

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 2 (2026)

Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση


ΠΡΑΚΤΙΚΑ

14^ο

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

Στην μνήμη της Άγνας Σπύριου




12-14 Απριλίου 2025

**ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΔΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ**

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

synedrio2025.enepht.gr



Η Αξιοποίηση του ChatGPT για τη Δημιουργία Ανατρεπτικών Κειμένων στην Εκπαίδευση της Φυσικής

*Κωνσταντίνος Σωφρονίδης, Αναστάσιος Ζουπίδης,
Δημήτριος Πνευματικός*

doi: [10.12681/codiste.9896](https://doi.org/10.12681/codiste.9896)

Η Αξιοποίηση του ChatGPT για τη Δημιουργία Ανατρεπτικών Κειμένων στην Εκπαίδευση της Φυσικής

Κωνσταντίνος Σωφρονίδης¹, Αναστάσιος Ζουπίδης², Δημήτριος Πνευματικός³

¹Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, ²Επίκουρος Καθηγητής, ³Καθηγητής,

²Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης,

³Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

¹swfron@gmail.com

Περίληψη

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τη δυνατότητα αξιοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης (TN) στη διδακτική της Φυσικής, με επίκεντρο τη δημιουργία ανατρεπτικών κειμένων που βοηθούν στην αναδόμηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα. Οι αντιλήψεις αυτές συνιστούν ένα σημαντικό και επίμονο εμπόδιο στη μάθηση. Η χρήση ανατρεπτικών κειμένων είναι μία στρατηγική που μπορεί να βοηθήσει στην αναδόμηση της γνώσης. Πιο ειδικά στην εργασία αυτή, μελετάται πώς το ChatGPT μπορεί να υποστηρίξει τον εκπαιδευτικό στη σύνταξη τέτοιων κειμένων και διερευνώνται μεθοδικά οι δυνατότητες και οι περιορισμοί της εφαρμογής.

Λέξεις κλειδιά: ανατρεπτικά κείμενα, εννοιολογική αλλαγή, τεχνητή νοημοσύνη, ChatGPT,

Exploring the Utilization of ChatGPT for Creating Refutation Texts in Physics Education

Konstantinos Sofronidis¹, Anastasios Zoupidis², Dimitris Pnevmatikos³

¹Secondary Education Physics Teacher, ²Assistant Professor, ³Professor,

²Department of Primary Education, Democritus University of Thrace,

³Department of Primary Education, University of Western Macedonia

¹swfron@gmail.com

Abstract

The aim of this study is to investigate the potential of utilizing artificial intelligence (AI) in Physics education, focusing on the creation of refutation texts that aid in correcting students' alternative conceptions about natural phenomena. As these conceptions represent a significant and persistent obstacle to learning, refutation texts serve as a strategy that can assist in reconstructing of knowledge. This study examines how ChatGPT can support educators in drafting such texts and systematically explores the capabilities and limitations of this application.

Keywords: artificial intelligence, ChatGPT, conceptual change, refutation texts

Εισαγωγή – Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η επιτυχημένη ανάγνωση κειμένων αποτελεί τη βάση για την πλειονότητα της μαθησιακής διαδικασίας στα σχολικά και ακαδημαϊκά περιβάλλοντα. Η έρευνα έχει καταδείξει ότι η εκμάθηση από επιστημονικά κείμενα καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολη όταν οι αναγνώστες έχουν εναλλακτικές αντιλήψεις ή παρανοήσεις σχετικά με το θέμα που παρουσιάζει το κείμενο (Sinatra & Broughton, 2011). Έτσι οι προϋπάρχουσες ιδέες πρέπει συχνά να αποδομηθούν, ώστε να μην παρεμποδίζουν την εις βάθος κατανόηση του περιεχομένου.

Τα ανατρεπτικά κείμενα έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην αναθεώρηση των εναλλακτικών ιδεών (Tirrett, 2010). Πλήθος ερευνών έχουν καταγράψει την υπεροχή τους έναντι των τυπικών κειμένων σε πολλούς επιστημονικούς τομείς (Cordova et al., 2014 · Diakidou et al., 2016) και έχουν δοκιμαστεί επιτυχώς σε διάφορους μαθησιακούς πληθυσμούς, από το δημοτικό έως το πανεπιστήμιο (Ariasí & Mason, 2011 · Braasch et al., 2013). Διαθέτουν μία συγκεκριμένη δομή: παρουσιάζουν μια διαδεδομένη παρανόηση, προειδοποιούν τον αναγνώστη για την πιθανότητα ύπαρξης μιας άλλης αντίληψης και διαφεύδουν ρητά την παρανόηση με έμφαση στην επιστημονικά αποδεκτή εξήγηση (Tirrett, 2010). Έτσι ενεργοποιούν στη μνήμη των μαθητών τις προϋπάρχουσες πεποιθήσεις, με εστίαση στις παρανοήσεις, και στη συνέχεια δίνουν τις ορθές επιστημονικές πληροφορίες. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει γνωστική σύγκρουση, αξιολόγηση των προηγούμενων γνώσεων, δυσaráεσκεια με αυτές και εδραίωση της συνοχής στις νέες γνώσεις (Kendeou & O'Brien, 2014) διευκολύνοντας την εννοιολογική αλλαγή.

Για να ξεκινήσει βέβαια η εννοιολογική αλλαγή, θα πρέπει η επιστημονική εξήγηση που παρέχεται στο ανατρεπτικό κείμενο να είναι αρκετά εύλογη και κατανοητή ώστε να αμφισβητήσει τις παρανοήσεις (Posner et al., 1982). Η *αναγνωσιμότητα* λοιπόν του κειμένου είναι μία κρίσιμη μεταβλητή. Σύμφωνα με τους Dale και Chall η *αναγνωσιμότητα* συνίσταται στο σύνολο όλων εκείνων των χαρακτηριστικών ενός κειμένου που επηρεάζουν τον βαθμό επιτυχούς ανάγνωσής του, δηλαδή το βαθμό που οι αναγνώστες το κατανοούν, το βρίσκουν ενδιαφέρον, το διαβάζουν με ικανοποιητική ταχύτητα και διατηρούν την προσλαμβάνομενη από αυτό πληροφορία (DuBay (2004). Η αναγνωσιμότητα ενός κειμένου είναι αποτέλεσμα της διάδρασης μεταξύ δύο κύριων συνιστωσών που είναι το κείμενο και ο αναγνώστης. Αφενός το κείμενο συμβάλλει με το περιεχόμενό του, το ύφος του, το σχεδιασμό του (μέσο, φωτογραφίες, γραμματοσειρά, χρώμα κτλ.) και τη δομή του· αφετέρου ο αναγνώστης συμβάλλει με την πρότερη γνώση του, την αναγνωστική του δεξιότητα, το ενδιαφέρον του και το κίνητρό του (Τζιμώκας & Ματθαιουδάκη, 2014). Εάν βάλουμε κατά μέρος τα χαρακτηριστικά του κάθε πιθανού αναγνώστη, τα οποία είναι δύσκολο να ληφθούν υπόψη σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς, το ύφος είναι ένα μηχανικά μετρήσιμο χαρακτηριστικό της αναγνωσιμότητας και ίσως το μόνο ικανό να δώσει μια κατά το δυνατόν αντικειμενική πρόβλεψη για την αναγνωσιμότητα και αποτελεσματικότητα ενός κειμένου. Πρόκειται για τα λεγόμενα επιφανειακά χαρακτηριστικά του κειμένου, δηλαδή το λεξιλόγιο, τη δομή των προτάσεων και τη μακροδομή του. Σε αυτά ακριβώς τα στοιχεία εστιάζουν οι εισηγητές των καθιερωμένων δεικτών μέτρησης της αναγνωσιμότητας χωρίς βέβαια να παραγνωρίζουν τη σημασία των υπόλοιπων στοιχείων (Τζιμώκας & Ματθαιουδάκη, 2014).

Πίνακας 1. Τιμές των κλασικών ποσοτικών δεικτών αναγνωσιμότητας Flesch Reading Ease και Flesch-Kincaid Level

Κλίμακα Flesch Reading Ease		Κλίμακα Flesch-Kincaid Grade Level	
100-80	Πολύ εύκολο	5-6	10-12 ετών
80-70	Σχετικά εύκολο	7	12-13 ετών
70-60	Εύκολο	8-9	13-15 ετών
60-50	Σχετικά δύσκολο	10-12	15-18 ετών
50-30	Δύσκολο	13-16	>18 ετών
30-0	Πολύ δύσκολο	>17	πτυχιούχοι

Πηγή: Τζιμώκας & Ματθαιουδάκη, 2014

Δύο από τους πιο κοινούς δείκτες αναγνωσιμότητας είναι ο Flesch Reading Ease και ο Flesch-Kincaid Grade Level. Ο Flesch Reading Ease είναι ένας δείκτης που μετρά την

αναγνωσιμότητα ενός κειμένου με επίκεντρο το πλήθος των προτάσεων, των λέξεων και των συλλαβών. Η τιμή του Flesch Reading Ease κυμαίνεται από 0 έως 100, με υψηλότερες τιμές να υποδηλώνουν πιο ευανάγνωστο κείμενο και χαμηλότερες τιμές να υποδηλώνουν μεγαλύτερη δυσκολία κατανόησης. Ο Flesch-Kincaid Grade Level είναι ένας δείκτης που με αντίστοιχα στοιχεία εκτιμά το επίπεδο εκπαίδευσης που απαιτείται για να κατανοήσει κάποιος το κείμενο. Η τιμή του δείκτη αναφέρεται στην τάξη του αμερικανικού σχολείου.

Μεγάλα γλωσσικά μοντέλα και ChatGPT

Το ChatGPT είναι μία ψηφιακή εφαρμογή συνομιλίας, ένα αυτοματοποιημένο πρόγραμμα που έχει τη δυνατότητα επικοινωνίας με τους ανθρώπους απαντώντας σε ερωτήσεις. Οι εφαρμογές αυτές (chatbots) στηρίζονται σε προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης, τα οποία χρησιμοποιώντας τη μηχανική μάθηση έχουν την ικανότητα να παράγουν αποτελέσματα (output) που μοιάζουν με τα δεδομένα τα οποία έχουν δεχθεί ως είσοδο (input). Για το λόγο αυτό συχνά αναφέρονται ως παραγωγική τεχνητή νοημοσύνη (Generative Artificial Intelligence). Μία υποκατηγορία των εν λόγω προγραμμάτων είναι τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα τα οποία σχεδιάστηκαν για να επεξεργάζονται και να παράγουν κείμενο σε φυσική γλώσσα. Περιγράφοντας με απλά λόγια τον τρόπο που παράγουν κείμενο τα μεγάλα γλωσσικά μοντέλα και οι εφαρμογές τους, όπως το ChatGPT, θα λέγαμε ότι κάθε φορά είναι σαν να απαντούν στην ερώτηση «*σύμφωνα με το στατιστικό μοντέλο που έχεις δημιουργήσει για την ανθρώπινη γλώσσα, ποιες λέξεις είναι το πιο πιθανό να ακολουθήσουν μετά;*» (Polverini & Gregorcic, 2024).

Όταν χρησιμοποιείται ένα chatbot όπως το ChatGPT, μία προτροπή είναι ένα ερώτημα που διατυπώνει ο χρήστης μέσω της διεπαφής συνομιλίας. Ο τρόπος με τον οποίο διαμορφώνεται μία προτροπή επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την έξοδο του μοντέλου (White et al., 2023). Η τέχνη της δημιουργίας αποτελεσματικών προτροπών συχνά αναφέρεται ως μηχανική προτροπών. Δεν είναι ασυνήθιστο ένα μεγάλο γλωσσικό μοντέλο να αποτυγχάνει σε μια δεδομένη εργασία, αλλά να βελτιώνει σημαντικά την απόδοσή του όταν του δοθεί μία πιο προσεκτικά διαμορφωμένη προτροπή (Kojima et al., 2022).

Πίνακας 2. Παραδείγματα τεχνικών διατύπωσης προτροπών προς το ChatGPT

Zero-shot Prompting	Chain-of-Thought (CoT)	Constrained-based Prompting	Debate Prompting
One-shot Prompting	Self-Consistency	Format-Specific Prompting	Specify the Domain
Few-shot Prompting	Role-based Prompting	Interactive Refinement	Specify How to Act

Πηγή: ChatGPT (personal communication)

Από την κυκλοφορία του, τον Νοέμβριο του 2022, το ChatGPT έχει προκαλέσει έντονο ενδιαφέρον στον τομέα της εκπαιδευτικής έρευνας. Κάτι αναμενόμενο, καθώς η έρευνα για την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης στη διδασκαλία και τη μάθηση είχε ξεκινήσει πριν την έλευση του ChatGPT, παρουσιάζοντας ιδιαίτερη δυναμική (Almasri, 2024). Μελετώντας τις δυνατότητες και τους περιορισμούς του ChatGPT κατά την ενσωμάτωσή του στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία οι ερευνητές κατέληξαν σε σημαντικά για την εκπαιδευτική κοινότητα αποτελέσματα. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι στο πεδίο της Φυσικής το ChatGPT έχει αξιοποιηθεί για τη δημιουργία σχεδίων μαθήματος, παρουσιάσεων, εργασιών, ερωτήσεων, ασκήσεων και εξατομικευμένων οδηγιών για τους μαθητές (Jere et al., 2024; Peikos & Stavrou, 2025). Από την επισκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ωστόσο ότι η αξιοποίησή του ως εργαλείου για την αναθεώρηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών δεν έχει

επαρκώς μελετηθεί. Με δεδομένο ότι το ChatGPT έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στον σχεδιασμό πειραμάτων Φυσικής, που στοχεύουν στην αλλαγή ορισμένων παρανοήσεων των μαθητών (Kotsis, 2024), η εργασία αυτή διερευνά τη δυνατότητα αξιοποίησης της εφαρμογής στη συγγραφή ανατρεπτικών κειμένων, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία εννοιών στη Φυσική σε συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες.

Μεθοδολογία

Η παρούσα μελέτη εντάσσεται στο πεδίο της έρευνας εκπαιδευτικής τεχνολογίας. Υιοθετεί στοιχεία πειραματικής έρευνας και ακολουθεί μια μικτή προσέγγιση συνδυάζοντας ποιοτική και ποσοτική ανάλυση (αξιολόγηση από ειδικούς και μέτρηση με ποσοτικούς δείκτες). Εφαρμόζοντας δοκιμασμένες τεχνικές διατύπωσης προτροπών (Polverini & Gregorcic, 2024), διερευνά τις δυνατότητες του ChatGPT επιδιώκοντας να εξακριβώσει αν η εφαρμογή μπορεί: 1) να αναγνωρίσει εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών σε έννοιες και φαινόμενα της Φυσικής, 2) να αναπαράγει βάσει δοσμένου προτύπου δομικά άρτια ανατρεπτικά κείμενα Φυσικής σε διάφορες θεματικές, και 3) να συντάσσει ανατρεπτικά κείμενα τα οποία να ταιριάζουν σε συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες.

Οι τεχνικές προτροπών που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας έρευνας είναι οι one-shot prompting, specify the domain και constrained-based prompting. Με την τεχνική one-shot prompting δίνεται στην εφαρμογή ένα παράδειγμα (πρότυπο) για καθοδήγηση πριν δημιουργήσει την απάντηση. Με την τεχνική specify the domain καθορίζεται στην εφαρμογή το πεδίο γνώσης στο οποίο επιθυμούμε να εξειδικευτεί η απάντηση που θα δημιουργήσει. Ενώ με την τεχνική constrained based prompting θέτουμε στην εφαρμογή όρια για τη μορφή και το ύφος της απάντησης που θα δημιουργήσει. Δεν απαιτήθηκε η χρήση περισσότερων τεχνικών όπως για τη διόρθωση της απάντησης (interactive refinement) ή την αύξηση της ακρίβειας της απάντησης (few shot prompting, self consistency) καθώς η εφαρμογή «κατάλαβε» εύκολα και ανταποκρίθηκε επακριβώς στο ζητούμενο της έρευνας.

Για την απάντηση των παραπάνω ερωτημάτων χρησιμοποιήθηκε η έκδοση ChatGPT-4o. Για το πρώτο ερώτημα, ακολουθώντας τη στρατηγική προτροπών specify the domain, δόθηκε στο ChatGPT η εντολή: «Γράψε μου εσφαλμένες αντιλήψεις μαθητών στη Φυσική, στη διδακτική ενότητα της Θερμότητας, οι οποίες να έχουν καταγραφεί σε έρευνες και να υπάρχουν στην εκπαιδευτική βιβλιογραφία σχετικά με τη διδασκαλία της Φυσικής». Μία αντίστοιχη εντολή δόθηκε ξεχωριστά για δύο ακόμα διδακτικές ενότητες της Φυσικής, την Οπτική, με θεματολογία τη φύση του φωτός, τη διάδοση του φωτός και την όραση, και τη Μηχανική, με θεματολογία τη δύναμη και την κίνηση. Για την ταυτοποίηση των εσφαλμένων αντιλήψεων στην εκπαιδευτική βιβλιογραφία χρησιμοποιήθηκαν δύο βιβλία αναφοράς για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στη Φυσική – Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες της Κρυσταλλίας Χαλκιά και Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών της Rosalind Driver (Χαλκιά, 2012· Driver et al, 2014) – καθώς και ο δικτυακός τόπος IOPSpark (<https://spark.iop.org/misconceptions>), όπου περιλαμβάνεται μία ευρεία συλλογή εσφαλμένων αντιλήψεων μαθητών από 5-19 ετών, σε διάφορες θεματικές, με τις αντίστοιχες βιβλιογραφικές αναφορές σε κάθε περίπτωση.

Για το δεύτερο ερώτημα δόθηκε στο ChatGPT ένα ανατρεπτικό κείμενο με πρότυπη δομή και το κατάλληλο επεξηγηματικό ύφος και του ζητήθηκε να δημιουργήσει δικά του κείμενα σε άλλη θεματολογία. Πιο συγκεκριμένα, ακολουθώντας τις στρατηγικές προτροπών one-shot prompting και constrained based prompting δόθηκε στο ChatGPT η εντολή: «Διάβασε το παρακάτω ανατρεπτικό κείμενο (...). Με βάση τη δομή αυτού του κειμένου γράψε ένα ανατρεπτικό κείμενο που να αποτελείται από τρεις παραγράφους, να απευθύνεται σε μαθητές/τριες 14-15 ετών και να διορθώνει την εσφαλμένη αντίληψη ότι για τη συνεχή κίνηση των σωμάτων απαιτείται συνεχής δύναμη». Με αντίστοιχες εντολές ζητήθηκε η συγγραφή 5 ακόμα ανατρεπτικών κειμένων για την αναδόμηση ισάριθμων εναλλακτικών ιδεών (η θερμότητα είναι μία ρευστή ουσία, τα μάτια μας εκπέμπουν κάτι για να βλέπουμε, τα βαριά σώματα βυθίζονται στο νερό ενώ τα ελαφριά επιπλέουν, τα βαριά αντικείμενα πέφτουν πιο

γρήγορα από τα ελαφριά, το ηλεκτρικό ρεύμα καταναλώνεται καθώς περνά μέσα από τα κυκλώματα). Η δομική αρτιότητα των 6 κειμένων πιστοποιήθηκε με κριτήριο την παρουσία 3 βασικών χαρακτηριστικών σύμφωνα προς την οικεία βιβλιογραφία (Hynd, 2001; Tippet, 2010) που περιλαμβάνουν την αναφορά στην εναλλακτική ιδέα, τη ρητή δήλωση ότι η εναλλακτική ιδέα είναι λάθος και την εξήγηση της επιστημονικά αποδεκτής ιδέας. Η επιστημονική εγκυρότητα των κειμένων και η αξιολόγηση της δομής και του περιεχομένου ελέγχθηκε από ερευνητές ειδικούς στον σχεδιασμό και τη διδακτική αξιοποίηση των ανατρεπτικών κειμένων στη διδασκαλία της Φυσικής.

Τα 6 ανατρεπτικά κείμενα του ChatGPT αξιοποιήθηκαν στη συνέχεια για τη διερεύνηση του τρίτου ερωτήματος της μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, εκτιμήθηκε αν τα κείμενα που δημιούργησε η εφαρμογή για μαθητές 14-15 ετών ήταν κατάλληλα ως προς την αναγνωσιμότητα για τη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα. Χρησιμοποιήθηκε το Coh-Metrix, ένα προηγμένο εργαλείο ανάλυσης κειμένου, που μετρά τη συνοχή και τη δυσκολία των κειμένων μέσω ποσοτικών δεικτών για τη λεξιλογική ποικιλία (πλούτος και πολυπλοκότητα λέξεων), τη συντακτική πολυπλοκότητα (μήκος προτάσεων, τύποι προτάσεων), τη σημασιολογική συνοχή (σχέσεις μεταξύ προτάσεων και παραγράφων), την αναφορική συνοχή (επαναλήψεις εννοιών και όρων), καθώς επίσης φωνολογικά και γραμματικά χαρακτηριστικά (Graesser et al., 2011). Η χρήση του Coh-Metrix έγινε δωρεάν, έπειτα από μία διαδικασία δημιουργίας λογαριασμού στην ιστοσελίδα <https://www.memphis.edu/iis/projects/coh-metrix.php> του Πανεπιστημίου του Μέμφις. Η επεξεργασία των κειμένων έγινε στην αγγλική γλώσσα.

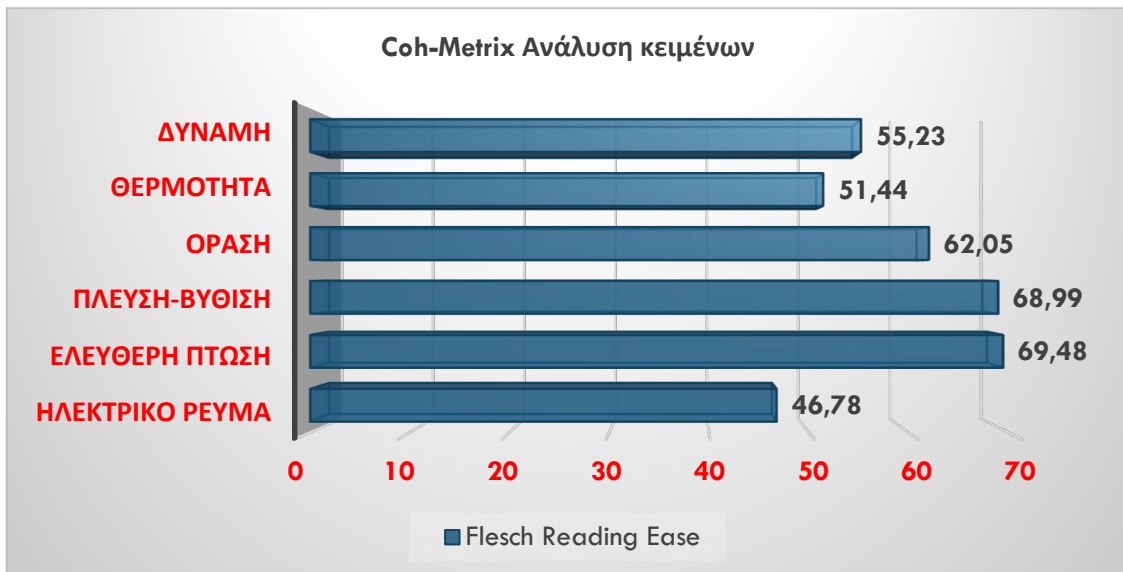
Αποτελέσματα

Προτρέποντας το ChatGPT να καταγράψει εσφαλμένες αντιλήψεις μαθητών στη Φυσική σε τρεις διδακτικές ενότητες, η εφαρμογή παρουσίασε 17 παραδείγματα στην ενότητα της Θερμότητας, 25 στην ενότητα της Οπτικής και 26 στην ενότητα της Μηχανικής. Παρόλο που ζητήθηκε από την εφαρμογή να περιορίσει τις απαντήσεις της σε συγκεκριμένη θεματολογία από κάθε επιλεγμένη διδακτική ενότητα, διεύρυνε τις απαντήσεις της σε περισσότερα θέματα. Έτσι για παράδειγμα στην περίπτωση της Οπτικής εκτός από την φύση του φωτός, τη διάδοση του φωτός και την όραση, επεκτάθηκε και σε άλλες εσφαλμένες αντιλήψεις μαθητών για τη σκιά, την ανάκλαση και τη διάθλαση του φωτός, τους φακούς, τα κάτοπτρα, τα είδωλα και τα χρώματα. Το σύνολο σχεδόν των παραδειγμάτων που κατέγραψε το ChatGPT για τη συγκεκριμένη θεματολογία κάθε διδακτικής ενότητας εντοπίστηκαν στα δύο βιβλία αναφοράς και στο δικτυακό τόπο IOPSpark.

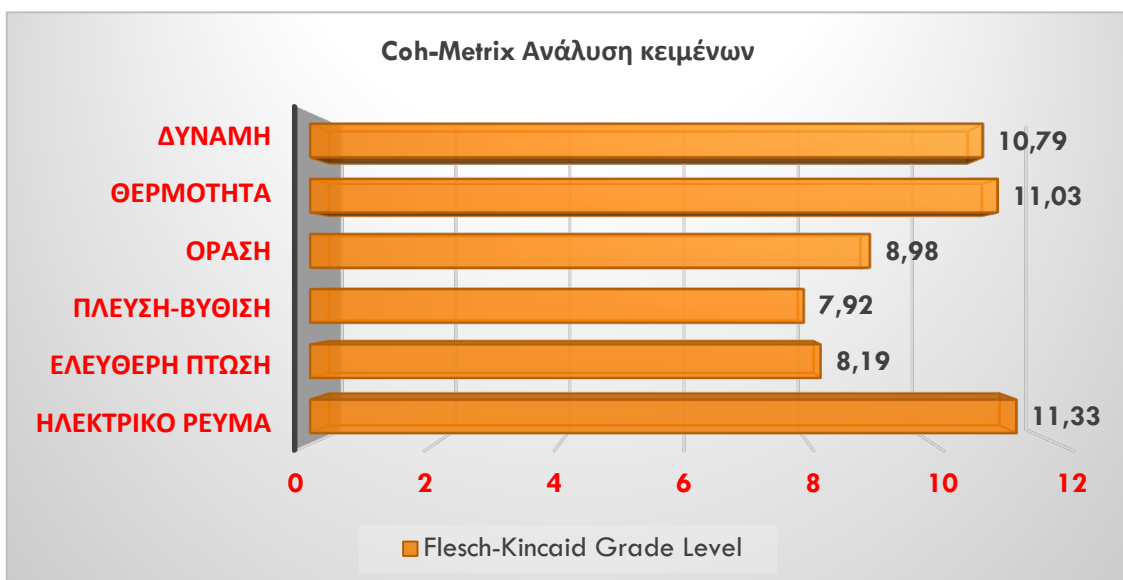
Αναφορικά με τα κείμενα που δημιούργησε το ChatGPT βρέθηκε ότι περιλαμβάνουν όλα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά της δομής ενός έγκυρου ανατρεπτικού κειμένου. Τα κείμενα ξεκινούν με την ξεκάθαρη παρουσίαση της λανθασμένης αντίληψης, ώστε ο αναγνώστης να αντιληφθεί από την αρχή ποια είναι η υπόθεση που πρόκειται να ανασκευαστεί. Συνεχίζουν με την ξεκάθαρη δήλωση ότι αυτή η αντίληψη είναι εσφαλμένη, σηματοδοτώντας την μετάβαση από την εσφαλμένη στη σωστή ερμηνεία. Κάποια από τα κείμενα αναφέρονται και στη «λογική» πίσω από την παρανόηση. Ακολουθεί το κύριο μέρος των κειμένων που παρέχει τη σωστή επιστημονική εξήγηση επιστρατεύοντας δεδομένα, αναλογίες και καθημερινά παραδείγματα που συνδέονται με τις εμπειρίες του αναγνώστη. Τα κείμενα κλείνουν συνοψίζοντας τη σωστή εξήγηση, τονίζοντας emphaticά το κεντρικό επιστημονικό σημείο και επαναπροσδιορίζοντας γιατί η εσφαλμένη ιδέα δεν ισχύει. Σε κάποια από τα κείμενα επισημαίνεται και η αξία της νέας γνώσης, μία προσθήκη που βοηθά τον αναγνώστη να εσωτερικεύσει την αλλαγή.

Η επεξεργασία των ανατρεπτικών κειμένων με το εργαλείο ανάλυσης Coh-Metrix έδειξε ότι η αναγνωσιμότητά τους με βάση δύο κλασικούς ποσοτικούς δείκτες έχει σημαντικές αποκλίσεις. Οι τιμές των ποσοτικών δεικτών κυμάνθηκαν για τον δείκτη Flesch Reading Ease από 69,48 έως 46,78 όταν οι ζητούμενες τιμές ήταν μεταξύ 70-60 και για τον δείκτη Flesch-Kincaid Grade Level από 7,92 έως 11,33 ενώ οι ζητούμενες τιμές ήταν μεταξύ 8-9.

Σχήμα 1. Ιστόγραμμα τιμών του δείκτη Flesch Reading Ease για τα κείμενα του ChatGPT



Σχήμα 2. Ιστόγραμμα τιμών του δείκτη Flesch-Kincaid Level για τα κείμενα του ChatGPT



Συζήτηση - Συμπεράσματα

Ο πρώτος στόχος της έρευνας, που αφορούσε την εξακρίβωση της δυνατότητας του ChatGPT να καταγράφει εσφαλμένες αντιλήψεις μαθητών/τριών, επετεύχθη επιτυχώς. Η εφαρμογή κατάφερε να καταγράψει πολλές εσφαλμένες αντιλήψεις για τις ενότητες της Θερμότητας, της Οπτικής και της Μηχανικής, σύμφωνα με την εκπαιδευτική βιβλιογραφία. Δεν ακολούθησε τον περιορισμό για εσφαλμένες αντιλήψεις σε συγκεκριμένη θεματολογία, κάτι ωστόσο που δεν αξιολογείται ως πρόβλημα, αφού ουσιαστικά υπερκάλυψε απλώς το ζητούμενο. Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, που αφορούσε τη δυνατότητα του ChatGPT να δημιουργεί ανατρεπτικά κείμενα, επίσης επιβεβαιώθηκε. Όλα τα κείμενα που παρήχθησαν είχαν την απαραίτητη δομή, όπως ορίζεται από τη βιβλιογραφία, και περιλάμβαναν τα βασικά χαρακτηριστικά που απαιτούνται για την αποτελεσματική αναδόμηση των εναλλακτικών αντιλήψεων. Η τρίτη ερευνητική ερώτηση αφορούσε την προσαρμογή των κειμένων στην ηλικιακή ομάδα των μαθητών. Αν και το ChatGPT απέδειξε την ικανότητά του να δημιουργεί

ανατρεπτικά κείμενα με σωστή δομή και περιεχόμενο, η χρήση του Coh-Metrix έδειξε πως η αναγνωσιμότητα των κειμένων μπορεί να διαφέρει σημαντικά ανάλογα με τη θεματική. Παρά το γεγονός ότι στα πλαίσια της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκε ένα μικρό δείγμα κειμένων, από ορισμένες μόνο διδακτικές ενότητες της Φυσικής, φάνηκε μία ανάγκη για επιπλέον καθοδήγηση και προσαρμογή των παραγόμενων από την εφαρμογή κειμένων για μαθητές διαφορετικής ηλικίας.

Η έρευνά μας έδειξε ότι η τεχνητή νοημοσύνη, και συγκεκριμένα το ChatGPT, μπορεί να αποτελέσει ένα πολύτιμο εργαλείο στη διδακτική, με επίκεντρο την προσπάθεια αναδόμησης των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών στη Φυσική. Παρόλο που φαίνεται πως υπάρχουν περιορισμοί στην αναγνωσιμότητα και την ηλικιακή προσαρμογή των κειμένων, τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά και δείχνουν τη δυνατότητα για περαιτέρω βελτίωση.

Με δεδομένο ότι πρώτον δεν υπάρχουν αρκετές εμπειρικές έρευνες εφαρμογής του ChatGPT στο διδακτικό πεδίο σε πραγματικές συνθήκες (Lee & Zhai, 2024· Liang et al., 2023), και δεύτερον ότι η εκπαιδευτική έρευνα στα ανατρεπτικά κείμενα εξελίσσεται προς την κατεύθυνση της ενίσχυσης και του εμπλουτισμού με περιεχόμενο και μέσα που ενισχύουν την εμπλοκή των μαθητών (Zengilowski et al., 2021), δύο προτάσεις μελλοντικής έρευνας που κατά την άποψή μας έχουν ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον είναι οι εξής: α) Σχεδιασμός και ανάπτυξη ηλικιακά προσαρμοσμένων ανατρεπτικών κειμένων Φυσικής με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης και πειραματική μέτρηση της αποτελεσματικότητάς τους ως προς την αναθεώρηση εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σε συγκεκριμένες θεματικές ενότητες, και β) Σχεδιασμός και ανάπτυξη ανατρεπτικών υπερκειμένων Φυσικής με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης ενισχυμένων με ρητορικές τεχνικές, εικόνες, προσομοιώσεις και βίντεο για την αναδόμηση εσφαλμένων αντιλήψεων μαθητών σε συγκεκριμένες θεματικές ενότητες.

Βιβλιογραφία

- Τζιμώκας, Δ., & Ματθαιουδάκη, Μ. (2014). Δείκτες αναγνωσιμότητας: Ζητήματα εφαρμογής και αξιοπιστίας. *Major Trends in Theoretical and Applied Linguistics: Selective Papers from the 20th International Symposium from Theoretical and Applied Linguistics*, τ. 3, 367-383. Ανακτήθηκε στις 25/5/2025 από: <https://ikee.lib.auth.gr/record/270005/files/Deiktes.pdf>
- Χαλκιά, Κ., (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες*. Εκδόσεις Πατάκη. ISBN: 978-960-16-4308-3.
- Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54(5), 977-997. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>
- Ariasi, N., & Mason, L. (2011). Uncovering the effect of text structure in learning from a science text: An eye-tracking study. *Instructional science*, 39, 581-601. <https://doi.org/10.1007/s11251-010-9142-5>
- Braasch, J. L., Goldman, S. R., & Wiley, J. (2013). The influences of text and reader characteristics on learning from refutations in science texts. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 561. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0032627>
- Cordova, J. R., Sinatra, G. M., Jones, S. H., Taasobshirazi, G., & Lombardi, D. (2014). Confidence in prior knowledge, self-efficacy, interest and prior knowledge: Influences on conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 164-174. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.03.006>
- Diakidoy, I. A. N., Mouskounti, T., Fella, A., & Ioannides, C. (2016). Comprehension processes and outcomes with refutation and expository texts and their contribution to learning. *Learning and Instruction*, 41, 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.10.002>
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2014). *Making Sense of Secondary Science: Research into children's ideas* (2^η εκδ.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315747415>
- DuBay, W. H. (2004). The principles of readability. *Online submission*. Ανακτήθηκε στις 25/5/2025 από: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED490073.pdf>
- Graesser, A. C., McNamara, D. S., & Kulikowich, J. M. (2011). Coh-Metrix: Providing multilevel analyses of text characteristics. *Educational researcher*, 40(5), 223-234. <https://doi.org/10.3102/0013189X11413260>

- Hynd, C. R. (2001). Refutational texts and the change process. *International Journal of Educational Research*, 35(7-8), 699-714. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00010-1)
- Jere, S., Bessong, R., Mpeti, M., & Litshani, N. F. (2024). Pre-service Physical Sciences Teachers' Views on Integrating ChatGPT into Teaching: A Case Study. *Προδημοσίευση, Research Square* <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4783356/v1>
- Kendeou, P., & O'Brien, E. J. (2014). 16 the knowledge revision components (KReC) framework: processes and mechanisms. Στο *Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences*, σσ. 353-377. <https://doi.org/10.1080/0163853X.2014.913961>
- Kojima, T., Gu, S. S., Reid, M., Matsuo, Y., & Iwasawa, Y. (2022). Large language models are zero-shot reasoners. *Advances in neural information processing systems*, 35, 22199-22213. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.11916>
- Kotsis, K. T. (2024). Correcting Students' Misconceptions in Physics Using Experiments Designed by ChatGPT. *European Journal of Contemporary Education and E-Learning*, 2(2), 83-100. [http://dx.doi.org/10.59324/ejceel.2024.2\(2\).07](http://dx.doi.org/10.59324/ejceel.2024.2(2).07)
- Lee, G. G., & Zhai, X. (2024). Using ChatGPT for Science Learning: A Study on Pre-service Teachers' Lesson Planning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1643-1660. <https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3401457>
- Liang, Y., Zou, D., Xie, H., & Wang, F. L. (2023). Exploring the potential of using ChatGPT in physics education. *Smart Learning Environments*, 10(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00273-7>
- Peikos G, Stavrou D. (2025). ChatGPT for Science Lesson Planning: An Exploratory Study Based on Pedagogical Content Knowledge. *Education Sciences*, 15(3), 338. <https://doi.org/10.3390/educsci15030338>
- Polverini, G., & Gregorcic, B. (2024). How understanding large language models can inform the use of ChatGPT in physics education. *European Journal of Physics*, 45(2), 025701. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ad1420>
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211-227. Ανακτήθηκε στις 25/5/2025 από: <https://www.fisica.uniud.it/URDF/laurea/idifo1/materiali/g5/Posner%20et%20al.pdf>
- Sinatra, G. M., & Broughton, S. H. (2011). Bridging reading comprehension and conceptual change in science education: The promise of refutation text. *Reading Research Quarterly*, 46(4), 374-393. <https://doi.org/10.1002/RRQ.005>
- Tippett, C. D. (2010). Refutation text in science education: A review of two decades of research. *International journal of science and mathematics education*, 8, 951-970. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9203-x>
- White, J., Fu, Q., Hays, S., Sandborn, M., Olea, C., Gilbert, H., Elnashar, A., Spencer-Smith J., & Schmidt, D. C. (2023). A prompt pattern catalog to enhance prompt engineering with chatgpt. *arXiv preprint arXiv:2302.11382*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.11382>
- Zengilowski, A., Schuetze, B. A., Nash, B. L., & Schallert, D. L. (2021). A critical review of the refutation text literature: Methodological confounds, theoretical problems, and possible solutions. *Educational Psychologist*, 56(3), 175-195. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1861948>