ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Ανάπτυξη διδακτικής παρέμβασης για την εισαγωγή μαθητών στις καταστάσεις διαβροχής και στη μοντελοποίηση

Ευθυμία Αρβανίτου, Ελένη Πετρίδου

doi: 10.12681/codiste.6931

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 08/12/2025 05:56:38

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΣΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Ευθυμία Αρβανίτου[1], Ελένη Πετρίδου[2]

[1]ΠΜΣ «Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία», [2]ΕΔΙΠ, Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

efarvanit@physics.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και των εφαρμογών της αναδεικνύει την ανάγκη ανάπτυξης του επιστημονικού εγγραμματισμού ως έναν από τους κύριους στόχους της εκπαίδευσης. Η παρούσα εργασία αποτελεί μία διδακτική πρόταση ένταξης στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση σύγχρονων θεμάτων Φυσικής, όπως είναι οι καταστάσεις διαβροχής με την ταυτόχρονη εξοικείωση των μαθητών με στοιχεία επιστημονικής μεθοδολογίας, όπως είναι η οικοδόμηση και χρήση μοντέλων. Περιγράφεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μιας διδακτικής παρέμβασης στην οποία προωθούνται τα μοντέλα ως εργαλεία για ερμηνεία και πρόβλεψη φαινομένων διαβροχής από τους μαθητές.

Λέξεις κλειδιά: διαβροχή, μοντελοποίηση, εκπαίδευση

DEVELOPMENT OF A TEACHING-LEARNING INTERVENTION TO INTRODUCE STUDENTS TO WETTING STATES AND MODELING

Efthymia Arvanitou[1], Eleni Petridou[2]

[1]PGS "Didactics of Physics and Educational Technology", [2]Laboratory Teaching Staff, Laboratory of Didactics of Physics and Educational Technology, School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

efarvanit@physics.auth.gr

ABSTRACT

The evolution of technology and its applications highlights the need for scientific literacy development as one of education's main objectives. This paper is a didactic proposal for the introduction in Secondary Education of modern physics subjects, such as wetting states, while familiarizing students with elements of scientific methodology, such as constructing and using models. The design and development of a teaching intervention in which models are promoted as tools for students to interpret and predict wetting phenomena is described.

Keywords: wetting, modeling, education

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και των εφαρμογών της, καθώς και της επιστημονικής γνώσης με συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς αναδεικνύει την ανάγκη για επιστημονικά ενημερωμένους πολίτες. Η εκπαίδευση θέτοντας νέους σκοπούς και στόχους μπορεί να συμβάλει καθοριστικά σ' αυτό. Έτσι, ένας από τους βασικούς άξονες προσανατολισμού των νέων Προγραμμάτων Σπουδών του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ, n.d.) είναι η προώθηση του επιστημονικού εγγραμματισμού με την εισαγωγή των μαθητών σε σύγχρονα θέματα Φυσικής και Τεχνολογίας και την εξοικείωσή τους με στοιχεία επιστημονικής μεθοδολογίας και αναστοχαστικές διεργασίες.

Η διαβροχή είναι ένα θέμα Τεχνολογίας που αφορά την αλληλεπίδραση ενός υγρού με μια στέρεη επιφάνεια, και ποσοτικοποιείται με τη γωνία επαφής. Ως γωνία επαφής ορίζεται η γωνία που σχηματίζει η εφαπτόμενη στο σημείο επαφής της σταγόνας του υγρού με την επιφάνεια. Ανάλογα με τη γωνία επαφής, μια επιφάνεια χαρακτηρίζεται ως υδρόφιλη ($\theta<90°$), υδρόφοβη ($\theta>90°$) ή υπέρ-υδρόφοβη ($\theta>150°$). Η γωνία επαφής εξαρτάται από την τραχύτητα της επιφάνειας (σε μικρό-και νάνο-επίπεδο), το μέγεθος της σταγόνας και την επιφανειακή τάση του υγρού. Για την περιγραφή και ερμηνεία των καταστάσεων διαβροχής είναι απαραίτητη η χρήση επιστημονικών μοντέλων, όπως του Young για λείες επιφάνειες και του Wenzel ή των Cassie-Baxter για τραχιές (Bhushan, 2016).

Τα επιστημονικά μοντέλα είναι αναπαραστάσεις ιδεών, θεωριών και διαδικασιών (Gilbert & Boutler, 1998), ενώ αποτελούν πολύτιμα εργαλεία για την κατανόηση αφηρημένων, δύσκολων εννοιών, καθώς και για την ερμηνεία και πρόβλεψη φαινομένων (Harrison & Treagust, 2000). Διαδραματίζουν θεμελιώδη ρόλο στη μεθοδολογία της επιστήμης (Ogborn & Martins, 1996) και αποτελούν πηγή υποθέσεων οι οποίες ελέγχονται μέσα από το πείραμα (van Driel & Verloop, 1999). Οι δραστηριότητες μοντελοποίησης περιλαμβάνουν όλα τα βήματα που ακολουθούνται προκειμένου να διερευνηθεί ένα φαινόμενο με τη χρήση μοντέλων. Οι Mellar και Bliss (1994) διαχωρίζουν τις δραστηριότητες μοντελοποίησης σε «διερευνητικές» («exploratory») και «εκφραστικές» («expressive»). Οι «διερευνητικές» δραστηριότητες παρακινούν το μαθητευόμενο να αλληλοεπιδράσει με έτοιμα μοντέλα, κατασκευασμένα από άλλους, με στόχο να συγκρίνει και να αντιπαραθέσει τις δικές του ιδέες με τις ιδέες που εμπεριέχονται στα μοντέλα. Οι «εκφραστικές» δραστηριότητες, από την άλλη πλευρά, περιλαμβάνουν οικοδόμηση του μοντέλου από τον ίδιο το μαθητευόμενο και στη συνέχεια αξιολόγησή του με σύγκριση του μοντέλου με τα αποτελέσματα του πειράματος. Παρόμοια διάκριση των μοντέλων ανάλογα με τον τρόπο ένταξής τους στη διδασκαλία προτείνουν και οι Smyrnaiou & Dimitrakopoulou (2007) σύμφωνα με τις οποίες στο "learning from models" οι μαθητές χρησιμοποιούν έτοιμα μοντέλα προκειμένου να διερευνήσουν το φυσικό φαινόμενο, ενώ στο "learning by models" οι ίδιοι οι μαθητές οικοδομούν τα μοντέλα που θα τους βοηθήσουν να μελετήσουν το φαινόμενο. Η οικοδόμηση ενός μοντέλου παρέχει τον τρόπο να εκφραστούν αφηρημένες ιδέες, ενισχύοντας την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης και την εφαρμογή της επιστημονικής έρευνας (Oh & Oh, 2010). Στις παραδοσιακές διδασκαλίες οι μαθητές χρησιμοποιούν τα μοντέλα χωρίς να κατανοούν ότι είναι εργαλεία που τους βοηθούν να εξηγήσουν τα φαινόμενα, ενώ δεν γίνεται συζήτηση για τη φύση και την λειτουργία τους (Gilbert, 1991). Μία διδασκαλία μπορεί να χρησιμοποιεί τα μοντέλα αποκλειστικά για την κατανόηση του γνωστικού περιεχομένου ή να είναι έτσι σχεδιασμένη, ώστε να στοχεύει επιπλέον και στην μάθηση για τα μοντέλα (metamodeling knowledge) (Schwarz & White, 2005). Οι αναστοχαστικές και μεταγνωστικές διαδικασίες επί των δραστηριοτήτων μοντελοποίησης στις οποίες ενεπλάκησαν οι μαθητευόμενοι μπορούν να ενισχύσουν σημαντικά μία διδασκαλία που στοχεύει στη μάθηση της φύσης και της λειτουργίας των μοντέλων (Schwarz et al., 2009˙ Πετρίδου, 2008). Οι Treagust et al. (2002) τονίζουν, επίσης, τον εποικοδομητικό ρόλο των μοντέλων στη μαθησιακή διαδικασία μέσω της διαδικασίας για την εσωτερίκευση μιας ιδέας ή έννοιας, την ανακατασκευή της, και την εξωτερίκευσή της, εξηγώντας την σε άλλους.

Έρευνες δείχνουν ότι οι μαθητές κατανοούν τη δυνατότητα αλλαγής και χρήσης των μοντέλων για την περιγραφή φαινομένων, αλλά δυσκολεύονται να αντιληφθούν την προβλεπτική ικανότητά τους και τον ρόλο τους στον έλεγχο υποθέσεων (Grosslight et al., 1991˙ Treagust et al., 2002˙ Πετρίδου και Ψύλλος, 2008). Οι Grosslight et al. (1991) επισημαίνουν την αντίληψη των μαθητών ότι τα μοντέλα αποτελούν πιστές αναπαραγωγές συγκεκριμένων οντοτήτων, και όχι αναπαραστάσεις ιδεών ή αφηρημένων οντοτήτων. Επίσης, οι μαθητές πιστεύουν ότι τα μοντέλα αλλάζουν όταν προστίθενται νέες πληροφορίες ή όταν κάποιο μέρος του μοντέλου δεν λειτουργεί καλά, σε αντίθεση με τους ειδικούς που θεωρούν την αλλαγή των μοντέλων ως αναπόφευκτη στη διαδικασία κατανόησης ενός φαινομένου.

Το Μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (MER) είναι ένα πλαίσιο σχεδιασμένο για την ενίσχυση της επιστημονικής εκπαίδευσης και της έρευνας, εστιάζοντας στην ευθυγράμμιση του επιστημονικού περιεχομένου με τις μαθησιακές ανάγκες των μαθητών (Duit et al., 2012˙ Niebert & Gropengiesser, 2013). Εστιάζει στην αποσαφήνιση του επιστημονικού περιεχομένου, στη διερεύνηση των μαθητικών και εκπαιδευτικών προοπτικών και στο μετασχηματισμό του περιεχομένου για να γίνει κατανοητό από τους μαθητές. Το πλαίσιο συμβάλλει στη βελτίωση της διδασκαλίας και των μαθησιακών αποτελεσμάτων μέσω της ενσωμάτωσης της εμπειρικής έρευνας στην ανάπτυξη μαθησιακών πόρων και της αντιμετώπισης τόσο των ζητημάτων των φυσικών επιστημών όσο και των μαθησιακών αναγκών των μαθητών (Duit et al., 2012˙ Niebert & Gropengiesser, 2013). Με μια ολιστική προσέγγιση, το MER βελτιώνει την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες ευθυγραμμίζοντας τις εκπαιδευτικές πρακτικές με την κατανόηση και τις ανάγκες των μαθητών (Niebert & Gropengiesser, 2013).

Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάζεται η σχεδίαση και η ανάπτυξη μιας διδακτικής παρέμβασης για την ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με την εισαγωγή τους σε σύγχρονα θέματα Φυσικής, όπως οι καταστάσεις διαβροχής και την εξοικείωσή τους σε όψεις επιστημονικής μεθοδολογίας, όπως είναι τα μοντέλα και οι δραστηριότητες μοντελοποίησης. Στόχος της εργασίας είναι η ανάδειξη των μοντέλων ως εργαλεία για την ερμηνεία και πρόβλεψη φαινομένων διαβροχής. Το ερευνητικό ερώτημα είναι: Πώς μπορούν να ενταχθούν τα μοντέλα σε μία διδακτική παρέμβαση για την εισαγωγή των μαθητών στην έννοια του μοντέλου και στην χρήση του ως εργαλείο για εξήγηση και πρόβλεψη φαινομένων διαβροχής;

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Διδακτικός μετασχηματισμός και σχεδιαστικές αρχές παρέμβασης

Η σχεδίαση της παρέμβασης καθοδηγήθηκε από το Μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (MER), σύμφωνα με το οποίο το επιστημονικό περιεχόμενο αποσαφηνίστηκε, αναλύθηκε και επαναοικοδομήθηκε προκειμένου να μετασχηματιστεί διδακτικά σε σχολική γνώση. Λαμβάνοντας υπόψιν τις αντιλήψεις των μαθητών για τη διαβροχή και τα μοντέλα (ενδεικτικά: Πετρίδου, 2008˙ Kubisch & Heyne, 2020˙ Stevens et al., 2009) και προσμετρώντας το προφίλ των μαθητών και το μαθησιακό περιβάλλον της υλοποίησης της παρέμβασης, πραγματοποιήθηκε ο διδακτικός μετασχηματισμός, όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Οι βασικές όψεις του φαινομένου που επιλέχθηκαν για μετασχηματισμό είναι οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαβροχή: η επιφανειακή τάση με διατήρηση της αναφοράς στους επιφανειοδραστικούς παράγοντες, η τραχύτητα επιφανειών, οι οποίες διακρίνονται σε λείες και τραχιές και το μέγεθος της σταγόνας. Το φαινόμενο ορίστηκε ως η αλληλεπίδραση ενός υγρού με ένα στερεό και ως γωνία επαφής, η γωνία ανάμεσα στη σταγόνα και τη στερεά επιφάνεια. Το βασικό στοιχείο του διδακτικού μετασχηματισμού είναι η μοντελοποίηση των καταστάσεων διαβροχής. Τα μοντέλα προσφέρονται για τη διερεύνηση των καταστάσεων διαβροχής, ως φαινόμενο που δεν εξηγείται με όρους του μακρόκοσμου. Επίσης, οι καταστάσεις διαβροχής ενδείκνυνται για

την οικοδόμηση μοντέλων από τους μαθητές, με αποτέλεσμα την ομαλή εισαγωγή τόσο του επιστημονικού περιεχομένου όσο και των δραστηριοτήτων μοντελοποίησης.

Σχήμα 1: Ο διδακτικός μετασχηματισμός του επιστημονικού περιεχομένου

Μελέτη του φαινομένου της διαβροχής με μοντελοποίηση έχουν επιλέξει κι άλλες έρευνες (Πέικος, 2022˙ Mandrikas et al., 2020). Σε αυτή την εργασία το φαινόμενο μοντελοποιείται χρησιμοποιώντας τουβλάκια τύπου lego για την αναπαράσταση των δομικών λίθων της επιφάνειας και διάφορα μπαλόνια με νερό για την αναπαράσταση των σταγόνων του υγρού (Αρβανίτου κ.ά., 2022˙ Arvanitou et al., 2023). Στις σχεδιαστικές αρχές της παρέμβασης συμπεριλήφθηκαν εκφραστικές δραστηριότητες μοντελοποίησης, με στόχο οι μαθητές να κατασκευάσουν τα μοντέλα που θα χρησιμοποιήσουν για την εξήγηση και την πρόβλεψη του φαινομένου και μέσα από μεταγνωστικές ερωτήσεις και αναστοχαστικές συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης να μάθουν για τα μοντέλα και την μοντελοποίηση. Το σχήμα 2 συγκεντρώνει τις σχεδιαστικές αρχές της παρέμβασης.

Σχήμα 2: Οι σχεδιαστικές αρχές της παρέμβασης για τη διαβροχή και τα μοντέλα

Η παρατήρηση των φαινομένων διαβροχής πραγματοποιείται μέσω πειραματικών δραστηριοτήτων με καθημερινά υλικά, και οι μαθητές, μέσω ειδικά σχεδιασμένων φύλλων εργασίας, καλούνται να συνδέσουν τα

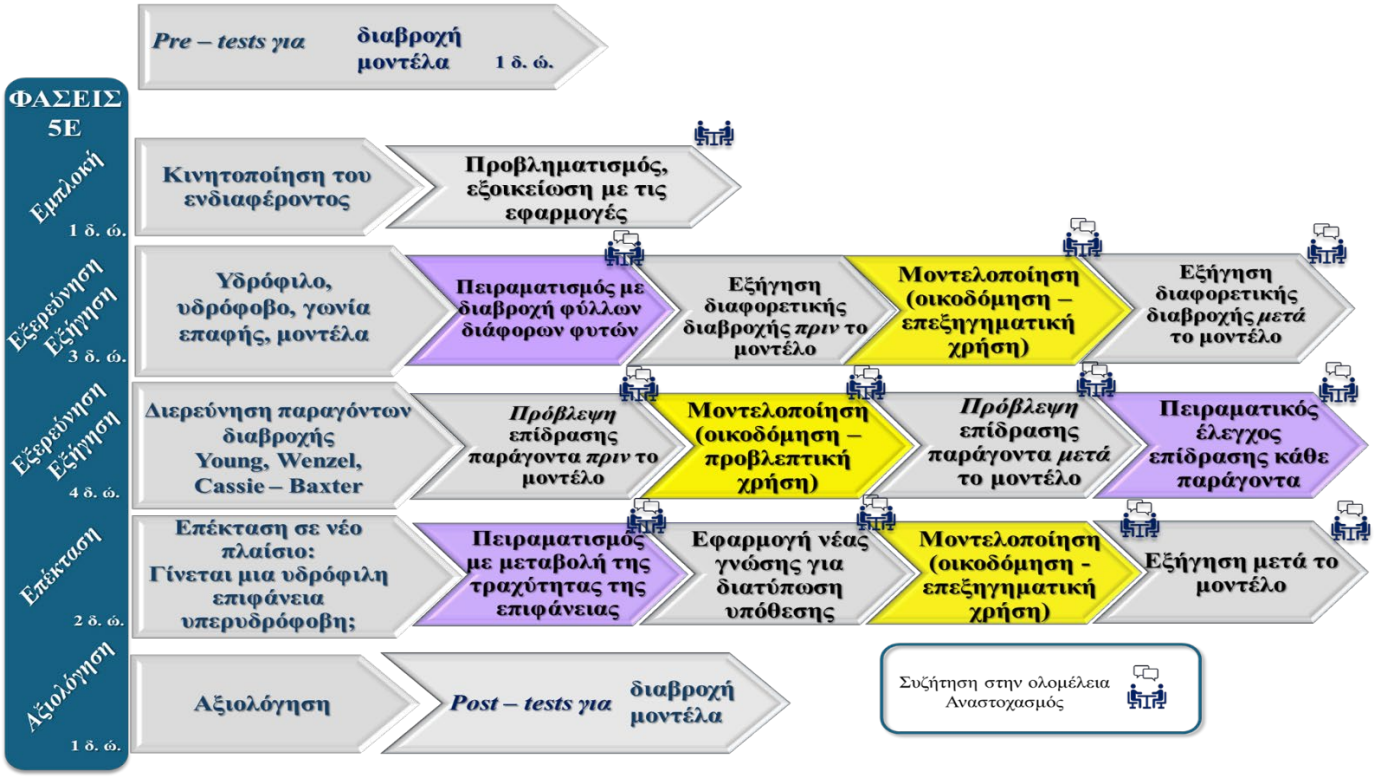
στοιχεία του μοντέλου με τα αντίστοιχα του φαινομένου. Επιλέχθηκε ρητή αναφορά στα στοιχεία των μοντέλων (φύση, λειτουργία για πρόβλεψη και εξήγηση και η πιστότητα αναπαράστασης), προκειμένου να ενισχυθεί η κατανόηση της φύσης των μοντέλων (Gobert et al., 2011).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η Διδακτική Παρέμβαση

Η διδακτική παρέμβαση ακολουθεί τη δομή του μοντέλου 5E (Bybee et al., 2006), με πέντε διδακτικές ενότητες οι οποίες εντάσσονται στα ισάριθμα στάδια του μοντέλου, ενώ χαρακτηρίζεται από επάλληλους κύκλους πειραματισμού – μοντελοποίησης, η αλληλουχία των οποίων εξαρτάται από τη χρήση του μοντέλου. Για την ανάδειξη της επεξηγηματικής χρήσης του μοντέλου, προηγείται η πειραματική διαδικασία και ακολουθεί η οικοδόμηση και χρήση του μοντέλου για την εξήγηση του φαινομένου. Αντιθέτως, για την ανάδειξη της προβλεπτικής χρήσης του μοντέλου, πρώτα οικοδομείται το μοντέλο και στη συνέχεια διεξάγεται το πείραμα για την αξιολόγηση της προβλεπτικής του ικανότητας (Πετρίδου, 2008). Στο σχήμα 3 φαίνεται η δομή της διδακτικής παρέμβασης με τις φάσεις 5E και την αλληλουχία μοντέλου – πειράματος.

Σχήμα 3: Η δομή της διδακτικής παρέμβασης



Στην πρώτη ενότητα, που αντιστοιχεί στην φάση της Εμπλοκής (Engage), οι μαθητές εισάγονται στο φαινόμενο της διαβροχής και εξοικειώνονται με τη χρήση των ψηφιακών εφαρμογών που χρησιμοποιούνται στην παρέμβαση. Στην δεύτερη και τρίτη ενότητα, υλοποιούνται παράλληλα οι φάσεις της Εξερεύνησης (Explore) και της Εξήγησης (Explain) του μοντέλου 5E. Συγκεκριμένα, στη δεύτερη ενότητα εισάγονται οι βασικές έννοιες του φαινομένου και των μοντέλων και χρησιμοποιείται το μοντέλο για εξήγηση. Στην τρίτη ενότητα, διερευνάται η προβλεπτική ικανότητα των μοντέλων, καθώς οι μαθητές καλούνται να μεταβάλλουν κάθε φορά έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διαβροχή στο μοντέλο, προκειμένου να προβλέψουν

το φαινόμενο που θα παρατηρήσουν στο πείραμα. Η επόμενη ενότητα (Επέκταση) στοχεύει στην εφαρμογή των γνώσεων που απέκτησαν οι μαθητές από την παρέμβαση σε καταστάσεις διαβροχής που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή, χρησιμοποιώντας τα μοντέλα προβλεπτικά. Η Αξιολόγηση πραγματοποιείται στην τελευταία ενότητα, με ερωτηματολόγιο ανίχνευσης των γνώσεων που απέκτησαν οι μαθητές τόσο για τις καταστάσεις διαβροχής, όσο και για την έννοια και τη λειτουργία των μοντέλων. Η Αξιολόγηση διατρέχει και όλη την εξέλιξη της παρέμβασης, στα σημεία που γίνεται συζήτηση στην ολομέλεια.

Οι διδακτικές ενότητες και τα φύλλα εργασίας

Στην πρώτη ενότητα, της Εμπλοκής, γίνεται προβολή δύο ολιγόλεπτων βίντεο που στοχεύουν στην πρόκληση του ενδιαφέροντος και στον προσανατολισμό των μαθητών στα φαινόμενα της διαβροχής. Το ένα βίντεο δείχνει το σκαθάρι της ερήμου Ναμπίμπ που με συνδυασμό υδρόφιλων και υδρόφοβων επιφανειών στον κορμό του εκμεταλλεύεται την ομίχλη από τον Ατλαντικό για να συλλέξει νερό και το δεύτερο απεικονίζει έναν όγκο νερού να μετακινείται πάνω σε ένα φύλλο Λωτού. Ακολουθεί εξοικείωση των μαθητών με τις ψηφιακές εφαρμογές που θα χρησιμοποιήσουν στην παρέμβαση. Η δεύτερη ενότητα που εντάσσεται στις φάσεις της Εξερεύνησης και της Εξήγησης, ξεκινάει με πειραματισμό. Οι μαθητές ρίχνουν σταγόνες νερού σε φύλλα φυτών, οι επιφάνειες των οποίων εμφανίζουν υπερυδρόφιλη, υδρόφιλη, υδρόφοβη και υπερυδρόφοβη συμπεριφορά. Αφού καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους, γίνεται εισαγωγή των βασικών εννοιών και της ορολογίας που περιγράφει το φαινόμενο (γωνία επαφής και χαρακτηρισμός επιφάνειας σε σχέση με την αλληλεπίδρασή της με το νερό ως υπερυδρόφιλης, υδρόφιλης, υδρόφοβης ή υπερυδρόφοβης). Ακολουθεί ρητή αναφορά και συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης σχετικά με τη χρήση των μοντέλων ως επιστημονικής πρακτικής. Στο φύλλο εργασίας καλούνται οι μαθητές να συνδέσουν εννοιολογικά τα στοιχεία του μοντέλου με αυτά του φαινομένου (εικόνα 1) και κατόπιν να οικοδομήσουν μοντέλα με lego και μπαλόνια για να εξηγήσουν την υδρόφιλη και την υδρόφοβη συμπεριφορά των αντίστοιχων φύλλων.

Εικόνα 1: Εννοιολογική σύνδεση στοιχείων μοντέλου – φαινομένου στο φύλλο εργασίας

Υλικά μοντέλου

- ✓ Ταμπλό
- ✓ Τουβλάκια
- ✓ Μεγάλο μπαλόνι

Πρώτα όμως ας σκεφτούμε, πώς αντιστοιχίζονται τα στοιχεία του μοντέλου σας με αυτά του πραγματικού φαινομένου που μελετήσατε:

Στο φαινόμενο είναι	***Στο μοντέλο είναι***
Σταγόνα	Τα τουβλάκια
Εντελώς λεία επιφάνεια	Το σχήμα του μπαλονιού
Μη λεία επιφάνεια	Μπαλόνι
Οι μικρές προεξοχές και εσοχές της επιφάνειας	Ο τρόπος με τον οποίο «κάθεται» το μπαλόνι
Το σχήμα της σταγόνας	Το θρανίο
Ο τρόπος με τον οποίο εφαπλώνεται η σταγόνα	Ταμπλό με εσοχές

✓ Πώς κατασκευάσατε το μοντέλο σας; Με ποιον τρόπο χρησιμοποιήσατε τα υλικά σας;

Μοντέλο φύλλου 1 (υδρόφιλο)

Βάλαμε τα τουβλάκια

	κοντά		μακριά
το ένα από το άλλο και ανεβαίνουν σε			
	μικρό ύψος		μεγάλο ύψος

έτσι ώστε το μπαλόνι να

.....

.....

.....

Μοντέλο φύλλου 2 (υδρόφοβο)

Βάλαμε τα τουβλάκια

	κοντά		μακριά
το ένα από το άλλο και ανεβαίνουν σε			
	μικρό ύψος		μεγάλο ύψος

έτσι ώστε το μπαλόνι να

.....

.....

.....

Στη συνέχεια οι μαθητές αναστοχάζονται για τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποίησαν τα μοντέλα, απαντώντας σε μεταγνωστικές ερωτήσεις στο φύλλο εργασίας και παρουσιάζουν τα μοντέλα που οικοδόμησαν στην ολομέλεια της τάξης. Η διαδικασία εξωτερίκευσης των ιδεών τους ενισχύει την κατανόησή τους για τη φύση και τη λειτουργία των μοντέλων. Η τρίτη ενότητα, που υλοποιεί παράλληλα τις φάσεις της Εξερεύνησης και της Εξήγησης, διερευνά τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διαβροχή. Αποτελείται από τρεις παρόμοιους διερευνητικούς κύκλους, έναν για κάθε παράγοντα (για την επίδραση της επιφανειακής

τάσης, την επίδραση του μεγέθους της σταγόνας και την επίδραση της επιφανειακής τραχύτητας). Αρχικά καταγράφονται οι υποθέσεις των μαθητών για το αν και πώς επηρεάζει ο κάθε παράγοντας το φαινόμενο. Κατόπιν γίνεται για κάθε παράγοντα εννοιολογική σύνδεση μεταξύ των στοιχείων του μοντέλου και των στοιχείων του φαινομένου, και ζητείται από τους μαθητές η οικοδόμηση ενός μοντέλου για να προβλέψουν με ποιον τρόπο επιδρά η μεταβολή του κάθε παράγοντα στη διαβροχή. Επειδή η χρήση του μοντέλου σε αυτή την ενότητα είναι προβλεπτική, προηγείται η οικοδόμηση, και με τη διεξαγωγή πειράματος γίνεται αξιολόγηση της προβλεπτικής του ικανότητας. Τέλος, οι μαθητές καλούνται να παρουσιάσουν το μοντέλο τους στην ολομέλεια και να αναστοχαστούν στον τρόπο με τον οποίο το οικοδόμησαν και το χρησιμοποίησαν για πρόβλεψη. Στην Εικόνα 2 φαίνεται απόσπασμα του φύλλου εργασίας.

Εικόνα 2: Προβλεπτική χρήση του μοντέλου και αναστοχαστικές ερωτήσεις

Πρόβλεψη ΜΕΤΑ το μοντέλο

- ✓ Τώρα μπορείτε να προβλέψετε πώς θα διαβραχεί η **ίδια** επιφάνεια από την σταγόνα νερού και την σταγόνα σαπουνόνερου;

  .....

  .....

- ✓ Πώς προβλέπετε ότι επηρεάζει η επιφανειακή τάση τη διαβροχή;
  Όταν είναι μικρότερη η επιφανειακή τάση το σχήμα της σταγόνας θα είναι

  περισσότερο ☐ λιγότερο ☐

  σφαιρικό.

- ✓ Μπορείτε να προβλέψετε ποια από τις δύο σταγόνες, νερού ή σαπουνόνερου, θα έχει μεγαλύτερη γωνία επαφής;

  .....

  .....

Εξαγωγή συμπερασμάτων – Συζήτηση

- ✓ Τα αποτελέσματα του πειράματός σας συμφωνούν με τα δεδομένα του μοντέλου; Καταφέρατε να **προβλέψετε** με τη βοήθεια του μοντέλου;

  .....

- ✓ Ποια στοιχεία του μοντέλου σας βοήθησαν να προβλέψετε πώς η επιφανειακή τάση επηρεάζει τη διαβροχή;
- ✓ Πιστεύετε ότι

  .....

  .....

Να ανακοινώσετε τα συμπεράσματά σας στην τάξη και να συγκρίνετε τα δεδομένα σας.

Η ενότητα ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των μοντέλων Young, Wenzel και Cassie – Baxter και γίνεται αντιπαραβολή της μοντελοποίησης με τουβλάκια που έκαναν οι μαθητές, με την μοντελοποίηση με τα μαθηματικά των μοντέλων της επιστημονικής κοινότητας.

Η τέταρτη ενότητα αποτελεί τη φάση της Επέκτασης με τους μαθητές να καλούνται να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους για τα μοντέλα και το φαινόμενο της διαβροχής. Με ένα κερί παραφίνης εναποτίθεται αιθάλη (καπνιά) σε μια επιφάνεια. Οι μαθητές αφήνονται μόνοι τους να οικοδομήσουν το μοντέλο, με το οποίο θα εξηγήσουν το φαινόμενο, χωρίς καμία καθοδήγηση από τα φύλλα εργασίας. Όταν ολοκληρωθεί η δραστηριότητα της μοντελοποίησης τα μοντέλα συγκρίνονται με φωτογραφίες αιθάλης μικροσκοπίας SEM από τη βιβλιογραφία και αξιολογείται η επεξηγηματική χρήση του μοντέλου.. Η παρέμβαση ολοκληρώνεται με τη φάση της κύριας Αξιολόγησης, όπου επιδίδονται ερωτηματολόγια ανίχνευσης της μεταβολής των απόψεων των μαθητών για τα επιστημονικά μοντέλα και το φαινόμενο της διαβροχής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός και η δομή μίας διδακτικής παρέμβασης για την εισαγωγή των μαθητών σε σύγχρονα θέματα Φυσικής, όπως είναι οι καταστάσεις διαβροχής και την εξοικείωσή τους με στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας, όπως είναι τα μοντέλα και οι δραστηριότητες μοντελοποίησης. Η χρήση μοντέλων αξιοποιήθηκε για να κατανοήσουν οι μαθητές το επιστημονικό περιεχόμενο των καταστάσεων διαβροχής μέσω της ενεργού συμμετοχής τους σε δραστηριότητες εκφραστικής μοντελοποίησης που συνδυάστηκαν με πειραματισμό. Η χρήση των μοντέλων για πρόβλεψη και εξήγηση εξοικειώνει τους μαθητές με την επιστημονική σκέψη και την επιστημονική μεθοδολογία. Η εννοιολογική σύνδεση των στοιχείων μοντέλου με αυτά του φαινομένου στη διδακτική πρακτική βοηθά στην ανάπτυξη εννοιών και στην εμβάθυνση της κατανόησης. Τέλος, η εισαγωγή στην παρέμβαση

αναστοχαστικών και μεταγνωστικών διαδικασιών επί των δραστηριοτήτων μοντελοποίησης στις οποίες καλούνται να εμπλακούν οι μαθητές μπορούν να ενισχύσουν σημαντικά μία διδασκαλία που στοχεύει στη μάθηση της φύσης και της λειτουργίας των μοντέλων για εξήγηση και πρόβλεψη, όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία (Schwarz et al., 2009).

Με βάση τα παραπάνω, η ενσωμάτωση των μοντέλων στη διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε ώστε να ενισχυθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα της εκπαιδευτικής διαδικασίας τόσο για την κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου της διαβροχής, όσο και για τη φύση και τη λειτουργία των μοντέλων. Από την ανάπτυξη της διδακτικής παρέμβασης φαίνεται ότι οι καταστάσεις διαβροχής ενδείκνυνται για τη διδασκαλία των μοντέλων, αφού για την ερμηνεία τους είναι απαραίτητη η μελέτη σε μίκρο και νάνο κλίμακα, μη ορατή με τις αισθήσεις. Επίσης, τα μοντέλα παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εις βάθος μελέτη και ερμηνεία των καταστάσεων διαβροχής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αρβανίτου, Ε., Τσαουσίδη, Μ., & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2022). Διδασκαλία των μοντέλων διαβροχής σε Science club. Στο Ένωση Ελλήνων Φυσικών (Επιμ. Φιλντίσης Π.), Πρακτικά του 3ου Πανελλήνιου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Φυσικής Θεσσαλονίκης, «Ποια Φυσική Θέλουμε να Διδάσκεται;» (σελ. 96-106). Εκδόσεις Ένωσης Ελλήνων Φυσικών. ISBN: 978-618-5451-57-8

Πέικος, Γ. (2022). Φαινόμενα και έννοιες στην κλίμακα του νάνο: θέματα μάθησης και διδασκαλίας στο Δημοτικό Σχολείο (Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Σχολή Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών. Τμήμα Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης). ΙΚΕΕ. http://dx.doi.org/10.12681/eadd/51234

Πετρίδου, Ε. (2008). Ανάπτυξη, εφαρμογή και διερεύνηση προσομοιωμένων μοντέλων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών [Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης]. ΙΚΕΕ. http://dx.doi.org/10.12681/eadd/18857

Πετρίδου, Ε., & Ψύλλος, Δ. (2008). Οι αντιλήψεις των υποψηφίων δασκάλων για τα μοντέλα. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, *1*(3), 255-268. https://ikee.lib.auth.gr/record/232384

Προγράμματα Σπουδών. (n.d.). Στο *Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής*. Ανακτήθηκε από http://iep.edu.gr/el/nea-programmata-spoudon-arxiki-selida. Προσπελάστηκε στις 10/03/2023.

Arvanitou, E., Tsaousidi, M., & Hatzikraniotis, E. (2023, October). Design & Development of teaching materials for Introducing Wetting Models in Science Club. In *11th International Conference of the Balkan Physical Union* (p. 254). https://doi.org/10.22323/1.427.0254

Bhushan, B. (2016). Modeling of Contact Angle for a Liquid in Contact with a Rough Surface for Various Wetting Regimes. In E. Greenbaum (Ed), *Biomimetics: bioinspired hierarchical-structured surfaces for green science and technology* (2nd ed.) (pp. 35-45). Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71676-3_3

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications. *BSCS, 5*, 88-98.

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for Improving Teaching and Learning Science. In: Jorde, D., Dillon, J. (eds) *Science Education Research and Practice in Europe. Cultural Perspectives in Science Education* (vol 5) (pp. 13-37). Rotterdam: SensePublishers, https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2.

Gilbert, J. K., & Boutler, C. J. (1998). Learning science through models and modeling. In B. J. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 53–66). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4940-2_4

Gilbert, S. W. (1991). Model Building and Definition of Science. *Journal of research in science teaching*, *28*(1), 73-79. https://doi.org/10.1002/tea.3660280107

Gobert, J. D., O'Dwyer, L., Horwitz, P., Buckley, B. C., Levy, S. T., & Wilensky, U. (2011). Examining the relationship between students' understanding of the nature of models and conceptual learning in biology, physics, and chemistry. *International Journal of Science Education*, *33*(5), 653-684. https://doi.org/10.1080/09500691003720671

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International journal of science education*, *22*(9), 1011-1026. https://doi.org/10.1080/095006900416884

Kubisch, F., & Heyne, T. (2016). Students' alternative conceptions about the lotus effect: to confront or to ignore?. *Journal of Biological Education*, *50*(1), 86-100. https://doi.org/10.1080/00219266.2015.1007886

Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, *38*(4), 377– 395. https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783

Mellar, H., and Bliss, J. (1994). Introduction: Modelling and Education. In Mellar, H., Bliss, J., Boohan, R.,Ogborn, J., Tompsett, C. (eds), Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum. (London: The Falmer Press), 1-7. ISBN-0-7507-0313-X

Niebert, K., & Gropengiesser, H. (2013). The model of educational reconstruction: A framework for the design of theory-based content specific interventions. The example of climate change. *Educational design research–Part B: Illustrative cases*, 511-531. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2

Ogborn, J., & Martins, I. (1996). Metaphorical understandings and scientific ideas. *International Journal of Science Education*, *18*(6), 631-652. https://doi.org/10.1080/0950069960180601.

Oh, P. S., & Oh, S. J. (2010). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, *33*(8), 1109-1130. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191

Smyrnaiou, Z., & Dimitrakopoulou, A. (2007). Inquiry – Based Activities Using a Variety of Pedagogical Tools. http://hdl.handle.net/10797/14540

Schwarz, C.V., & White, B.Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, *23*(2), 165–205. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302_1

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(6), 632–654. https://doi.org/10.1002/tea.20311

Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, L. T. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, *24*, 357–368. https://doi.org/10.1080/09500690110066485

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