

# 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<sup>ο</sup>

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




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



## Ανάπτυξη Διδακτικής Παρέμβασης στην Ενότητα του Ηλεκτρικού Ρεύματος με Δραστηριότητες Μοντελοποίησης

*Φλώρα Μαντελάκη, Ελένη Πετρίδου*

doi: [10.12681/codiste.9984](https://doi.org/10.12681/codiste.9984)

## Ανάπτυξη Διδακτικής Παρέμβασης στην Ενότητα του Ηλεκτρικού Ρεύματος με Δραστηριότητες Μοντελοποίησης

Φλώρα Μαντελάκη<sup>1</sup> και Ελένη Πετρίδου<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ΠΜΣ «Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία»

<sup>2</sup>Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό,

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

<sup>1</sup>*fmantela@physics.auth.gr*, <sup>2</sup>*elepet@physics.auth.gr*

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η σχεδίαση και η ανάπτυξη διδακτικής παρέμβασης στην ενότητα του Ηλεκτρικού Ρεύματος αξιοποιώντας μοντέλα του σχολικού εγχειριδίου, με στόχο την κατανόηση του γνωστικού πεδίου, την εισαγωγή των μαθητών στην φύση του μοντέλου και την εξοικείωσή τους σε επιστημονικές πρακτικές. Η παρέμβαση περιλαμβάνει δραστηριότητες οικοδόμησης και αξιοποίησης μοντέλων για την εξήγηση και πρόβλεψη καταστάσεων του ηλεκτρικού ρεύματος, με στόχο την ενεργή συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία και την ανάπτυξη μαθησιακών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα.

**Λέξεις κλειδιά:** ηλεκτρικό ρεύμα, μαθησιακές δεξιότητες, μοντελοποίηση

## Development of a Model-Based Teaching Intervention in the Domain of Electric Current

Flora Mantelaki<sup>1</sup> and Eleni Petridou<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PGS “Didactics of Physics and Educational Technology”, <sup>2</sup>Laboratory Teaching Staff,

Laboratory of Didactics of Physics and Educational Technology,

School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

<sup>1</sup>*fmantela@physics.auth.gr*, <sup>2</sup>*elepet@physics.auth.gr*

### Abstract

This paper presents the design and the development of a teaching intervention on the topic of Electric Current, utilizing models from the school textbook. The aim is to foster the understanding of the subject matter, familiarizing students with the nature of models and to engage them in scientific practices. This teaching intervention includes activities for constructing and utilizing models to explain and predict electrical current situations, promoting the active participation of students in the educational process and the development of 21st-century learning skills.

**Keywords:** electric current, learning skills, modeling

### Εισαγωγή

Η ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών με την εξοικείωσή τους σε επιστημονικές πρακτικές αποτελεί πρωταρχικό στόχο του σύγχρονου εκπαιδευτικού συστήματος. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει αναδείξει τη σημασία των μοντέλων ως μεθοδολογικά εργαλεία στην επιστήμη. Τα μοντέλα λειτουργούν ως γέφυρα μεταξύ επιστημονικής θεωρίας και πραγματικότητας, καθώς ενσωματώνουν ιδέες που επιτρέπουν

την μελέτη ενός φαινομένου, παρουσιάζοντας μία απλοποιημένη εκδοχή μίας θεωρίας (Gilbert et al., 2000). Αποσκοπούν στην αναπαράσταση καταστάσεων οι οποίες δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμες (Van Driel & Verloop, 1999), επιτρέποντας τον έλεγχο υποθέσεων, την εξήγηση ή πρόβλεψη σύνθετων σεναρίων και ενισχύοντας την επικοινωνία των ιδεών. Οι δραστηριότητες μοντελοποίησης διακρίνονται σε διερευνητικές και εκφραστικές (Mellar & Bliss, 1994). Στην πρώτη περίπτωση ο μαθητής χρησιμοποιεί έτοιμα μοντέλα για τη μελέτη του φαινομένου, ενώ στη δεύτερη οικοδομεί ο ίδιος μοντέλα. Η χρήση μοντέλων ως μεθοδολογικά εργαλεία και η συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες μοντελοποίησης στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να συμβάλλει τόσο στην κατανόηση του γνωστικού περιεχομένου όσο και στην εξοικείωσή τους σε επιστημονικές πρακτικές (Gobert & Buckley, 2000), εστιάζοντας στην κατανόηση της φύσης και λειτουργίας των ίδιων των μοντέλων.

Η πληθώρα γνώσεων και πληροφοριών που χαρακτηρίζει τον σύγχρονο κόσμο καθιστά αναγκαία, πέρα από την εκμάθηση του γνωστικού πεδίου, την ανάπτυξη δεξιοτήτων από τους μαθητές, οι οποίες θα τους επιτρέπουν μία αποτελεσματική διαχείριση καταστάσεων στη ζωή τους. Έρευνες επισημαίνουν την αναγκαιότητα ένταξης στην εκπαιδευτική διαδικασία δραστηριοτήτων για την ανάπτυξη των μαθησιακών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα των μαθητών (Partnership for 21st Century Skills [P21], 2009), οι οποίες είναι η συνεργασία, η επικοινωνία, η δημιουργικότητα και η κριτική σκέψη. Επιπλέον, μελέτες δείχνουν ότι μέσα από τη διαδικασία οικοδόμησης γνώσης, οι δραστηριότητες μοντελοποίησης ενισχύουν την ανάπτυξη των μαθησιακών δεξιοτήτων των μαθητών (Μανου et al., 2019).

Η διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και γενικότερα εννοιών που αφορούν τον ηλεκτρισμό στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση αποτελεί πρόκληση, αφού η ερμηνεία των φαινομένων προϋποθέτει περαιτέρω γνώση της ατομικής δομής της ύλης. Τα μοντέλα, οπτικοποιώντας το μη ορατό με τις αισθήσεις, ενδείκνυνται για τη διδασκαλία του ηλεκτρικού ρεύματος, συμβάλλοντας στην ομαλή μετάβαση των μαθητών από το μικροσκοπικό στο μακροσκοπικό επίπεδο κατανόησης. Παράλληλα, η αναγκαιότητα αξιοποίησης μοντέλων για τη μελέτη φαινομένων ηλεκτρικού ρεύματος καθιστά το συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο ένα πρόσφορο πλαίσιο για τη διερεύνηση και κατανόηση της φύσης των επιστημονικών μοντέλων.

Στο πλαίσιο αυτό, σχεδιάστηκε μία διδακτική παρέμβαση η οποία στοχεύει στην ανάδειξη των μοντέλων ως εργαλεία για την ερμηνεία και πρόβλεψη φαινομένων του ηλεκτρικού ρεύματος, σε συνδυασμό με την ενίσχυση των μαθησιακών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Το ερευνητικό ερώτημα της εργασίας είναι: Πώς μπορούν να αξιοποιηθούν τα μοντέλα του σχολικού εγχειριδίου στον σχεδιασμό μιας διδακτικής παρέμβασης για την εισαγωγή των μαθητών στην έννοια του μοντέλου εμπλεκοντάς τους ενεργά σε δραστηριότητες μοντελοποίησης στο Κεφάλαιο του Ηλεκτρικού Ρεύματος της Γ' Γυμνασίου;

## Μεθοδολογία

Η διδακτική παρέμβαση, διάρκειας δύο διδακτικών ωρών, απευθύνεται σε μαθητές της Γ' Γυμνασίου και καλύπτει τη διδασκαλία της έννοιας του Ηλεκτρικού Ρεύματος. Στοχεύει στην υποστήριξη των μαθητών, μέσω δραστηριοτήτων μοντελοποίησης, να οικοδομήσουν την έννοια της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, να μελετήσουν τη λειτουργία του διακόπτη στα ηλεκτρικά κυκλώματα, και να εισαχθούν στην φύση του μοντέλου. Η σχεδίαση της παρέμβασης βασίστηκε στο διδακτικό μοντέλο 5E (Bybee et al., 2006), το οποίο εμπλέκει τους μαθητές σε διαδικασίες διερεύνησης, στηρίζεται στην εποικοδομητική μάθηση και αντανάκλα τις ιδέες της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και της αναστοχαστικής σκέψης. Για το σκοπό αυτό λήφθηκαν υπόψη εναλλακτικές αντιλήψεις και δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση τόσο των καταστάσεων του ηλεκτρικού ρεύματος, όσο και της έννοιας του μοντέλου. Για τη σχεδίαση της παρέμβασης υιοθετήθηκαν οι φάσεις του μοντέλου 5E (Εμπλοκή, Εξερεύνηση, Εξήγηση, Επέκταση και Εκτίμηση) διαμορφωμένες έτσι ώστε να ενσωματώνουν και να συνδυάζουν τρεις άξονες, όπως φαίνεται στο σχήμα 1: α) τη διδασκαλία του γνωστικού πεδίου (ηλεκτρικό ρεύμα), β) την εξοικείωση των μαθητών με επιστημονικές πρακτικές (κατανόηση της φύσης των μοντέλων) και γ) την ανάπτυξη των μαθησιακών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα

(συνεργασία, επικοινωνία, δημιουργικότητα και κριτική σκέψη). Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται οι σχεδιαστικές αρχές της διδακτικής παρέμβασης.

**Σχήμα 1.** Σχεδιαστικές Αρχές Διδακτικής Παρέμβασης

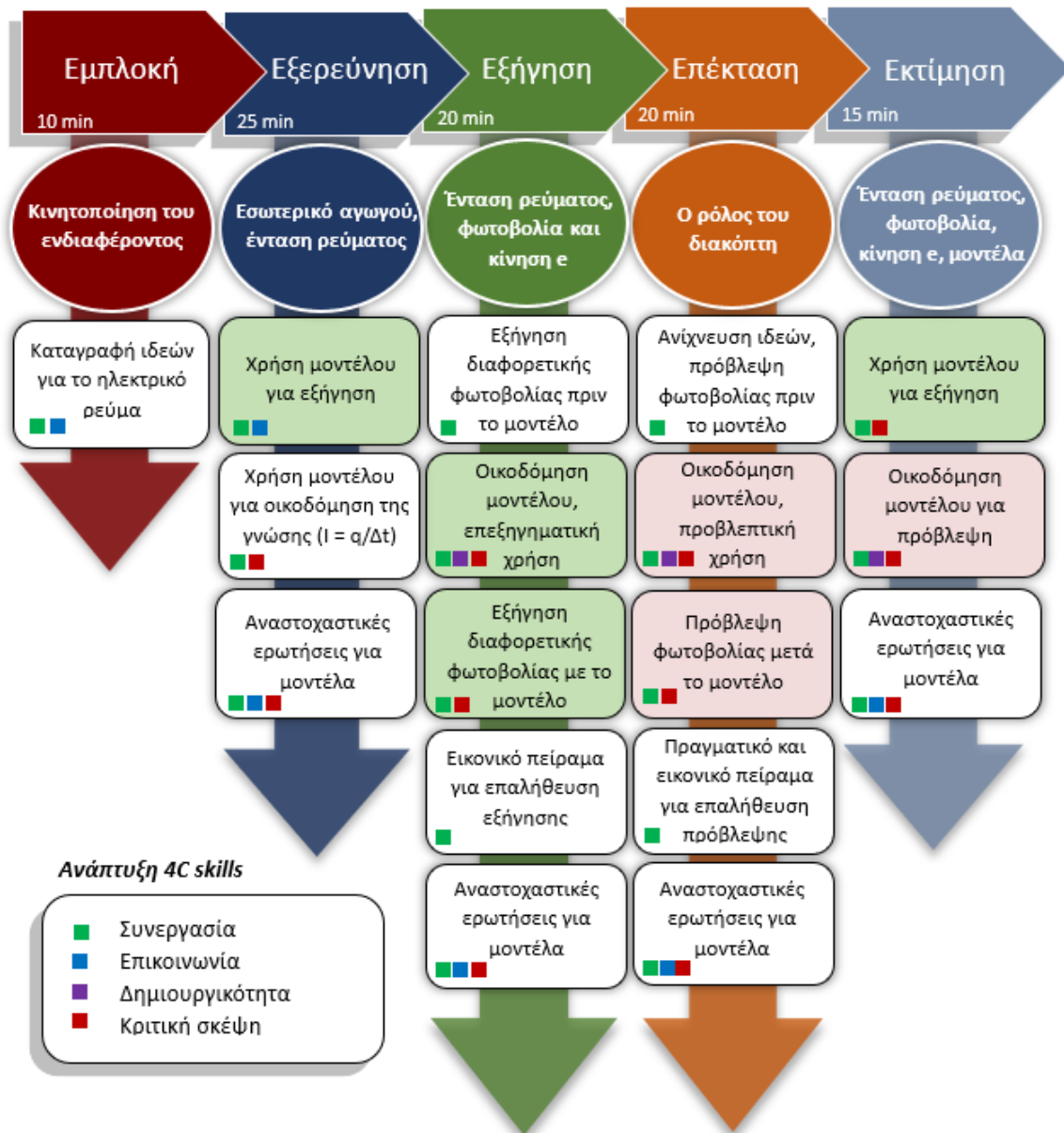


Σε ό,τι αφορά το γνωστικό πεδίο, η διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε με βάση τη χρήση εικόνων και προσομοιώσεων του εμπλουτισμένου σχολικού εγχειριδίου της Γ' Γυμνασίου, με στόχο την ενεργή εμπλοκή των μαθητών στη διερεύνηση φαινομένων που σχετίζονται με το ηλεκτρικό ρεύμα. Οι μαθητές καλούνται να αλληλεπιδράσουν με μοντέλα, να εκτελέσουν πραγματικά και εικονικά πειράματα, παρατηρώντας την κίνηση των ηλεκτρονίων στο εσωτερικό ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Κεντρικός άξονας του σχεδιασμού αποτέλεσε η αξιοποίηση των μοντέλων ως σκοπό, όπου επιδιώκεται οι μαθητές πέραν της κατανόησης του γνωστικού πεδίου να αποκτήσουν επίγνωση για τη φύση και λειτουργία των μοντέλων. Για το σκοπό αυτό ενσωματώθηκαν δραστηριότητες χρήσης μοντέλων για εξήγηση και πρόβλεψη καταστάσεων, μετασχηματισμού απλών εικόνων σε λειτουργικά μοντέλα προσθέτοντας στοιχεία σε αυτές και ενισχύοντας την επεξηγηματική τους χρήση, δραστηριότητες αξιολόγησης και αναθεώρησης μοντέλων που οι ίδιοι οικοδομούν, εμβαθύνοντας με τον τρόπο αυτό στην κατανόηση της έννοιας του μοντέλου. Επιπλέον, ο σχεδιασμός της παρέμβασης ενσωματώνει δραστηριότητες για την ανάπτυξη των μαθησιακών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Η διαδικασία οικοδόμησης μοντέλων από τους μαθητές μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη της δημιουργικότητάς τους, ενώ η ανάλυση και αξιολόγηση των μοντέλων από τους μαθητές είναι μια διαδικασία που απαιτεί αναστοχασμό και κριτική σκέψη. Η συνεργατική φύση των δραστηριοτήτων, μέσω της συμπλήρωσης του Φύλλου Εργασίας σε ομάδες και της παρουσίασης των μοντέλων των μαθητών στην ολομέλεια της τάξης ενισχύει τις δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας. Το διδακτικό μοντέλο 5E πλαισιώνει τους τρεις βασικούς άξονες της παρέμβασης: (α) τη γνωστική ανάπτυξη γύρω από το ηλεκτρικό ρεύμα, (β) την κατανόηση της φύσης και λειτουργίας των επιστημονικών μοντέλων, και (γ) την ενίσχυση των μαθησιακών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, οι οποίοι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

### Αποτελέσματα

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται συνοπτικά η δομή της διδακτικής παρέμβασης, στην οποία αξιοποιούνται τα μοντέλα του σχολικού βιβλίου για την εισαγωγή των μαθητών στην φύση του μοντέλου.

Σχήμα 2. Δομή της διδακτικής παρέμβασης



Στα κυκλικά πλαίσια αναγράφονται οι θεματικές ενότητες κάθε σταδίου. Τα πράσινα πλαίσια αντιπροσωπεύουν δραστηριότητες όπου πραγματοποιείται αξιοποίηση μοντέλων για εξήγηση, ενώ τα ροζ πλαίσια αφορούν δραστηριότητες χρήσης και οικοδόμησης μοντέλων για πρόβλεψη. Στο τέλος κάθε δραστηριότητας ενσωματώνονται μεταγνωστικές ερωτήσεις για την αξιολόγηση της επεξηγηματικής ή προβλεπτικής ικανότητας των μοντέλων, καθώς και για την κατανόηση της φύσης και λειτουργίας τους από τους μαθητές, με στόχο την εμπλοκή τους σε αναστοχαστικές δραστηριότητες. Τα φύλλα εργασίας συμπληρώνονται ομαδοσυνεργατικά και οι μαθητές καλούνται να παρουσιάζουν στο τέλος κάθε ενότητας τα μοντέλα που οικοδόμησαν, ενισχύοντας τις δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας. Οι μαθητές μέσα από την χρήση μοντέλων οικοδομούν τη γνώση ενισχύοντας την κριτική τους σκέψη, ενώ με την οικοδόμηση μοντέλων αναπτύσσουν τη δημιουργικότητά τους. Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των δραστηριοτήτων των σταδίων του μοντέλου 5E.

**Εμπλοκή: Κινητοποίηση του ενδιαφέροντος, ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας και επικοινωνίας**

Η διδακτική παρέμβαση ξεκινάει με την φάση της «Εμπλοκής» στην οποία οι μαθητές προσανατολίζονται και εισάγονται στο γνωστικό αντικείμενο, μέσω δραστηριότητας που στοχεύει στην ανίχνευση των ιδεών τους σχετικά με την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος. Οι

μαθητές εργαζόμενοι σε ομάδες, καλούνται να παρατηρήσουν δύο εικόνες διαφορετικών κυκλωμάτων και να εντοπίσουν τη διαφορά στη φωτεινότητα μεταξύ δύο λαμπτήρων, συσχετίζοντας την με την ένταση του ρεύματος. Στη συνέχεια, διατυπώνουν υποθέσεις σχετικά με τη συμπεριφορά κάθε κυκλώματος, καταγράφοντας και παρουσιάζοντας τις ιδέες τους στην τάξη. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα συμβάλλει στην ενίσχυση δεξιοτήτων συνεργασίας και επικοινωνίας των μαθητών μέσω της ομαδικής συμπλήρωσης του φύλλου εργασίας και της παρουσίασης των αποτελεσμάτων στην τάξη. Επιπλέον, λειτουργεί ως εισαγωγή και προσανατολισμό στο θέμα που διερευνάται στη συνέχεια της παρέμβασης.

**Εξερεύνηση: Το εσωτερικό ενός αγωγού, χρήση μοντέλων για οικοδόμηση της γνώσης**

Στη συνέχεια, στη φάση της «Εξερεύνησης» του μοντέλου 5E, οι μαθητές διερευνούν τα χαρακτηριστικά μοντέλων του σχολικού εγχειριδίου, όπως εικόνες και προσομοιώσεις, και τα χρησιμοποιούν για να οικοδομήσουν την έννοια της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, συμμετέχοντας ενεργά σε διερευνητικές δραστηριότητες μοντελοποίησης. Συγκεκριμένα, στην πρώτη δραστηριότητα, οι μαθητές καλούνται να μελετήσουν μια εικόνα-μοντέλο του σχολικού εγχειριδίου που παρουσιάζεται στην Εικόνα 1 και οπτικοποιεί την κίνηση των ηλεκτρονίων μέσα σε έναν αγωγό, τυχαία ή προσανατολισμένη, ανάλογα με την απουσία ή παρουσία ηλεκτρικού πεδίου. Οι μαθητές παρακινούνται να εντοπίσουν την προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρονίων στην περίπτωση εφαρμογής ηλεκτρικού πεδίου σε έναν αγωγό, ορίζοντας στη συνέχεια το ηλεκτρικό ρεύμα.

**Εικόνα 1.** Απόσπασμα Φύλλου Εργασίας: ανάλυση εικόνας-μοντέλου σχολικού εγχειριδίου, χρήση μοντέλου για εξήγηση



**Δραστηριότητα 1<sup>η</sup> – Το εσωτερικό ενός αγωγού**

Πως πιστεύετε ότι κινούνται τα ηλεκτρόνια στο εσωτερικό ενός αγωγού;

Παρατηρήστε την εικόνα που ακολουθεί στη συνέχεια.

- ✚ Τι αντιπροσωπεύουν οι κόκκινες κουκίδες;.....
- .....
- ✚ Τι αντιπροσωπεύουν οι άσπρες κουκίδες;.....
- .....
- ✚ Τι υποδεικνύουν οι “ουρές” στις άσπρες κουκίδες;.....
- .....
- ✚ Μπορείτε να εντοπίσετε κάποια διαφορά στο εσωτερικό του αγωγού ανάμεσα στις δύο περιπτώσεις που φαίνονται στην εικόνα;.....
- .....
- .....
- .....



**Παρουσίαση στην τάξη**

Συζητήστε με τα μέλη της ομάδας σας και παρουσιάστε στους συμμαθητές σας τις απόψεις σας για τα παρακάτω:

Ποιο συμπέρασμα βγάζετε σχετικά με την κίνηση των ηλεκτρονίων όταν στα άκρα του αγωγού εφαρμόζεται ηλεκτρικό πεδίο; **Πώς ορίζεται το ηλεκτρικό ρεύμα;**.....

.....

Η δεύτερη δραστηριότητα επικεντρώνεται στην οικοδόμηση της έννοιας της έντασης του ρεύματος και της σχέσης από την οποία δίνεται μέσω της προσομοίωσης “Ένταση Ηλεκτρικού Ρεύματος”<sup>1</sup>. Το συγκεκριμένο μοντέλο οπτικοποιεί την κίνηση των ηλεκτρονίων στο εσωτερικό ενός αγωγού, ενώ ταυτόχρονα αναγράφεται ο αριθμός των ηλεκτρονίων που διέρχονται από μια διατομή του αγωγού μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Μετρώντας τον αριθμό των ηλεκτρονίων που περνούν μέσα από τον αγωγό σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, οι μαθητές

<sup>1</sup> <http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-1682>

μπορούν να οικοδομήσουν τη σχέση  $I=q/dt$ , η οποία ορίζει την ένταση του ρεύματος. Στη συνέχεια, οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε αναστοχαστικές ερωτήσεις που αφορούν τόσο το ηλεκτρικό ρεύμα, όσο και την φύση και λειτουργία των μοντέλων, καθώς και να εντοπίσουν στοιχεία της προσομοίωσης που συνέβαλλαν στην κατανόηση της έντασης του ρεύματος, ενισχύοντας την κριτική τους σκέψη. Συγκρίνοντας τα δύο μοντέλα (εικόνα και προσομοίωση), οι μαθητές αξιολογούν την επεξηγηματική τους ικανότητα. Συμπληρώνοντας το φύλλο εργασίας ομαδοσυνεργατικά και παρουσιάζοντας τις ιδέες τους στην τάξη, καθοδηγούνται προς τον ορισμό της έννοιας του μοντέλου, αναπτύσσοντας παράλληλα δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας.

### **Εξήγηση: Ορισμός μοντέλου, φωτεινότητα και κίνηση ηλεκτρονίων, οικοδόμηση μοντέλου για εξήγηση**

Στη φάση της «Εξήγησης» οι μαθητές παρακινούνται να οικοδομήσουν μοντέλα για την εξήγηση και πρόβλεψη καταστάσεων στα ηλεκτρικά κυκλώματα, συμμετέχοντας σε εκφραστικές δραστηριότητες μοντελοποίησης, οικοδομώντας οι ίδιοι μοντέλα για να εξηγήσουν τη διαφορετική φωτεινότητα μεταξύ δύο λαμπτήρων. Συγκεκριμένα, στο φύλλο εργασίας παρουσιάζονται δύο εικόνες και ζητείται από τους μαθητές να αιτιολογήσουν εάν αποτελούν μοντέλα ή όχι, επιχειρώντας να εξηγήσουν τη διαφορά στη φωτεινότητα των λαμπτήρων που απεικονίζονται. Οι δύο εικόνες δεν αντιπροσωπεύουν μοντέλα, καθώς απλώς παρουσιάζουν τη διαφορετική φωτεινότητα των λαμπτήρων χωρίς να οπτικοποιούν την κίνηση των ηλεκτρονίων στο εσωτερικό κάθε κυκλώματος. Συναφώς, σε συνεργασία με τους συμμαθητές τους, οι μαθητές καλούνται να προσθέσουν επιπλέον στοιχεία στις εικόνες, μετατρέποντάς τις σε μοντέλα και βελτιώνοντας την επεξηγηματική τους ισχύ. Ενθαρρύνονται να αναπαραστήσουν την κίνηση των ηλεκτρονίων χρησιμοποιώντας βέλη ή κουκκίδες, υποδεικνύοντας την μεταβολή της ταχύτητάς τους ανάλογα με τη φωτεινότητα κάθε λαμπτήρα. Μέσω αυτής της διαδικασίας, οι μαθητές συσχετίζουν την ταχύτητα των ηλεκτρονίων με την ένταση του ρεύματος και χρησιμοποιούν τα μοντέλα τους για να εξηγήσουν τις διαφορές στη φωτεινότητα των λαμπτήρων. Με τη μετατροπή μιας απλής εικόνας σε εικόνα-μοντέλο, ενισχύεται η κατανόηση της φύσης των μοντέλων από τους μαθητές, καθώς αντιλαμβάνονται ότι πρέπει να συμπεριλάβουν το μικροσκοπικό επίπεδο, δηλαδή το ερμηνευτικό πλαίσιο, για να ενισχύσουν την επεξηγηματική της ισχύ, ενώ παράλληλα καλλιεργείται η δημιουργικότητά τους.

Για να ελέγξουν την ερμηνευτική ισχύ των μοντέλων τους, οι μαθητές αλληλεπιδρούν με την εικονική προσομοίωση "Circuit Construction Kit: DC – PhET"<sup>2</sup>, με την οποία κατασκευάζουν ένα κύκλωμα και παρατηρούν την κίνηση των ηλεκτρονίων μέσα σε αυτό. Οι μαθητές απαντώντας σε ερωτήσεις του φύλλου εργασίας καθοδηγούνται στην αξιολόγηση και αναθεώρηση των αρχικών τους μοντέλων. Η διαδικασία αυτή ενισχύει την κατανόηση της έννοιας του μοντέλου και της δυνατότητας αλλαγής του, ενώ ταυτόχρονα οξύνει την κριτική τους σκέψη, καθώς οι μαθητές πρέπει να αναλύσουν, να συγκρίνουν, να διατυπώσουν τις απόψεις τους, να προτείνουν εναλλακτικές λύσεις και να καταλήξουν στα στοιχεία που δεν συμβάλλουν σε σωστά συμπεράσματα. Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των σχεδιασμένων μοντέλων από κάθε ομάδα στην τάξη, ενισχύοντας τις δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας των μαθητών, ενώ παράλληλα διευκολύνεται η κατανόησή τους σχετικά με την έννοια του μοντέλου.

### **Επέκταση: Ο ρόλος του διακόπτη, οικοδόμηση μοντέλου για πρόβλεψη**


Η φάση της «Επέκτασης» περιλαμβάνει οικοδόμηση μοντέλων από τους μαθητές για την πρόβλεψη του ρόλου του διακόπτη στο κύκλωμα. Έχοντας κατασκευάσει μοντέλα για την εξήγηση φαινομένων στα προηγούμενα στάδια, οι μαθητές προχωρούν στην κατασκευή μοντέλων με σκοπό την πρόβλεψη καταστάσεων, εστιάζοντας στο ρόλο του διακόπτη σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Μέσα από συζήτηση, οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν την επίδραση του κλεισίματος ή του ανοίγματος του διακόπτη στη φωτεινότητα ενός λαμπτήρα στο

<sup>2</sup> <https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc>

κύκλωμα. Αφού καταγράψουν τις προβλέψεις τους, ενθαρρύνονται να σχεδιάσουν τα δικά τους μοντέλα για να αναπαραστήσουν την κίνηση των ηλεκτρονίων στις δύο περιπτώσεις. Στη συνέχεια, τους ζητείται να αναθεωρήσουν τις αρχικές τους προβλέψεις, αξιοποιώντας τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα μοντέλα που δημιούργησαν. Αυτή η δραστηριότητα αναδεικνύει τη χρήση των μοντέλων για πρόβλεψη, διευρύνοντας την κατανόηση των μαθητών σχετικά με τον ρόλο τους, ενώ παράλληλα καλλιεργεί τη δημιουργικότητά τους μέσω της διαδικασίας κατασκευής μοντέλων.

Για να ελέγξουν την εγκυρότητα των προβλέψεών τους, οι μαθητές πραγματοποιούν δύο πειράματα: ένα με ένα φυσικό κύκλωμα και ένα με την εικονική προσομοίωση “Circuit Construction Kit: DC – PhET”<sup>3</sup>. Μέσα από αυτά τα πειράματα, μπορούν να παρατηρήσουν τη φωτεινότητα του λαμπτήρα και την κίνηση των ηλεκτρονίων υπό διαφορετικές συνθήκες. Όπως φαίνεται στο απόσπασμα του φύλλου εργασίας στην Εικόνα 2, οι μαθητές καθοδηγούνται στην αξιολόγηση της ακρίβειας και της ερμηνευτικής ικανότητας των μοντέλων τους και, αν χρειαστεί, τα αναθεωρούν. Με αυτόν τον τρόπο, ενισχύονται οι δεξιότητες κριτικής σκέψης τους. Η δραστηριότητα ολοκληρώνεται με ομαδικές παρουσιάσεις, όπου οι μαθητές μοιράζονται και συγκρίνουν τα μοντέλα τους με εκείνα των συμμαθητών τους, προάγοντας τη συνεργατική μάθηση και αναπτύσσοντας δεξιότητες επικοινωνίας.

**Εικόνα 2.** Παρουσίαση μοντέλων: αξιολόγηση και αναθεώρηση των μοντέλων που οικοδομούνται

**Παρουσίαση στην τάξη** 

Καταφέρατε με τα μοντέλα που σχεδιάσατε να εξηγήσετε τη διαφορετική φωτοβολία κάθε λάμπας;.....

Ποια είναι τα στοιχεία των μοντέλων που σας βοήθησαν;.....

.....

Παρουσιάστε τις ιδέες και τα μοντέλα που δημιουργήσατε με την ομάδα σας στην τάξη. Συγκρίνετε τα σχέδιά σας με εκείνα των συμμαθητών σας.

### **Εκτίμηση: Αναστοχασμός για το ηλεκτρικό ρεύμα και τα μοντέλα**

Στη φάση της «Εκτίμησης» οι μαθητές καλούνται να αξιολογήσουν τις γνώσεις που απέκτησαν, τόσο στον γνωστικό τομέα του ηλεκτρικού ρεύματος όσο και στην έννοια και τη λειτουργία των μοντέλων ως εργαλείων για την εξήγηση και την πρόβλεψη φαινομένων. Η αξιολόγηση πραγματοποιείται μέσω δύο ασκήσεων στο φύλλο εργασίας. Στην πρώτη άσκηση, ζητείται από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν την εικόνα-μοντέλο, προκειμένου να εξηγήσουν τη διαφορά στη φωτεινότητα μεταξύ δύο λαμπτήρων. Αυτή η δραστηριότητα προϋποθέτει να αλληλεπιδράσουν κριτικά με το μοντέλο, να αξιολογήσουν την ερμηνευτική του ισχύ και να προτείνουν βελτιώσεις, ενισχύοντας έτσι τις δεξιότητες κριτικής σκέψης τους. Η δεύτερη άσκηση περιλαμβάνει ένα πιο σύνθετο κύκλωμα με δύο λαμπτήρες και δύο διακόπτες. Οι μαθητές, σε ομάδες, καλούνται να προβλέψουν τη φωτεινότητα κάθε λαμπτήρα με βάση τις συγκεκριμένες θέσεις των διακοπών και να μετατρέψουν την παρεχόμενη εικόνα σε μοντέλο, αξιοποιώντας τη δημιουργικότητά τους, για να οπτικοποιήσουν την κίνηση των ηλεκτρονίων και να εξηγήσουν τη συμπεριφορά του συστήματος.

Για την ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών σχετικά με τη φύση των μοντέλων, το φύλλο εργασίας ολοκληρώνεται με μεταγνωστικές ερωτήσεις. Αυτές οι ερωτήσεις καλούν τους μαθητές να αναλογιστούν πώς χρησιμοποίησαν τα μοντέλα καθ' όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας και να αξιολογήσουν τη σημασία τους ως εργαλεία για ερμηνεία και πρόβλεψη. Οι απαντήσεις αναπτύσσονται συνεργατικά σε κάθε ομάδα και στη συνέχεια παρουσιάζονται στην τάξη, ενθαρρύνοντας μια συλλογική συζήτηση που ενισχύει τις επικοινωνιακές δεξιότητες των μαθητών και εδραιώνει τη μαθησιακή τους εμπειρία. Στην Εικόνα 3 φαίνεται απόσπασμα αναστοχαστικών ερωτήσεων από το φύλλο εργασίας.

<sup>3</sup> <https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc>

### Εικόνα 3. Αναστοχαστικές ερωτήσεις εξοικείωσης με τη φύση και τη λειτουργία των μοντέλων



#### Αναστοχασμός για μοντέλα

Στην ενότητα αυτή οικοδομήσατε και χρησιμοποιήσατε μοντέλα για να εξηγήσετε και να προβλέψετε τη φωτοβολία της λάμπας σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, καθώς και την κίνηση των ηλεκτρονίων στο εσωτερικό του.

Συζητήστε στην ομάδα σας τα ακόλουθα ερωτήματα και παρουσιάστε τις απόψεις σας στην τάξη:

Πιστεύετε ότι τα μοντέλα εστιάζουν στην ακριβή αναπαράσταση του φαινομένου ή στον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το φαινόμενο;.....

.....

Κατά τη γνώμη σας μπορεί ένα μοντέλο να αλλάξει; Αιτιολογήστε.

.....

.....

.....

#### Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η σχεδίαση και η ανάπτυξη διδακτικής παρέμβασης που αξιοποιεί τα μοντέλα του σχολικού εγχειριδίου, με στόχο την εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες μοντελοποίησης για την κατανόηση της έννοιας του ηλεκτρικού ρεύματος, την εξοικείωσή τους με την φύση του μοντέλου και με όψεις επιστημονικών πρακτικών και την ανάπτυξη μαθησιακών δεξιοτήτων 21<sup>ου</sup> αιώνα. Τα φύλλα εργασίας σχεδιάστηκαν με το μοντέλο 5E και προωθούν δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας, ενώ με την εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες οικοδόμησης και αναθεώρησης των μοντέλων μπορεί να ενισχυθεί η δημιουργικότητα και η κριτική τους σκέψη. Οι μεταγνωστικές δραστηριότητες για τα μοντέλα στοχεύουν στην ενίσχυση της κατανόησης της φύσης των μοντέλων.

#### Βιβλιογραφία

- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. [https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs\\_5e\\_full\\_report.pdf](https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs_5e_full_report.pdf)
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. Στο J.K. Gilbert, C.J. Boulter (Επιμ.) *Developing Models in Science Education*, 3–17. Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1_1)
- Gobert, J. D., & Buckley, C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891–894. <https://doi.org/10.1080/095006900416839>
- Manou, L., Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E., & Kariotoglou, P. (2019). Content transformation for experimental teaching nanoscale science and engineering to primary teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1076, 012006. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1076/1/012006>
- Mellar, H., & Bliss, J. (1994). Introduction: Modelling and Education. Στο H. Mellar, R. Boohan, J. Bliss, J. Ogborn, C. Tompsett, (Επιμ.), *Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum*. The Falmer Press. <https://doi.org/10.4324/9781315043081>
- Partnership for 21st Century Skills [P21]. (2009). P21 framework definitions. Ανακτήθηκε στις 26/10/24, από: [https://www.battelleforkids.org/wp-content/uploads/2023/11/P21\\_Framework\\_DefinitionsBFK.pdf](https://www.battelleforkids.org/wp-content/uploads/2023/11/P21_Framework_DefinitionsBFK.pdf)
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141–1153 <https://doi.org/10.1080/095006999290110>