

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 Άννας 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.enepnet.gr

Αξιολόγηση της Μάθησης του Ατομικού Πρότυπου Βοήθ και του Περιοδικού Πίνακα μέσω Καινοτόμων Διδακτικών Παρεμβάσεων

Αικατερίνη Αδραμερινά, Βασίλειος Κουταλάς, Νικόλαος Χαριστός

doi: [10.12681/codiste.9798](https://doi.org/10.12681/codiste.9798)

Αξιολόγηση της Μάθησης του Ατομικού Πρότυπου Bohr και του Περιοδικού Πίνακα μέσω Καινοτόμων Διδακτικών Παρεμβάσεων

Αικατερίνη Αδραμερίνα,¹ Βασίλειος Κουταλάς² και Νικόλαος Χαριστός³

¹Υποψήφια Διδασκώρισα, ²Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, ³Επίκουρος Καθηγητής,

Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

³nicharis@chem.auth.gr

Περίληψη

Η διδασκαλία της Χημείας στην Α' Λυκείου είναι κρίσιμη για την κατανόηση των βασικών επιστημονικών εννοιών και την ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης από τους μαθητές. Ωστόσο, οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας, συχνά αδυνατούν να ενθαρρύνουν την ενεργή συμμετοχή των μαθητών και την ανάπτυξη βαθύτερης κατανόησης. Για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης, αρκετοί εκπαιδευτικοί αναζητούν καινοτόμες προσεγγίσεις, όπως η παιχνιδοποίηση και η αξιοποίηση ψηφιακών μέσων και η χρήση ρομποτικών συστημάτων. Η παρούσα μελέτη εξετάζει την αποτελεσματικότητα τριών διδακτικών παρεμβάσεων που ενσωματώνουν τις παραπάνω προσεγγίσεις, συγκρίνοντάς τες τόσο μεταξύ τους όσο και με παραδοσιακές διδακτικές μεθόδους. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι οι καινοτόμες μέθοδοι έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν την κατανόηση και τη συμμετοχή των μαθητών, βελτιώνοντας τη μαθησιακή τους εμπειρία σε διαφορετικό βαθμό. Η μελέτη αναδεικνύει επίσης την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σχετικά με την αποτελεσματικότητά των διδακτικών μεθόδων, και την επίδραση των παιδαγωγικών, τεχνολογικών ή άλλων παραγόντων που τις επηρεάζουν.

Λέξεις κλειδιά: διδακτικές παρεμβάσεις, παιχνιδοποίηση, ρομποτικά συστήματα, ψηφιακή τεχνολογία

Assessment of Learning the Bohr Atomic Model and the Periodic Table Through Innovative Teaching Interventions

Aikaterini Adramerina,¹ Vasilios Koutalas² and Nikolaos Charistos³

¹PhD Candidate, ²Laboratory Teaching Staff, ³Assistant Professor,

Department of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki

³nicharis@chem.auth.gr

Abstract

Teaching Chemistry in the first year of upper secondary education is critical for students' understanding of fundamental scientific concepts and the development of scientific thinking. However, traditional teaching methods often fail to encourage active student engagement and the cultivation of deeper understanding. To address this challenge, many educators seek innovative approaches, such as gamification, the use of digital tools, and the integration of robotic systems. This study investigates the effectiveness of three instructional interventions incorporating these technologies, comparing them both with each other and with traditional teaching methods. The results indicate that innovative methods can enhance students' understanding and engagement, improving their learning experience to varying degrees. The study also highlights the need for further research into their effectiveness, depending on the pedagogical and technological factors that influence their implementation.

Keywords: digital technology, gamification, robotic systems, teaching interventions

Αφόρμηση για Έρευνα

Οι εκπαιδευτικοί εξελίσσουν τις διδακτικές τους παρεμβάσεις με την πάροδο του χρόνου, προσαρμόζοντάς τες στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών, τις κοινωνικές συνθήκες και την τεχνολογική πρόοδο. Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση, όπου εξετάστηκαν σύγχρονες διδακτικές παρεμβάσεις που εφαρμόζονται διεθνώς (Jani et al., 2024). Δεν υπάρχει ένα απόλυτα ιδανικό διδακτικό μοντέλο, ενώ δεν απορρίπτεται η δασκαλοκεντρική διδασκαλία που χρησιμοποιήθηκε ευρέως στο παρελθόν. Τα διδακτικά μοντέλα οφείλουν να προσαρμόζονται στις ανάγκες της εκάστοτε εποχής, ώστε να βελτιώνονται συνεχώς (Ndabezitha & Gravett, 2024) και να γίνεται η προσπάθεια χρήσης ενός υβριδικού μοντέλου διδασκαλίας που παράλληλα με την τυπική παράδοση να χρησιμοποιεί ψηφιακά, εικονικά, τρισδιάστατα, απτά μοντέλα προσομοίωσης, για να αυξάνει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών και την αποδοτικότητά τους (Aldosari et al., 2022 · Hoai et al., 2023).

Η παιχνιδοποίηση, η ψηφιακή τεχνολογία και τα ρομποτικά συστήματα αποτελούν σύγχρονες προσεγγίσεις που ενισχύουν τη μαθησιακή εμπειρία, προσφέροντας διαδραστικές και ελκυστικές μεθόδους διδασκαλίας (Al-Hafdi & Alhalafawy, 2024). Η παιχνιδοποίηση, μέσω επιτραπέζιων και ψηφιακών παιχνιδιών, προάγει τη μαθησιακή εμπλοκή (Zeybek & Saygi, 2024). Τα ψηφιακά εργαλεία, όπως τα εκπαιδευτικά λογισμικά, επιτρέπουν εξατομικευμένη μάθηση και άμεση ανατροφοδότηση (Lampropoulos & Kinshuk, 2024). Παράλληλα, τα ρομποτικά συστήματα ενισχύουν την πρακτική εφαρμογή των γνώσεων μέσω κατασκευής και προγραμματισμού.

Σκοπός και Ερευνητικά Ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση τριών διαφορετικών διδακτικών παρεμβάσεων για το Ατομικό Πρότυπο του Bohr και τον Περιοδικό Πίνακα με χρήση παιχνιδιών (ψηφιακό, επιτραπέζιο & ρομποτικό). Τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν είναι:

1. Ποια είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα μετά την εφαρμογή των τριών εναλλακτικών διδακτικών παρεμβάσεων σε σύγκριση με την παραδοσιακή διδασκαλία;
2. Σε ποιο βαθμό συνδέονται τα μαθησιακά αποτελέσματα με την εμπλοκή των μαθητών στη διδακτική παρέμβαση και κινητοποίηση των μαθητών στη Χημεία;

Σχεδιασμός και ανάπτυξη υλικού διδακτικών παρεμβάσεων για το Ατομικό Πρότυπο του Bohr και τον Περιοδικού Πίνακα

Ψηφιακό Παιχνίδι

Τα ψηφιακά παιχνίδια προσαρμόζουν τη διδασκαλία στις ανάγκες των μαθητών μέσω διαβαθμισμένων επιπέδων δυσκολίας, διαδραστικών ασκήσεων και άμεσης ανατροφοδότησης. Το ψηφιακό παιχνίδι «Bohr's Model» (Εικόνα 1) σχεδιάστηκε ώστε να παρέχει ασκήσεις διαβαθμισμένης δυσκολίας. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να δομούν άτομα τοποθετώντας ηλεκτρόνια, πρωτόνια και νετρόνια σε προκαθορισμένες περιοχές, ενώ ενθαρρύνονται για τη σωστή προσπάθειά τους. Με αύξηση του βαθμού δυσκολίας παρέχονται παρόμοιες ασκήσεις χωρίς όμως να είναι προκαθορισμένες οι θέσεις τοποθέτησης των σωματιδίων. Σε κάθε επίπεδο δυσκολίας, ακολουθεί δεύτερη άσκηση στην οποία ζητείται να γίνει επιλογή της θέσης στον Περιοδικό Πίνακα, του χημικού στοιχείου που δομήθηκε στο προηγούμενο βήμα.

Επιτραπέζιο Παιχνίδι

Με τη χρήση ενός επιτραπέζιου εκπαιδευτικού παιχνιδιού δόμησης ατόμων από υποατομικά σωματίδια, οι μαθητές συμμετέχουν ταυτόχρονα συνεργατικά και ανταγωνιστικά με σκοπό να

κερδίσουν (Εικόνα 2). Παράλληλα, αλληλεπιδρούν μεταξύ τους μέσω ανταλλαγής ιδεών, με στόχο να καταλήξουν σε σωστή απάντηση. Διατηρείται το ενδιαφέρον και η συμμετοχή των μαθητών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, καθώς αγωνιούν ποιος θα τερματίσει πιο γρήγορα, απαντώντας σε όλες τις ερωτήσεις.

Ρομποτικό Παιχνίδι

Η εξάσκηση με το ρομποτικό σύστημα EV3 μπορεί να προσφέρει βιωματική μάθηση μέσω προγραμματισμού, ενίσχυση δεξιοτήτων STEM και ανάπτυξη ικανότητας επίλυσης προβλημάτων σε πραγματικό χρόνο. Οι μαθητές προγραμματίζουν, παρακολουθούν τις ενέργειες του ρομπότ και συνεργάζονται για τη βελτιστοποίηση έργων. Στην παρούσα διδακτική παρέμβαση λόγω του περιορισμένου χρόνου, το ρομποτικό σύστημα EV3 είναι ήδη προγραμματισμένο να τοποθετεί τα υποατομικά σωματίδια στη σωστή θέση ενός σχεδιασμένου ταμπλό του Ατομικού Πρότυπου του Bohr, ενώ οι μαθητές καθορίζουν τον αριθμό και το είδος των σωματιδίων, αξιολογώντας την ακρίβεια της εκτέλεσης του ρομπότ (Εικόνα 3).

Σχεδιασμός Μελέτης

Για τη διασφάλιση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας των δεδομένων η επιλογή των συμμετεχόντων στην πιλοτική και στην κύρια φάση της έρευνας ακολούθησε συγκεκριμένα κριτήρια όπως η πρότερη γνώση των εξεταζόμενων επιστημονικών εννοιών από το σύνολο του δείγματος, οι επαρκείς δεξιότητες επικοινωνίας στη γλώσσα της παρέμβασης (ελληνικά) και η απουσία διαγνωσμένων μαθησιακών διαταραχών. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη διασφάλιση της ομοιογένειας του δείγματος παρότι δεν ήταν δυνατή η πλήρης ισοκατανομή με βάση το φύλο (αγόρια και κορίτσια), καθώς θα προκαλούσε δυσλειτουργίες στην ομαλή ροή του ωρολογίου προγράμματος της σχολικής μονάδας. Η συναίνεση των συμμετεχόντων και των γονέων/κηδεμόνων τους με γραπτή υπεύθυνη δήλωση, ήταν προαπαιτούμενη για τη συμμετοχή στην έρευνα, ενώ τηρήθηκαν οι αρχές της ανωνυμίας και της προστασίας των προσωπικών και ευαίσθητων δεδομένων.

Στάδιο I:

Διεξαγωγή πιλοτικής εφαρμογής του ερευνητικού σχεδίου σε μέγεθος δείγματος 127 μαθητών (που αντιστοιχεί σε 22-26 μαθητές ανά ομάδα και 5 ομάδες) της Α' λυκείου, σε σχολική μονάδα της Αριδαίας. Ακολούθησε η ενσωμάτωση απαραίτητων διορθώσεων, κατά το σχολικό έτος 2023-2024.

Στάδιο II:

Διεξαγωγή της κύριας έρευνας, με τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη σε 4 τμήματα (22-24 μαθητές) της Α' λυκείου, σε σχολική μονάδα της Θεσσαλονίκης. Το μέγεθος του δείγματος ήταν 93 μαθητές (5 από τους συμμετέχοντες εξαιρέθηκαν κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων καθώς δεν απάντησαν στο τελικό τεστ), με σκοπό να εξασφαλιστεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα μαθητών από διαφορετικά μαθησιακά προφίλ. Ακολούθησαν οι προτεινόμενες διδακτικές ώρες, διασφαλίζοντας τη συμβατότητα της έρευνας με το εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Οι ομάδες ήταν οι εξής: α) ομάδα παιχνιδιοποίησης με ψηφιακό παιχνίδι και παρουσίαση με ψηφιακό υλικό, β) ομάδα παιχνιδιοποίησης με απτό επιτραπέζιο παιχνίδι και παρουσίαση με ψηφιακό υλικό, γ) ομάδα χρήσης ρομποτικού συστήματος και παρουσίαση με ψηφιακό υλικό και δ) ομάδα ελέγχου με παραδοσιακή-τυπική διδασκαλία. Όλες οι ομάδες είχαν διδαχθεί τις συγκεκριμένες επιστημονικές έννοιες από τον εκπαιδευτικό της σχολικής τους μονάδας σε προηγούμενο χρόνο σε απόσταση 2-3 εβδομάδων. Κατά τη διεξαγωγή της κύριας έρευνας δόθηκαν στους συμμετέχοντες ερωτηματολόγια και ένα τεστ αξιολόγησης τόσο πριν (pre-test), όσο και μετά (post-test) τη διδακτική παρέμβαση.

Η διάρκεια της έρευνας ήταν 4-5 διδακτικές ώρες για κάθε ομάδα. Μια διδακτική ώρα για ερωτηματολόγιο και τεστ αξιολόγησης, μία ή δύο διδακτικές ώρες για την κάθε διδακτική παρέμβαση, μία διδακτική ώρα για ερωτηματολόγιο και τεστ αξιολόγησης (σε διάστημα 3 εβδομάδων), κατά το σχολικό έτος 2024-2025.

Εργαλεία της Έρευνας

Τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα παρακάτω:

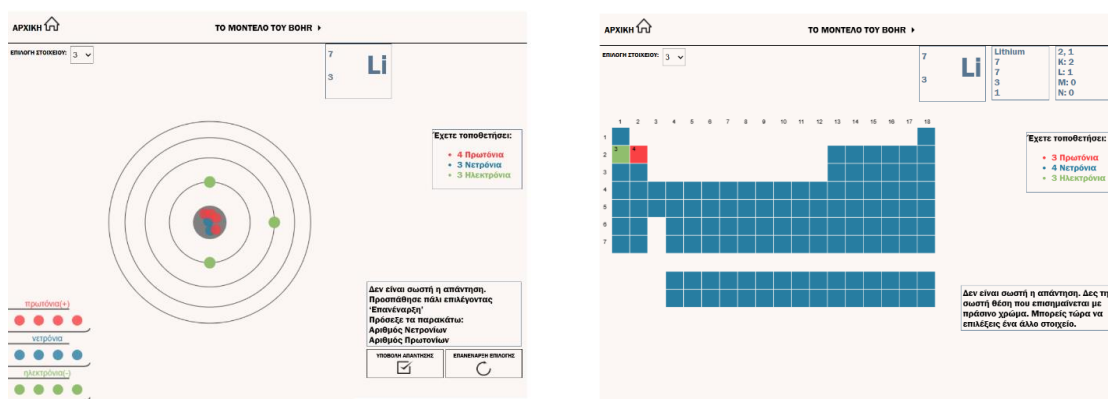
- Σταθμισμένο ερωτηματολόγιο για την κινητοποίηση των μαθητών στη Χημεία - CMQ II (Salta & Koulougliotis, 2015)
- Ερωτηματολόγιο για την εμπλοκή-συμμετοχή των μαθητών και για την ικανοποίησή τους από τη διδασκαλία.
- Τεστ αξιολόγησης των επιστημονικών εννοιών της ενότητας.
- Φύλλο ερωτήσεων απαντήσεων του Game of Periodic Table /Α' Λυκείου (Α' Επίπεδο).
- Φύλλο ερωτήσεων απαντήσεων του Game of Periodic Table with Bohr's Model /Α' Λυκείου (Α' Επίπεδο).
- Φύλλο ερωτήσεων απαντήσεων του Game of Periodic Table with EV3 /Α' Λυκείου (Α' Επίπεδο).

Περιγραφή Διδακτικών Παρεμβάσεων

Για τις τρεις διδακτικές παρεμβάσεις της έρευνας (εκτός από την παραδοσιακή διδασκαλία), αρχικά γίνεται από τον εκπαιδευτικό μια παρουσίαση για τη Δομή του Ατόμου και του Περιοδικού Πίνακα, με χρήση ψηφιακού υλικού (ppt) και με παρουσίαση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Bohr's Model», απαντώντας σε ερωτήσεις (1 διδακτική ώρα).

Ψηφιακό Παιχνίδι με Εκπαιδευτικό λογισμικό (1 διδακτική ώρα)

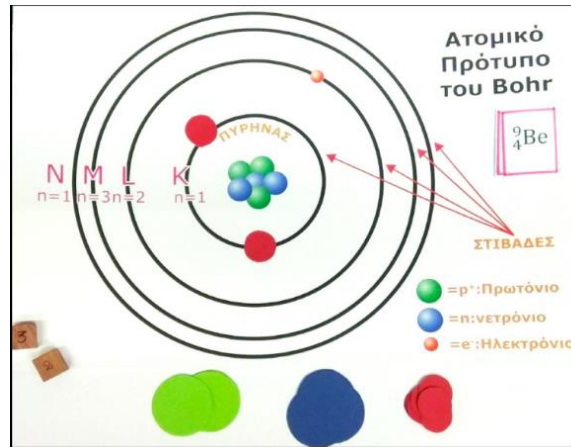
Οι μαθητές, σε ομάδες των 2-3 ατόμων, χρησιμοποιούν υπολογιστές και διαδρούν χωρίς τη βοήθεια του εκπαιδευτικού με το ψηφιακό παιχνίδι (εκπαιδευτικό λογισμικό «Bohr's Model»), ολοκληρώνοντας συγκεκριμένο αριθμό ασκήσεων (δύο ήπιας και δύο μεγαλύτερης δυσκολίας). Παράλληλα συμπληρώνουν ανώνυμα φύλλο εργασίας, το οποίο σχεδιάστηκε ώστε να συμβαδίζει με τη διάδραση με το ψηφιακό παιχνίδι.



Εικόνα 1. Απεικόνιση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Bohr's Model». Η άσκηση δόμησης του ατόμου (αριστερά) και η άσκηση επιλογής στον Περιοδικό Πίνακα (δεξιά)

Επιτραπέζιο Παιχνίδι (1 διδακτική ώρα)

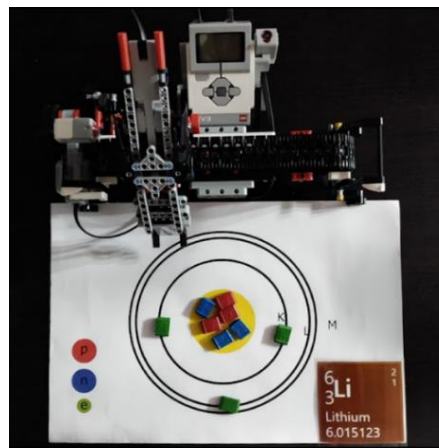
Οι μαθητές, σε ομάδες των 2-3 ατόμων, χρησιμοποιούν το ταμπλό με το σχεδιασμένο Πρότυπο του Bohr και φύλλα ερωτήσεων για να παίξουν το επιτραπέζιο εκπαιδευτικό παιχνίδι, ενώ παράλληλα απαντούν ανώνυμα σε ένα φύλλο ερωτήσεων.



Εικόνα 2. Απεικόνιση του ταμπλό του εκπαιδευτικού επιτραπέζιου παιχνιδιού

Ρομποτικό Σύστημα EV3 (2 διδακτικές ώρες)

Οι μαθητές, σε ομάδες των 4 ατόμων χρησιμοποιούν φύλλα ερωτήσεων και το ρομποτικό σύστημα EV3 και απαντούν ανώνυμα σε ερωτήσεις.



Εικόνα 3. Απεικόνιση του ρομποτικού συστήματος EV3

Τυπική Διδασκαλία (1 διδακτική ώρα)

Ο εκπαιδευτικός-ερευνητής διδάσκει τις έννοιες της Δομής του Ατόμου και του Περιοδικού Πίνακα με τη χρήση Ψηφιακού υλικού (ppt) και του λευκού πίνακα για την αναπαράσταση μοντέλων και σχημάτων. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, απαντά σε ερωτήσεις και ενθαρρύνει τη συζήτηση. Οι μαθητές, με τη βοήθεια του, λύνουν ασκήσεις κατανόησης.

Αποτελέσματα

Η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω των εργαλείων της έρευνας, περιλαμβάνει τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά στοιχεία. Πιο συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκαν τα αποτελέσματα των τεστ αξιολόγησης (pre-test και post-test), καθώς και οι απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια κινητοποίησης και εμπλοκής. Τα εργαλεία αυτά σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να καλύπτουν πολλαπλές διαστάσεις της μαθησιακής διαδικασίας και να επιτρέπουν την αποτίμηση της αποτελεσματικότητας των διδακτικών παρεμβάσεων.

Πίνακας 1: Πίνακας περιγραφικών στατιστικών για τον Μ.Ο. βελτίωσης του συνολικού δείγματος.

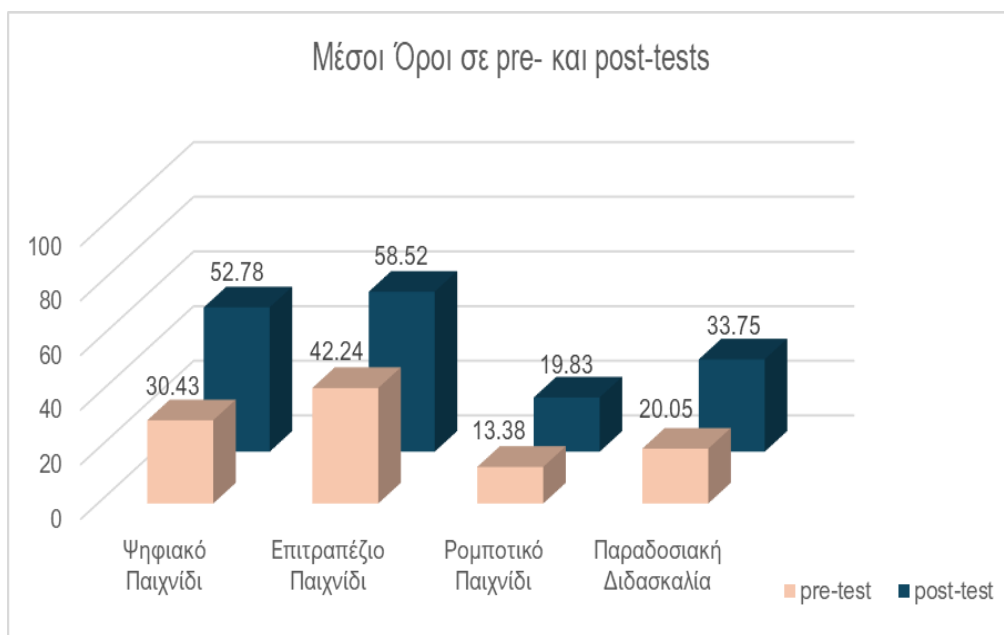
Περιγραφικά Στατιστικά Ανά Παρέμβαση			
Παρέμβαση	N	M.O. pre-test (SD)	M.O. post-test (SD)
Ψηφιακό	23	30,43 (16,89)	52,78 (22,49)
Επιτραπέζιο	21	42,24 (18,01)	58,52 (19,79)
Ρομποτικό EV3	24	13,38 (8,61)	19,83 (14,41)
Τυπ. Παράδοση	20	20,05 (17,53)	33,75 (23,72)

Σημείωση: Από τους 93 μαθητές οι 5 δεν είχαν απαντήσει σε κάποιο/α από τα τεστ και δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε περιγραφική ανάλυση των δεδομένων, κατά την οποία υπολογίστηκαν βασικά στατιστικά μεγέθη (μέσος όρος, τυπική απόκλιση) για τις επιδόσεις των μαθητών στα τεστ αξιολόγησης (Πίνακας 1). Για την αξιολόγηση του βαθμού αποτελεσματικότητας των τεσσάρων παρεμβάσεων χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικοί έλεγχοι υπόθεσης, λόγω της φύσης των δεδομένων και των μεγεθών των ομάδων. Ειδικότερα, ο έλεγχος Kruskal–Wallis για τη συνολική βελτίωση, ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων διδακτικών παρεμβάσεων ($\chi^2(3) = 24,701, p < ,001$).

Οι ομάδες που συμμετείχαν σε ψηφιακή και επιτραπέζια παιχνιδοποίηση σημείωσαν τις υψηλότερες επιδόσεις στο post-test και τη μεγαλύτερη βελτίωση, ενώ η ομάδα ρομποτικής παρουσίασε τη μικρότερη βελτίωση. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1, η μεγαλύτερη μέση βελτίωση επιδόσεων παρατηρείται στην ομάδα που συμμετείχε στη ψηφιακή παιχνιδοποίηση (22,35 μονάδες), ακολουθούμενη από την ομάδα με επιτραπέζιο παιχνίδι (16,29) και την ομάδα με παραδοσιακή διδασκαλία (13,70). Η χαμηλότερη βελτίωση εντοπίζεται στην ομάδα με τη χρήση ρομποτικού συστήματος EV3 (6,46 μονάδες), γεγονός που ενδέχεται να οφείλεται στον περιορισμένο χρόνο εφαρμογής, στη μικρότερη ενεργή συμμετοχή των μαθητών ή στη φύση της συγκεκριμένης παρέμβασης.

Διάγραμμα 1. Μέσοι Όροι Pre-Test, Post-Test και Διαφοράς Επιδόσεων



Συσχέτιση με τις απαντήσεις στα ερωτηματολόγια κινητοποίησης και εμπλοκής

Από την ανάλυση συσχετίσεων φάνηκε μια τάση βελτίωσης των επιδόσεων από τα pre- στα post-test, των συμμετεχόντων που απάντησαν θετικά σε συγκεκριμένες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου κινητοποίησης στη Χημεία και του ερωτηματολογίου εμπλοκής που αφορούσαν στην παρέμβαση. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση των επιδόσεων στο post-test με τις απαντήσεις σε ερωτήματα του ερωτηματολογίου κινητοποίησης που αφορούν τις επιδόσεις τους στη Χημεία:

Ενδεικτικά αναφέρονται οι συσχετίσεις των επιδόσεων στο post-test με τα παρακάτω ερωτήματα:

- Σκέφτομαι τον βαθμό που θα πάρω στη χημεία $\rho(88) = 0,39, p < ,01$
- Πιστεύω ότι μπορώ να αποκτήσω βαθμό "20" στη χημεία $\rho(88) = 0,36, p < ,01$

Αξιοσημείωτο είναι ότι και στα δύο παραπάνω ερωτήματα παρουσιάζεται συσχέτιση και με τις επιδόσεις στο pre-test. Ανάλογες τιμές συσχέτισης παρατηρούνται και για ερωτήματα που αφορούν α) τη μελέτη Χημείας, β) την αφιέρωση χρόνου και γ) την προετοιμασία για τα τεστ $\rho(88) = 0,45, p < ,01$. Ερωτήματα που αφορούν το εργασιακό μέλλον των μαθητών που συμμετείχαν, είχαν επίσης συσχέτιση με τις επιδόσεις στο post-test. Από το ερωτηματολόγιο κινητοποίησης τη μεγαλύτερη συσχέτιση με τις επιδόσεις τα pre- και post-test, παρουσίασε το ερώτημα που σχετιζόταν με το αν αρέσει στους συμμετέχοντες η Χημεία.

Από το "Ερωτηματολόγιο Εμπλοκής" φαίνεται πως ο βαθμός που οι μαθητές θεωρούσαν ότι η εμπλοκή τους στη διδακτική παρέμβαση ήταν αρκετή σχετιζόταν επιδόσεις τους στο post-test, όπως και η δήλωση πως έχουν συνηθίσει σε τέτοιου είδους διδακτικές παρεμβάσεις. Μάλιστα το τελευταίο ερώτημα παρουσιάζει συσχέτιση και με τη βελτίωση της επίδοσης.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Σε σχέση με το 1^ο ερευνητικό ερώτημα, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης επιβεβαιώνουν τη θετική συμβολή των καινοτόμων διδακτικών παρεμβάσεων στην ενίσχυση της κατανόησης των επιστημονικών εννοιών από τους μαθητές της Α' Λυκείου. Η σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων επιδόσεων στο τελικό τεστ (post-test), σε σύγκριση με το αρχικό (pre-test), αποδεικνύει ότι οι παρεμβάσεις που βασίζονται σε ψηφιακά μέσα, επιτραπέζια παιχνίδια είναι πιο αποτελεσματικές από την παραδοσιακή διδασκαλία, σε όρους γνωστικής επίδοσης, αφού οι ομάδες που συμμετείχαν σε ψηφιακή ή επιτραπέζια παιχνιδιοποίηση παρουσίασαν τις υψηλότερες επιδόσεις και τη μεγαλύτερη βελτίωση. Το εύρημα αυτό εναρμονίζεται με τη σύγχρονη βιβλιογραφία, που αναγνωρίζει τη σημασία της ενεργητικής μάθησης, της ανατροφοδότησης και της εμπλοκής των μαθητών μέσω παιχνιδιού. Αντίθετα, η ρομποτική παρέμβαση, αν και παιδαγωγικά ισχυρή, φάνηκε να περιορίζεται από τον παράγοντα του χρόνου, όπως επίσης και από τη πιο περιορισμένη ενεργή συμμετοχή των μαθητών γεγονός που ενδέχεται να επηρέασε τη συνολική της αποτελεσματικότητα.

Μια άλλη διάσταση δίνεται από τα ερωτηματολόγια κινητοποίησης και συμμετοχής-εμπλοκής, που σχετίζεται με το 2^ο ερευνητικό ερώτημα. Φαίνεται πως εκείνο το μέρος του δείγματος που απαντά θετικά σε συγκεκριμένα ερωτήματα είναι και αυτό που βελτιώνεται περισσότερο. Επιπλέον, εκείνο το μέρος του δείγματος που ενδιαφέρεται για την αφιέρωση χρόνου, τη μελέτη και την προετοιμασία για τη Χημεία, αποδίδει καλύτερα. Επίσης, εμφανίζει καλύτερες επιδόσεις εκείνο το μέρος του δείγματος που θεωρεί ότι είχε αρκετή εμπλοκή στη διδακτική παρέμβαση.

Συνοψίζοντας, τα ευρήματα της έρευνας ενισχύουν την ανάγκη ενσωμάτωσης καινοτόμων μεθόδων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, ειδικότερα σε μια εκπαιδευτική βαθμίδα τόσο κρίσιμη όσο η Α' Λυκείου. Οι παρεμβάσεις που αξιοποιούν ψηφιακά και απτικά μέσα,

καθώς και τεχνολογίες όπως η ρομποτική, μπορούν να προσφέρουν υπό συγκεκριμένες συνθήκες γόνιμο έδαφος για την ανάπτυξη ενός πιο ουσιαστικού, ελκυστικού και αποτελεσματικού μαθησιακού περιβάλλοντος. Παράλληλα, υπογραμμίζεται η σημασία της περαιτέρω διερεύνησης των παιδαγωγικών παραμέτρων που επηρεάζουν την εφαρμογή τέτοιων μεθόδων όπως είναι για παράδειγμα ο βαθμός συμμετοχής, με στόχο τη βελτιστοποίησή τους ανάλογα με το προφίλ των μαθητών, τη σχολική μονάδα και το πλαίσιο εφαρμογής.

Βιβλιογραφία

- Aldosari, S. S., Ghita, B., & Marocco, D. (2022). A Gesture-Based Educational System that Integrates Simulation and Molecular Visualization to Teach Chemistry. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(4). <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i04.26503>
- Al-Hafdi, F. S., & Alhalafawy, W. S. (2024). Ten Years of Gamification-Based Learning: A Bibliometric Analysis and Systematic Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 18(7), 188–212. <https://doi.org/10.3991/IJIM.V18I07.45335>
- Hoai, V. T. T., Son, P. N., Em, V. V. D., & Duc, N. M. (2023). Using 3D molecular structure simulation to develop chemistry competence for Vietnamese students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/13345>
- Jani, W. N. F. A., Razali, F., & Ismail, N. (2024). Cooperative learning implementation among elementary Trust School Teacher Program. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(2). <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i2.26352>
- Lampropoulos, G., & Kinshuk. (2024). Virtual reality and gamification in education: a systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 72, 1691–1785. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10351-3>
- Ndabezitha, L. B., & Gravett, S. (2024). Guided play as a pedagogical tool for the early grades. *South African Journal of Childhood Education*, 14(1). <https://doi.org/10.4102/sajce.v14i1.1345>
- Salta, K., & Koulougliotis, D. (2015). Assessing motivation to learn chemistry: adaptation and validation of Science Motivation Questionnaire II with Greek secondary school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 237–250. <https://doi.org/10.1039/C4RP00196F>
- Zeybek, N., & Saygi, E. (2024). Gamification in Education: Why, Where, When, and How? — A Systematic Review. *Games and Culture*, 19(2). <https://doi.org/10.1177/15554120231158625>