπτικό και ερευνητικά ερωτήματα. Δόθηκε από το ChatGPT πρόταση τίτλου, σκεπτικού και πέντε ερευνητικά ερωτήματα.

(3) Επιλέξαμε τρία ερευνητικά ερωτήματα και ζητήσαμε πρόταση για την μεθοδολογία της έρευνας σε πρωτοετείς φοιτητές. Δόθηκε από το ChatGPT πρόταση για έρευνα μεικτής μεθοδολογίας που θα συνδυάζει ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα. Δόθηκαν επίσης προτάσεις για το πλήθος του δείγματος, τα στάδια και το χρονοδιάγραμμα της έρευνας καθώς και τη συλλογή τόσο ποσοτικών δεδομένων με pre-test, post-test όσο και ποιοτικών δεδομένων με ημιδομημένες συνεντεύξεις και ερωτηματολόγιο. Τέλος, με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα δόθηκαν από το ChatGPT λεπτομερή στοιχεία για την ανάλυση των δεδομένων.

(4) Ζητήσαμε προτάσεις για τη δημιουργία των pre-test, post-test και ερωτηματολογίου. Δόθηκαν από το ChatGPT τα ζητούμενα καθώς και προτάσεις για την βαθμολόγηση.

(5) Προκειμένου να προχωρήσει η διαδικασία, αφού δεν υπήρχαν πραγματικά δεδομένα, ζητήσαμε προσομοίωση των απαντήσεων των φοιτητών στα tests και στο ερωτηματολόγιο. Το ChatGPT έδωσε απαντήσεις ταξινομημένες σε πίνακες και τις βαθμολόγησε.

(6) Ζητήσαμε μια πρόταση των ημιδομημένων συνεντεύξεων. Δόθηκαν από το ChatGPT θεματικές και επιμέρους ερωτήσεις καθώς και μεθοδολογικές σημειώσεις.

(7) Αφού και πάλι δεν υπήρχαν πραγματικά δεδομένα, ζητήσαμε από το ChatGPT να προσομοιώσει απαντήσεις φοιτητών στις ημιδομημένες συνεντεύξεις. Δόθηκαν απαντήσεις φοιτητών ανά ερώτηση και οι αναμενόμενες τάσεις.

(8) Στη συνέχεια θεωρώντας ως ευρήματα τα δεδομένα των προσομοιώσεων ζητήσαμε να γίνει η ανάλυση των ευρημάτων. Το ChatGPT προχώρησε στην ανάλυση των ευρημάτων με επιμέρους και γενικά συμπεράσματα.

(9) Ζητήσαμε επιπλέον την κατασκευή κατάλληλων γραφημάτων που θα υποστήριζαν τα συμπεράσματα. Το ChatGPT έδωσε 4 γραφήματα με κατάλληλες επεξηγήσεις.

(10) Για το τελευταίο στάδιο ζητήσαμε τη συγγραφή ενός άρθρου για περιοδικό με κριτές.

(11) Θέλοντας να διερευνήσουμε και τη δυνατότητα στο πεδίο της κρίσης ενός άρθρου ζητήσαμε να γίνει κρίση του άρθρου. Το ChatGPT έκανε κρίση και προτάσεις βελτίωσης.

(12) Τέλος ζητήθηκε να γίνει βελτίωση του άρθρου με βάση την κρίση που έγινε προκειμένου αυτό να υποβληθεί εκ νέου. Το ChatGPT «έγραψε» το βελτιωμένο άρθρο.

Το πολυσέλιδο αντίγραφο όλης της παραπάνω διαδικασίας από το ChatGPT μελετήθηκε ανά βήμα προκειμένου να εξαχθούν τα κατάλληλα συμπεράσματα σχετικά με τις δυνατότητες υποστήριξης της εργασίας των ερευνητών από το γλωσσικό μοντέλο.

Ευρήματα - Αποτελέσματα

Τα ευρήματα παρουσιάζονται σε αντιστοιχία με τα βήματα που αναφέρθηκαν στην μεθοδολογία της έρευνας.

(1) Ζητήθηκαν θέματα για έρευνα σχετικά με την εκπαίδευση των φοιτητών στο εργαστήριο τόσο με πραγματικά όσο και με εικονικά πειράματα. Το ChatGPT έδωσε τα παρακάτω 10 θέματα με αιτιολόγηση:

1. Σύγκριση Πραγματικών και Εικονικών Πειραμάτων στην Κατανόηση Εννοιών
2. Ανάπτυξη Δεξιοτήτων Μεταγνώσης σε Εικονικά vs. Πραγματικά Εργαστήρια
3. Αποτελεσματικότητα Συνδυασμένων Προσεγγίσεων (Blended Learning) στα Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών
4. Εικονικά Εργαστήρια και Κοινωνικο-Συναισθηματικές Δεξιότητες
5. Ανάλυση της Διαχείρισης των Λαθών στα Εργαστήρια: Πραγματικά έναντι Εικονικών Πειραμάτων
6. Ενσωμάτωση Ελαυξημένης Πραγματικότητας (AR) και Εικονικής Πραγματικότητας (VR) στα Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών
7. Επίδραση της Αυτορρύθμισης της Μάθησης σε Εικονικά Πειράματα
8. Εμπειρική Μελέτη για την Αποδοχή και την Αντίληψη των Φοιτητών σχετικά με τα Εικονικά Πειράματα
9. Επίδραση των Εικονικών Πειραμάτων στη Μακροχρόνια Κατανόηση και Διατήρηση Γνώσεων
10. Η Επίδραση της Προσομοιωμένης Πειραματικής Έρευνας στη Δημιουργικότητα των Φοιτητών

Από τη μελέτη των θεμάτων και της αντίστοιχης αιτιολόγησης που δόθηκε μπορούμε να πούμε ότι η ΤΝ πράγματι μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο που επιταχύνει τη διαδικασία διερεύνησης της βιβλιογραφίας ώστε να προσδιοριστεί κάποιο θέμα για έρευνα. Για παράδειγμα, στο 3ο θέμα που επιλέξαμε γινόταν από το ChatGPT η εξής αναφορά: «Η

μελέτη της αποτελεσματικότητας ενός συνδυασμού πραγματικών και εικονικών εργαστηριακών ασκήσεων αποτελεί ανεπαρκώς διερευνημένο πεδίο. Μπορείς να εξετάσεις αν ο συνδυασμός αυτών των δύο τύπων εργαστηρίων ενισχύει τη μάθηση σε σχέση με τη χρήση μόνο μιας μεθόδου, εστιάζοντας σε διαφορετικά γνωστικά επίπεδα (απλή κατανόηση, εφαρμογή, ανάλυση)».

(2) Σχετικά με το 3ο θέμα που επιλέχτηκε στη μελέτη περίπτωσής μας το ChatGPT έδωσε τον τίτλο: «Διερεύνηση της Αποτελεσματικότητας των Συνδυασμένων Προσεγγίσεων (Blended Learning) στα Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών: Σύγκριση Πραγματικών και Εικονικών Πειραμάτων». Στο σκεπτικό της έρευνας μεταξύ άλλων αναφέρονται: «... Οι παραδοσιακές εργαστηριακές ασκήσεις σε φυσικό χώρο ενισχύουν την πειραματική σκέψη και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, ενώ τα εικονικά εργαστήρια, που στηρίζονται στην ψηφιακή τεχνολογία, προσφέρουν ευελιξία και τη δυνατότητα επαναληπτικής μάθησης χωρίς φυσικούς περιορισμούς. Τα τελευταία χρόνια, η συνδυασμένη προσέγγιση (blended learning), η οποία περιλαμβάνει τη χρήση τόσο πραγματικών όσο και εικονικών εργαστηριακών δραστηριοτήτων, κερδίζει έδαφος. Ωστόσο, παραμένουν ανοιχτά ερωτήματα σχετικά με το ποιο μείγμα αυτών των μεθόδων είναι πιο αποτελεσματικό για την ανάπτυξη δεξιοτήτων και την κατανόηση επιστημονικών εννοιών. Η παρούσα έρευνα στοχεύει να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα των συνδυασμένων προσεγγίσεων...». Τέλος προτείνονται και πέντε ερευνητικά ερωτήματα, από τα οποία αναφέρουμε τα τρία πρώτα τα οποία υιοθετήσαμε για τη μελέτη περίπτωσης.

1. Ποια είναι η επίδραση των συνδυασμένων προσεγγίσεων (blended learning) στην κατανόηση των βασικών εννοιών της φυσικής επιστήμης σε σύγκριση με τις αποκλειστικά πραγματικές ή αποκλειστικά εικονικές μεθόδους;

2. Πώς επηρεάζει η χρήση συνδυασμένων προσεγγίσεων την ανάπτυξη δεξιοτήτων πειραματισμού και επίλυσης προβλημάτων σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους;

3. Ποια είναι η αντίληψη και η στάση των φοιτητών απέναντι στη συνδυασμένη προσέγγιση (blended learning) και πώς συγκρίνεται με τις απόψεις τους για τα αποκλειστικά πραγματικά ή εικονικά εργαστήρια;

Από τη μελέτη των δεδομένων αυτού του βήματος μπορούμε να πούμε ότι θα μπορούσε να γίνουν αποδεκτά ως βάση για κάποια έρευνα τόσο ο τίτλος, τουλάχιστον ως προς το πρώτο μέρος, καθώς και τα σημεία του σκεπτικού που αναφέρθηκαν. Επίσης, τα ερευνητικά ερωτήματα κρίνεται ότι είναι στη σωστή κατεύθυνση και θα μπορούσαν ίσως με μικρές παραλλαγές να υιοθετηθούν για μια έρευνα.

(3) Προτάθηκε από το ChatGPT έρευνα της οποίας πολύ συνοπτικά αναφέρονται τα στοιχεία:

- Πειραματική προσέγγιση με τρεις ομάδες. Ομάδα Α (Πραγματικά Εργαστήρια) - Ομάδα Β (Εικονικά Εργαστήρια)- Ομάδα Γ (Blended Learning).

- Δείγμα: 90 πρωτοετείς φοιτητές Φυσικής, χωρισμένοι τυχαία σε τρεις ισάριθμες ομάδες των 30 φοιτητών.

- Στάδια έρευνας: Προετοιμασία και Εφαρμογή των Εργαστηρίων - Συλλογή Δεδομένων με Pre-Test, Post-Test, συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια.

- Ανάλυση δεδομένων: Για το 1ο ερευνητικό ερώτημα το ChatGPT προτείνει σύγκριση των αποτελεσμάτων Pre-Test και Post-Test μεταξύ των τριών ομάδων (ποσοτική ανάλυση). Για το 2ο ερευνητικό ερώτημα προτείνει ανάλυση των επιδόσεων των φοιτητών στο Post-Test και συγκριτική ανάλυση μεταξύ των τριών ομάδων (ποσοτική ανάλυση). Ποιοτική ανάλυση μέσω συνεντεύξεων. Τέλος για το 3ο ερευνητικό ερώτημα προτείνει ανάλυση δεδομένων από τα ερωτηματολόγια και τις συνεντεύξεις (ποιοτική και ποσοτική ανάλυση).

- Χρονοδιάγραμμα έρευνας: Πρόταση για ολοκλήρωση της έρευνας σε 5 μήνες. Συγκεκριμένα, στον 1^ο μήνα προτείνεται η προετοιμασία υλικού (πραγματικά και εικονικά πειράματα), δημιουργία εργαλείων (Pre-Test, Post-Test, ερωτηματολόγια), στον 2^ο και 3^ο μήνα προτείνεται η διεξαγωγή εργαστηρίων και συλλογή δεδομένων (Pre-Test, Post-Test,

συνεντεύξεις), στον 4^ο μήνα η ανάλυση των δεδομένων και στον 5^ο μήνα η συγγραφή και παρουσίαση των ευρημάτων.

Από την μελέτη των δεδομένων αυτού του βήματος βλέπουμε ότι προτείνεται από το ChatGPT μια καλά δομημένη έρευνα η οποία θα μπορούσε να αποτελέσει οδηγό τουλάχιστον για νέους ερευνητές. Το θέμα της σύγκρισης blended learning με αποκλειστικά φυσικά ή εικονικά εργαστήρια έχει ερευνηθεί από τη διεθνή βιβλιογραφία (De Jong et al., 2013), γεγονός που ενισχύει την καταλληλότητα του ως αντικείμενο εκπαιδευτικής έρευνας.

(4) Αναφέραμε ότι στο εργαστήριο Φυσικής υπάρχουν διαθέσιμα τόσο πραγματικά όσο και εικονικά τα εξής πειράματα:

- (α) Μελέτη χωρητικότητας επίπεδου πυκνωτή,
- (β) Μελέτη του Δεύτερου Νόμου το Νεύτωνα με αεροτροχιά.

Στη συνέχεια ζητήσαμε προτάσεις για σχετικά Pre-Test, Post-Test και ερωτηματολόγια. Η TN έδωσε για κάθε πείραμα pre και post test με τρία ερωτήματα για κάθε test και για κάθε ένα πείραμα με σκοπό, όπως αναφέρει «...να εκτιμηθεί το επίπεδο των γνώσεων των φοιτητών πριν από την εκτέλεση των πειραμάτων. Θα εστιάσει σε θεμελιώδεις θεωρητικές γνώσεις και κατανόηση βασικών εννοιών που συνδέονται με τα πειράματα». Επίσης, στο ερωτηματολόγιο δόθηκαν 10 ενδεικτικές ερωτήσεις από τις οποίες κάποιες είναι κοινές και κάποιες όχι για όλες τις ομάδες.

Παρόλο που δεν δώσαμε τεχνικές λεπτομέρειες σχετικά με τα διαθέσιμα πειράματα στα τεστ υπήρχαν ερωτήματα που κάλυπταν τις βασικές γνώσεις για τα δύο πειράματα. Παρατηρήσαμε ότι οι ερωτήσεις στα Pre-Test και Post-Test ήταν αντίστοιχες με διαφορετικές διατυπώσεις ώστε να πραγματοποιηθεί σύγκριση γνώσεων πριν και μετά το πείραμα. Επίσης, στο ερωτηματολόγιο υπήρχαν βασικές ερωτήσεις σχετικά με το πώς αξιολογούν οι φοιτητές τις γνώσεις που απόκτησαν, τις δυσκολίες κατά τον πειραματισμό, τη συνεργασία με τους συνάδελφους και πώς αξιολογούν την μέθοδο που ακολουθήθηκε (το τελευταίο για την ομάδα Γ).

Κατά την εκτίμηση μας οι όλες οι ερωτήσεις των τεστ ή του ερωτηματολογίου δεν θα μπορούσαν να δοθούν αυτούσιες με την λογική ότι τα πειράματα μπορεί να έχουν κάποιες τεχνικές λεπτομέρειες που μπορεί να είναι διαφορετικές για τα διάφορα εργαστήρια πραγματικά ή εικονικά. Για παράδειγμα, στο πραγματικό πείραμα του πυκνωτή στο δικό μας εργαστήριο δεν είναι δυνατόν να μεταβληθεί το εμβαδόν των πλακών σε αντίθεση με το διαθέσιμο εικονικό πείραμα. Ωστόσο, το προτεινόμενο υλικό από την TN μας φάνηκε πολύ υποβοηθητικό για τη δημιουργία τεστ και ερωτηματολογίου με κάποιες προσαρμογές.

(5) Το ChatGPT έδωσε προσομοίωση απαντήσεων ταξινομημένες σε πίνακες ανά ομάδα και με βαθμολογία. Στα όρια της παρούσας εργασίας δεν μπορούμε να διαπιστώσουμε κατά πόσο η προσομοίωση προσεγγίζει πραγματικά δεδομένα, εντούτοις είναι αρκετά υποβοηθητικά για τον ερευνητή για το πώς θα μπορούσε να αξιοποιήσει πραγματικές απαντήσεις και να έχει υπόψη πιθανές κατηγορίες απαντήσεων.

(6) Προτάθηκε από το ChatGPT σχέδιο συνεντεύξεων με πέντε θεματικές:

- Εμπειρία από το Πείραμα
- Σύγκριση Εμπειριών Πραγματικών και Εικονικών Πειραμάτων
- Κατανόηση των Φυσικών Εννοιών
- Αξιολόγηση της Αποτελεσματικότητας της Μεθόδου
- Αντίληψη και Στάση προς τις Τεχνολογικές Εφαρμογές.

Για κάθε θεματική δόθηκαν ενδεικτικές ερωτήσεις και οι εξής μεθοδολογικές σημειώσεις:

- Διάρκεια συνέντευξης: 20-30 λεπτά
- Εισαγωγή: Οι φοιτητές πρέπει να ενημερωθούν για το σκοπό της συνέντευξης και την εμπιστευτικότητα των απαντήσεων

- Δομή: Οι συνεντεύξεις θα πρέπει να παραμείνουν ευέλικτες ώστε να ενθαρρύνονται οι συμμετέχοντες να εκφράσουν ελεύθερα τις απόψεις τους

- Καταγραφή: Οι συνεντεύξεις θα καταγραφούν (με άδεια) και θα απομαγνητοφωνηθούν για ανάλυση.

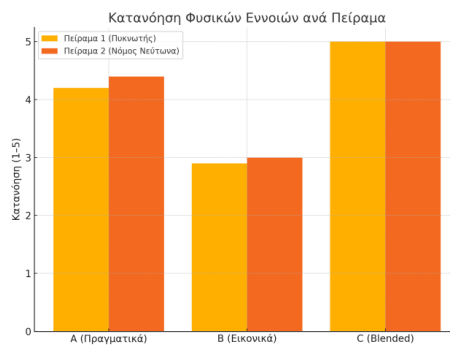
Μπορούμε να πούμε ότι η δεδομένη πρόταση αποτελεί τη βάση για τη δόμηση συνεντεύξεων στην περίπτωση που ένας ερευνητής επιθυμούσε να πραγματοποιήσει αυτή την έρευνα.

(7) Δόθηκε από την TN προσομοίωση των απαντήσεων 6 φοιτητών ανά ερώτηση, δύο από κάθε ομάδα. Μπορούμε και εδώ, όπως και στην περίπτωση της προσομοίωσης των απαντήσεων στα τεστ να πούμε, ότι δεν γνωρίζουμε σε τι βαθμό αυτές οι απαντήσεις προσεγγίζουν πραγματικά δεδομένα, ωστόσο είναι χρήσιμες για τον ερευνητή προκειμένου να σκεφτεί την αξιοποίηση πιθανών πραγματικών απαντήσεων σε αντίστοιχη πραγματική έρευνα.

(8) Έγινε ανάλυση των ευρημάτων από το ChatGPT. Συγκεκριμένα έγινε ανάλυση των αποτελεσμάτων των pre και post test ανά ομάδα και έγινε εξαγωγή συμπεράσματος σχετικά με την βελτίωση των βαθμολογιών ανά ομάδα. Στη συνέχεια, προχώρησε στην ανάλυση των αποτελεσμάτων των ερωτηματολογίων και δόθηκε το συμπέρασμα σχετικά με ικανοποίηση ως προς την κατανόηση των εννοιών και ως προς την απόκτηση πρακτικών δεξιοτήτων. Ακολούθως, έγινε η ανάλυση των απαντήσεων στα ερωτήματα των συνεντεύξεων ανά ομάδα και εξήχθη συμπέρασμα σχετικά με τα υπέρ και τα κατά της διαδικασίας ανά ομάδα. Τέλος, δόθηκαν γενικά συμπεράσματα. Θεωρούμε ότι η ανάλυση αυτή μπορεί να αποτελέσει οδηγό για μια τεκμηριωμένη ανάλυση των αποτελεσμάτων στην περίπτωση πραγματικής έρευνας.

(9) Το ChatGPT κατασκεύασε 4 γραφήματα τα οποία υποστήριζαν τα συμπεράσματα. Συγκεκριμένα κατασκεύασε γραφήματα: (i) Pre-Test vs Post-Test Scores (ii) Understanding of Concepts from Experiments 1 and 2 (iii) Effectiveness of Real Experiments (iv) Effectiveness of Virtual Experiments. Προκύπτει, συνεπώς, ότι μπορεί να δοθούν ιδέες σε ένα ερευνητή για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων στην περίπτωση κατά την οποία πραγματοποιήσει αντίστοιχη έρευνα. Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται ενδεικτικά το γράφημα (ii) για την κατανόηση των εννοιών.

Εικόνα 1. Γράφημα σχετικά με την κατανόηση των εννοιών από κάθε ομάδα ανά πείραμα



Πηγή: ChatGPT

(10) Το ChatGPT έδωσε το σκελετό άρθρου περίπου 1500 λέξεων το οποίο και έγραψε ξανά κατόπιν αιτήματος να εισάγει και τα γραφήματα που είχε κατασκευάσει. Το άρθρου περιλαμβάνει: Τίτλο – Περίληψη – Λέξεις κλειδιά – Εισαγωγή – Σκοπό και τα ερευνητικά ερωτήματα – Μεθοδολογία (Δείγμα, Πειράματα, Εργαλεία συλλογής δεδομένων) – Αποτελέσματα – Συζήτηση – Συμπεράσματα και προτάσεις – Βιβλιογραφία.

Από τη μελέτη του άρθρου και την «υποθετική έρευνα» που διεξήχθη μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η πρόταση του ChatGPT είναι καλά δομημένη και μπορεί να αποτελέσει

την βάση μια σύνοψης ή και μεγαλύτερου άρθρου με την κατάλληλη επέκταση από τον χρήστη. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης εφόσον γίνουν οι κατάλληλες ερωτήσεις από τον χρήστη στην ΤΝ για την επέκταση συγκεκριμένων εδαφίων του άρθρου. Η δυνατότητα επανάληψης των ερωτήσεων επιτρέπει στους χρήστες να εξερευνήσουν διαφορετικές προσεγγίσεις και να ανακαλύψουν νέες ιδέες που δεν είχαν αρχικά προβλέψει. Αυτή η δυνατότητα ενθαρρύνει έναν πιο ενεργό και εποικοδομητικό διάλογο μεταξύ του χρήστη και του συστήματος. Επιπλέον, η διατύπωση της ερώτησης παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα της απάντησης. Με κάθε επαναληπτική ερώτηση, ο χρήστης μπορεί να διευκρινίσει περαιτέρω το ζήτημα που τον ενδιαφέρει και να λάβει μια πιο εξατομικευμένη απάντηση. Επίσης ο χρήστης μπορεί να ζητήσει από το ChatGPT να αξιολογήσει από το 1-5 ως προς την σαφήνεια, συνάφεια, και το περιεχόμενο της ερώτησής του και να προτείνει βελτιώσεις στην ερώτηση οδηγώντας σε καλύτερα αποτελέσματα.

(11) Δόθηκε η κριτική του άρθρου. Αυτή περιελάμβανε τα εδάφια: Καινοτομία και Σημασία της Έρευνας - Ποιότητα της Μεθοδολογίας - Ποιότητα Ανάλυσης Δεδομένων - Συμπεράσματα και Συζήτηση - Ποιότητα Γραφημάτων και Εικονικής Αναπαράστασης Δεδομένων - Γραφή και Δομή του Άρθρου - Συμπεράσματα και Προτάσεις για Βελτίωση - Απόφαση Κριτή (Αναθεώρηση με υποβολή εκ νέου).

(12) Το ChatGPT «έγραψε» μία βελτιωμένη εκδοχή του άρθρου λαμβάνοντας υπόψη τις παρατηρήσεις του κριτή. Οι κύριες παρατηρήσεις αφορούσαν (α) στην ανάλυση δεδομένων, οπότε προστέθηκε στατιστική ανάλυση και (β) επέκταση της βιβλιογραφίας.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Με βάση τα ευρήματα μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η χρήση chatbot μπορεί να υποστηρίξει και να επιταχύνει την έρευνα στη διδακτική των ΦΕ σε όλα τα στάδιά της. Δηλαδή, μπορεί να δράσει υποστηρικτικά ως προς την πρόταση θεμάτων προς εκπαιδευτική έρευνα, τη διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων, την μεθοδολογία και την ανάλυση των δεδομένων. Το ChatGPT και άλλα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να χρησιμοποιηθούν, επίσης, για την προετοιμασία ερευνητικών προτάσεων, την δημιουργία και ανάλυση προσομοιωμένων δεδομένων και την αρχική συγγραφή άρθρων. Προφανώς, η προσομοίωση παρέχει σταθερά και προβλέψιμα δεδομένα, που δεν είναι σίγουρο ότι αντανακλούν τα δεδομένα μιας πραγματικής ερευνητικής διαδικασίας, ωστόσο μπορεί να διευκολύνει την προετοιμασία ανάλυσης δεδομένων μιας πραγματικής έρευνας. Επιπλέον, υπάρχουν προοπτικές για χρήση των μεγάλων γλωσσικών μοντέλων και στην κρίση ενός άρθρου.

Η παρούσα μελέτη προσφέρει μια πρώτη εικόνα των δυνατοτήτων του ChatGPT και κάθε μια από αυτές τις δυνατότητες μπορεί να αποτελέσει το αντικείμενο μιας μελλοντικής έρευνας. Για παράδειγμα, μπορεί να δοθεί σε έμπειρους ερευνητές ένα άρθρο γραμμένο από το ChatGPT για κρίση ή ακόμα να συγκριθεί μια κρίση σε άρθρο του ChatGPT με αυτή των ερευνητών.

Κάποια προβλήματα από τη χρήση των μεγάλων γλωσσικών μοντέλων, όπως διαπιστώσαμε και από την μελέτη μας και τα οποία απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή από τους ερευνητές είναι:

- Η αξιοπιστία και εγκυρότητα των προτεινόμενων πηγών. Οι προτεινόμενες πηγές μπορεί να είναι άρθρα από έγκυρα περιοδικά έως ιστοσελίδες ή βίντεο YouTube. Η επιλογή και η μελέτη των πηγών κρίνεται αναγκαία.

- Η υιοθέτηση αυτούσιων προτάσεων χωρίς κριτική αποτίμηση μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα που σχετίζονται με τήρηση των επιστημονικών πρακτικών και της διαφάνειας.

- Η σωστή διατύπωση σωστών ερωτημάτων οδηγεί σε πολύ καλά αποτελέσματα και συνεπώς ελλοχεύει ο κίνδυνος δημιουργίας εξάρτησης των ερευνητών από τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης γεγονός που μπορεί ακούσια να οδηγήσει σε αποθάρρυνση από την ανάπτυξη κριτικής σκέψης.

Παράλληλα, είναι σημαντικό να αναγνωριστούν οι ηθικές και επιστημονικές προκλήσεις που ανακύπτουν από τη χρήση του ChatGPT στην έρευνα. Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission, 2024), η ενσωμάτωση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στην επιστημονική διαδικασία πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να διασφαλίζεται η εγκυρότητα και η διαφάνεια των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, όπως υποστηρίζουν οι Biswas (2023) και Onwuagboke et al. (2024), η επίγνωση των διαθέσιμων τεχνολογιών από τους ερευνητές είναι κρίσιμη, καθώς η περιορισμένη γνώση των εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να επηρεάσει τη σωστή ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική έρευνα. Ένα επιπλέον ζήτημα που αναδεικνύεται στη βιβλιογραφία είναι η μη ανίχνευση της χρήσης τεχνητής νοημοσύνης σε δημοσιευμένα άρθρα. Πρόσφατες μελέτες (Cabanac et al., 2021· Glynn, 2024) τεκμηριώνουν περιπτώσεις όπου περιεχόμενο που δημιουργήθηκε από TN ενσωματώθηκε αυτούσιο σε δημοσιεύσεις χωρίς να γίνει αντιληπτό από συγγραφείς, κριτές ή επιμελητές. Η μελέτη μας επιβεβαιώνει την ανάγκη για προσεκτική αξιολόγηση των δυνατοτήτων αυτών των εργαλείων (Cooper, 2023) και τονίζει ότι το ChatGPT μπορεί να αποτελέσει ένα πολύτιμο υποστηρικτικό μέσο, αλλά όχι ένα αυτόνομο εργαλείο παραγωγής έγκυρης επιστημονικής γνώσης.

Αν και η μελέτη αναδεικνύει τις δυνατότητες του ChatGPT, αποτελεί ένα πρώτο βήμα. Η χρήση προσομοιωμένων δεδομένων περιορίζει τη γενίκευση των ευρημάτων, ενώ η έρευνα επικεντρώθηκε στη διδακτική των φυσικών επιστημών. Μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να εξετάσουν τόσο τη χρήση του ChatGPT σε άλλους επιστημονικούς κλάδους, όσο και την αξιοπιστία των μηχανισμών ανίχνευσης της χρήσης TN στην ακαδημαϊκή συγγραφή, διερευνώντας παράλληλα τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική έρευνα.

Βιβλιογραφία

- Biswas S. S. (2023). ChatGPT for Research and Publication: A Step-by-Step Guide. *The Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics*, 28(6), 576–584. <https://www.doi.org/10.5863/1551-6776-28.6.576>
- Cabanac, G., Labbé, C., & Magazinov, A. (2021). Tortured phrases: A dubious writing style emerging in science. <https://arxiv.org/abs/2107.06751> *arXiv preprint arXiv: 2107.06751*
- Cai, Y., Deng, Q., Lv, T., Zhang W. & Zhou Y. (2024). Impact of GPT on the Academic Ecosystem, *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00561-9>
- Cooper, G. (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 444–452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2024). *Living guidelines on the responsible use of generative AI in research*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/2b6cf7e5-36ac-41cb-aab5-0d32050143dc_en
- Glynn, L. (2024). Suspected Undeclared Use of Artificial Intelligence in the Academic Literature: An Analysis of the Academ-AI Dataset. *arXiv preprint arXiv:2411.15218* <https://arxiv.org/abs/2411.15218v1>
- Lin Zhicheng (2023). Why and how to embrace AI such as ChatGPT in your academic life. *Royal Society Open Science*, 10(8), 10230658. <https://doi.org/10.1098/rsos.230658>
- Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., Fernández-Batanero, J.M. & López-Meneses, E. (2023) Impact of the Implementation of ChatGPT in Education: A Systematic Review, *Computers*, 12(8), 153. <https://doi.org/10.3390/computers12080153>
- Onwuagboke, D. B. B. C., Nnajieto, C., Nzeako, R., & Umune, H. (2024). Lecturers' Awareness of Artificial Intelligence Tools for Teaching and Research in Alvan Ikoku Federal University of Education, Nigeria. *African Journal of Humanities and Contemporary Education Research*, 17(1), 1-14. <https://doi.org/10.62154/ajhcer.2024.017.010420>
- OpenAI. (2023). ChatGPT (Mar 14 version) [Large language model]. <https://chat.openai.com/chat>