

# 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°

**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.enepht.gr



**Διδάσκοντας ΟΞέα – Βάσεις – Άλατα με Πείραμα,  
Προσομοίωση και Τεχνητή Νοημοσύνη**

*Ιωάννα Κίτσου*

doi: [10.12681/codiste.9878](https://doi.org/10.12681/codiste.9878)

## Διδάσκοντας Οξέα – Βάσεις – Άλατα με Πείραμα, Προσομοίωση και Τεχνητή Νοημοσύνη

**Ιωάννα Κίτσου**

Εκπαιδευτικός ΠΕ70, Med, Med

6<sup>ο</sup> Διαπολιτισμικό Δημοτικό Ευόσμου, Θεσσαλονίκη  
*kitsou.ioanna@gmail.com, kitsouioanna22@gmail.com*

### Περίληψη

Το κείμενο αναφέρεται στη διδασκαλία ενός από τα κεφάλαια των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) της Στ' Δημοτικού. Στόχος του είναι να καταγράψει τη διαχείριση της νέας γνώσης από τα παιδιά μιας τάξης στην οποία α) θα παρουσιαστούν τα πειράματα που προτείνονται από το βιβλίο του μαθητή, β) θα επιλεγούν κατάλληλες για το επίπεδο στο οποίο απευθυνόμαστε και για το περιεχόμενο και τις διαδικασίες που επιδιώκουμε προσομοιώσεις, και γ) θα δοθεί η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ελεύθερα προσβάσιμα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης (chatbots). Το ερευνητικό μας κίνητρο είναι να παρατηρήσουμε και να αξιολογήσουμε το τι θα μπορούσε να προσφέρει κάθε ένα από τα εργαλεία αυτά στην απόκτηση της επιστημονικής γνώσης και τον επιστημονικό γραμματισμό. Σε ό,τι αφορά την ένταξη της Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ) ιδιαίτερα αξιοποιείται η έννοια της εγκυρότητας. Στην πρότασή μας θα ενταχθούν στοιχεία ιστορίας των ΦΕ με τη βοήθεια της ΤΝ και αφηγήσεις που βοηθούν τη σύνδεση καθημερινής ζωής με τις επιστημονικές ανακαλύψεις.

**Λέξεις κλειδιά:** διαλογικό ρομπότ, επιστημονικός γραμματισμός, πείραμα, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, προσομοίωση.

## Using Experiments, Simulations and Chatbots in Primary Education Science to Teach Acids, Salts, Bases

**Ioanna Kitsou**

6<sup>th</sup> Primary Education School of Evosmos, Thessaloniki  
*kitsou.ioanna@gmail.com, kitsouioanna22@gmail.com*

### Abstract

This article focusses on ways of teaching acids, salts and bases in the last class of a Greek primary education school. We will try to write down how pupils cope with the acquisition of the new knowledge when experiments from the schoolbook of Science and selected simulations are presented to them and when they have the chance to ask a chatbot. Our aim is to examine what each one of these means of teaching offer to the new knowledge acquisition. We will also conclude to some remarkable notices of what a future scientific literacy will be. Chatbots offered the opportunity to discuss validity and credibility of science knowledge in classroom and to integrate history of acids and their discovery. We also integrate creative writing to help our pupils understand the connection between everyday life and science.

**Keywords:** chatbot, experiment, primary education, scientific literacy, simulation

## Εισαγωγή

Το πείραμα και η παρατήρηση είναι από τους πρώτους τρόπους σύνδεσης αιτίου και αποτελέσματος, επιβεβαίωσης ή διάψευσης των ερευνητικών υποθέσεων στη Φυσική του εμπειρισμού. Η ισχύς τους ως μεθόδων προσέγγισης της επιστημονικής αλήθειας στις Φυσικές Επιστήμες (στο εξής ΦΕ) τα κατέστησαν σημαντικό κομμάτι της διδασκαλίας σε κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης. Η επιλογή «ιστορικών» πειραμάτων για να διδαχθούν σήμερα βασικές έννοιες (π.χ. στο βιβλίο της Στ Δημοτικού περιγράφεται το πείραμα του Oersted για την κατανόηση του ηλεκτρομαγνητισμού<sup>1</sup>), η άποψη ότι το πείραμα μπορεί να είναι μέρος της αξιολόγησης της αποκτηθείσας γνώσης (π.χ. περιγράψτε ένα πείραμα που να δείχνει ότι η θερμότητα στα στερεά μεταφέρεται με αγωγή), η ίδια η δομή του βιβλίου μαθητή που ξεκινά από την παράθεση των υλικών και την εκτέλεση του πειράματος και οδηγεί στη διατύπωση του συμπεράσματος δείχνουν ότι το πείραμα συνεχίζει να έχει σημαντική παρουσία στον τρόπο που διδάσκεται η Φυσική.

Κάποια πειράματα γίνονται με απλά υλικά, θέλοντας να δείξουν ότι η Φυσική είναι γύρω μας και απηχούν την άποψη ότι το πείραμα μπορεί να αναφέρεται σε μια κατάσταση της καθημερινής ζωής που ζητάει τη «λύση» της (Κουμαράς, 2015), την εξήγησή της, άλλα πειράματα οργανώνονται με τρόπο που να οδηγήσουν σε γνωστική σύγκρουση και κατάρριψη πρότερων λανθασμένων ιδεών των παιδιών και άλλα γίνονται με εργαστηριακά αντικείμενα για να προσδώσουν το κύρος της Επιστήμης στη διδασκαλία. Σε άλλες περιπτώσεις οι μαθητές και οι μαθήτριες εκτελούν το πείραμα σε ομάδες και σε άλλες παρακολουθούν την εκτέλεσή του από τον/την εκπαιδευτικό διατυπώνοντας υποθέσεις ή προτείνοντας εναλλακτικές δοκιμές –“hands on” και “heads on” αντίστοιχα.

Οι προσομοιώσεις είναι ψηφιακά εργαστήρια που θεωρείται ότι αναπαριστούν με μεγάλη επιτυχία εργαστηριακά και φυσικά φαινόμενα. Ως προσομοίωση θεωρείται γενικότερα η μερική μεταφορά και απεικόνιση σε περιβάλλον υπολογιστή, ενός φυσικού, τεχνητού ή κοινωνικού συστήματος αντικειμένων, φαινομένων ή διαδικασιών, με ενσωμάτωση στοιχείων λειτουργικότητας των παραγόντων που παίρνουν μέρος (Μπισδικιάν & Ψύλλος, 1996). Από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά τους στη διδασκαλία είναι η δυνατότητα παραμετροποίησης, η δυνατότητα επανάληψης του πειράματος, η εξασφάλιση της επιτυχίας του, η εξάλειψη κάποιου πιθανού κινδύνου κατά την εκτέλεσή του, η δυνατότητα να δούμε τον μικρόκοσμο όσο το φυσικό φαινόμενο συμβαίνει για μια ενοποιητική θεώρηση της επιστήμης της φυσικής (Καλκάνης & Κωστόπουλος, 2007). Πριν τις εργαστηριακές προσομοιώσεις, αναλογίες και μοντέλα ήταν μάλλον η εναλλακτική λύση.

Η εμφάνιση των ψηφιακών περιβαλλόντων στη διδασκαλία των ΦΕ διεύρυναν τον αντίστοιχο επιστημονικό γραμματισμό· μαζί με την ικανότητα στη διατύπωση υποθέσεων, στην κριτική σκέψη, στην εύρεση πολλαπλών λύσεων προστέθηκε και η ικανότητα χειρισμού και κατανόησης της προσομοίωσης, η ικανότητα να παραμετροποιούμε και να συμπεραίνουμε, να δοκιμάζουμε, να φανταζόμαστε.

Η τεχνολογία, όμως, εξελίσσεται και η TN και οι δυνατότητές της δημιουργούν νέες δυνατότητες στη διδασκαλία και στη μάθηση. Πώς μπορεί να συνδυαστεί η νέα τεχνολογία με τους διδακτικούς μας στόχους; Τι ψηφιακές δεξιότητες απαιτεί;

Στην παρούσα έρευνα εξετάζουμε με ποιο τρόπο τα παιδιά, χωρισμένα σε ομάδες, θα χρησιμοποιήσουν γνωστά και ελεύθερα προσβάσιμα διαλογικά ρομπότ (ChatGPT) για να ελέγξουν τις γνώσεις που απέκτησαν, να διατυπώσουν υποθέσεις, να συγκρίνουν τις δικές τους απαντήσεις με τις απαντήσεις που δόθηκαν από το ChatGPT. Ειδικότερα αξιολογούμε ένα τυχαίο συμβάν στις απαντήσεις που δόθηκαν από το διαλογικό ρομπότ – πρόκειται για μια απάντηση του ChatGPT της οποίας η διατύπωση δημιουργεί ασάφεια και σύγκρουση με τις γνώσεις που απέκτησαν οι μαθητές και οι μαθήτριες από τα πειράματα και τις

---

<sup>1</sup>Για μια ιδιαίτερα αναλυτική παρουσίαση της θέσης του πειράματος στα διδακτικά βιβλία του δημοτικού βλ. Ξανθίδου, 2014

προσομοιώσεις. Τους ζητήθηκε να επιλέξουν ανάμεσα στη γνώση που έχουν ως τώρα αποκτήσει και στην απάντηση που δίνει το διαλογικό ρομπότ. Ουσιαστικά τέθηκε ένα ζήτημα κατά το οποίο μαθητές και μαθήτριες έπρεπε να αναπτύξουν στρατηγικές ελέγχου μιας επιστημονικής άποψης που τους παρουσιάστηκε ως μη δεδομένη. Η κατεύθυνση αυτή στη διδασκαλία μας κινείται προς το διδακτικό ρεύμα του επιστημονικού εγγραμματισμού (Glynn & Duit, 1996). Ταυτόχρονα αποτελεί ευκαιρία να αξιολογηθούν οι δυνατότητες και οι περιορισμοί της ΤΝ, συγκεκριμένα των διαλογικών ρομπότ και των ειδικών ερωτήσεων προτροπής (που και αυτό αποτελεί ένα νέο είδος ψηφιακού γραμματισμού).

Πριν αναφερθούμε αναλυτικά στα στάδια του διδακτικού σχεδιασμού μας, κρίνουμε απαραίτητο να αναφέρουμε τους στόχους μας καθώς και ποιοι από αυτούς υποστηρίζονται αποκλειστικά από τις προσομοιώσεις ή την ΤΝ.

### **Οξέα – Βάσεις – Άλατα: οι διδακτικοί στόχοι**

Υπάρχουν προσομοιώσεις που αναπαριστούν ό,τι και τα πειράματα στην τάξη, υπερέχουν, όμως, γιατί επιτρέπουν δοκιμές με πολλά διαλύματα (και σωματικά υγρά, π.χ αίμα), δείχνουν τον ρόλο του νερού σε σχέση με τον όξινο ή τον βασικό χαρακτήρα, παρουσιάζουν εύκολα την κλίμακα του pH, τη συνδέουν με την αγωγιμότητα, παρουσιάζουν με μόρια και ιόντα την χημική αντίδραση της εξουδετέρωσης και τη χημική απεικόνιση των προϊόντων της. Οι προσομοιώσεις είναι ένα είδος τεχνολογίας που μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά τη μάθηση (Ψύλλος, 2021). Οι αρχικοί στόχοι μας είναι:

- Να παρασκευαστεί δείκτης από κόκκινο λάχανο και με αυτόν να διαπιστωθεί τότε μια ουσία περιέχει βάση και τότε οξύ (παρασκευή στην τάξη).
- Να εξεταστεί αν μερικές ουσίες καθημερινής χρήσης περιέχουν οξέα ή βάσεις (με πείραμα στην τάξη<sup>2</sup> και προσομοίωση).
- Οι μαθητές/μαθήτριες να μπορούν να αναφέρουν τουλάχιστον δύο οξέα και δύο βάσεις.
- Να διαπιστώσουν πειραματικά την εξουδετέρωση και να σημειώσουν τα προϊόντα της (πείραμα στην τάξη και προσομοίωση).
- Να συνδεθεί η κλίμακα του pH με την παρουσία οξέος ή βάσεως (προσομοίωση).
- Το απιονισμένο νερό έχει ουδέτερο pH και η συνεχής προσθήκη απιονισμένου νερού σε ένα διάλυμα όξινο ή βασικό ελαχιστοποιεί τον όξινο και βασικό χαρακτήρα του αντίστοιχα, δηλ το pH μεταφέρεται πιο κοντά στο 7 (προσομοίωση).
- Το βασικό διάλυμα έχει pH πάνω από 7 και το όξινο κάτω από 7 (προσομοίωση).
- Ο πιο όξινος βαθμός είναι κοντά στο 1 και ο πιο βασικός (αλκαλικός) κοντά στο 14 (προσομοίωση).
- Οξέα και βάσεις υπάρχουν και στο σώμα μας (προσομοίωση).
- Υπάρχουν διαλύματα που μπορούν να φωτίσουν έναν λαμπτήρα, με κατάλληλη σύνδεση (προσομοίωση).
- Τα άλατα που δημιουργούνται στην εξουδετέρωση «κάθονται» συνήθως «χαμηλά» στο διάλυμα (προσομοίωση).
- Η διάκριση των ουσιών σε βάσεις και οξέα και άλατα είναι κάτι που συνέβη από πολύ παλιά (μηχανές αναζήτησης – Wikipedia - chatbots).

---

<sup>2</sup>Πρόκειται για τα πειράματα που προτείνει το τετράδιο εργασιών του μαθητή στα ΦΕ1 και ΦΕ2. Οι προσομοιώσεις που χρησιμοποιήσαμε είναι οι ακόλουθες:

<https://phet.colorado.edu/el/simulations/ph-scale-basics>

<https://phet.colorado.edu/el/simulations/acid-base-solutions>

<https://photodentro.edu.gr/v/item/ugc/8525/2692>

Εύκολα διαπιστώνει κανείς ότι κάποιοι από τους στόχους μας υποστηρίζονται μόνο από πειράματα στην τάξη, άλλοι από πειράματα στην τάξη και προσομοιώσεις και κάποιοι μόνο από προσομοιώσεις. Ο ρόλος των chatbots θα παρουσιαστεί αναλυτικά στη συνέχεια.

### Τα στάδια του διδακτικού σχεδιασμού

Ο συγκεκριμένος διδακτικός σχεδιασμός ολοκληρώνεται σε τρία στάδια: στο πρώτο στάδιο παρουσιάστηκαν τα πειράματα στην τάξη και η νέα γνώση με τον τρόπο που αυτή οργανώνεται στο βιβλίο της Στ Δημοτικού – πραγματοποιήθηκαν πειράματα με φυσικά υλικά και ακολουθήθηκε η σειρά υπόθεση παρατήρηση, συμπεράσματα. Ο ορισμός που δίνεται από το βιβλίο για τα οξέα και τις βάσεις αφορά αποκλειστικά την αλλαγή χρώματος από τον δείκτη (ορισμός αντιληπτός από τις αισθήσεις). Η αντίδραση της εξουδετέρωσης δείχτηκε με πειράματα.

Στη συνέχεια προσεγγίσαμε το ίδιο περιεχόμενο, αλλά με προσομοιώσεις αυτή τη φορά (υπόθεση, δοκιμή σε ψηφιακό περιβάλλον, παραμετροποίηση, εισαγωγή ποσοτικών δεδομένων<sup>3</sup>, συμπέρασμα). Συντάξαμε φύλλο εργασίας (Κίτσου, 2023<sup>4</sup>) με ερωτήσεις που θα οργάνωναν τα παιδιά έτσι ώστε, χρησιμοποιώντας αυτά που ως τώρα είχαν μάθει, να οδηγηθούν στην ανακάλυψη καινούριας γνώσης. Με τις προσομοιώσεις που επιλέξαμε, θελήσαμε τα παιδιά:

- να επαναλάβουν όλα όσα έμαθαν, αλλά σε ψηφιακό περιβάλλον αυτή τη φορά,
- να δοκιμάσουν με πολλά υλικά και να τα ομαδοποιήσουν με κριτήριο τον όξινο ή τον βασικό χαρακτήρα,
- να ανακαλύψουν την κλίμακα του pH, ως έναν ακόμη τρόπο να αποδοθεί ορισμός για τα οξέα και τις βάσεις, ο οποίος όμως εισάγει την έννοια της διαβάθμισης (ισχυρό και ασθενές οξύ), αλλά και αναδεικνύει την «ουδετερότητα», είτε ως χαρακτηριστικό του νερού, είτε ως αποτέλεσμα της εξουδετέρωσης,
- να παρακολουθήσουν την αντίδραση της εξουδετέρωσης σε μοριακό επίπεδο (ενοποίηση μακρόκοσμου – μικρόκοσμου, Καλκάνης & Κωστόπουλος, 2007) και μέσω αυτής να κατανοήσουν τον ρόλο που έχει η ποσότητα (βλ. εικόνα 2),
- να συνδέσουν, χωρίς ωστόσο να δοθεί έμφαση ή να γίνει διδασκαλία ή να υπάρξει εξήγηση, τον όξινο και τον βασικό χαρακτήρα με την αγωγιμότητα.

Θέλαμε στο τέλος της προσέγγισης με προσομοιώσεις τα παιδιά να συνδυάζουν τον όξινο ή βασικό χαρακτήρα με την αλλαγή χρώματος, την κλίμακα του pH, την αγωγιμότητα (διάκριση ισχυρού – ασθενούς). Ειδικά η κλίμακα και η αγωγιμότητα αναδεικνύουν τη διαβάθμιση (πολύς ή λίγος όξινος χαρακτήρας) και βοηθούν στη μελλοντική κατανόηση ορισμών τοποθετημένων πιο κοντά στην επιστημονική εξήγηση. Το πιο δημιουργικό κομμάτι των ερωτήσεων που προηγήθηκαν ήταν όταν ζητήθηκε από τα παιδιά να κατασκευάσουν δικό τους πείραμα σε ψηφιακό περιβάλλον, καθορίζοντας τις ποσότητες οξέων και βάσεων, ελέγχοντας την αντίδραση της εξουδετέρωσης, παρακολουθώντας τη διαδικασία δημιουργίας μορίων νερού και άλατος. Στο δικό τους πείραμα επέλεγαν ποσότητες και κατέγραφαν αλλαγές στο χρώμα, το pH, την αγωγιμότητα.

---

<sup>3</sup>Χρησιμοποιήσαμε προσομοίωση εξουδετέρωσης στην οποία φαινόταν ότι χρειαζόμαστε την ίδια ποσότητα οξέος και βάσης και ότι η προσθήκη περισσότερων μορίων HCL ή NaOH άλλαζε τα δεδομένα.

<sup>4</sup>Η ένταξη προσομοιώσεων με φύλλα εργασίας και με τους στόχους που αναφέρονται και στο παρόν άρθρο είχε πραγματοποιηθεί άλλη μια φορά, σε προηγούμενη ομάδα παιδιών της Στ'. Από τα φύλλα εργασίας απουσίαζε η TN, υπήρχε όμως ένα «δημιουργικό» κομμάτι που ζητούσε από τα παιδιά να παραστούν στην απονομή Νόμπελ Χημείας, να εκτυπώσουν προσκλήσεις με διακεκριμένους ή βραβευμένους με Νόμπελ Χημικούς και να οργανώσουν ένα δείπνο με υλικά που χρησιμοποιήσαμε σε πειράματα και προσομοιώσεις για τη συγκεκριμένη έννοια. Ένα ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι των φύλλων εργασίας που χρησιμοποιήθηκε τότε και τώρα είναι αυτό στο οποίο ζητάμε από τα παιδιά να κατασκευάσουν το δικό τους πείραμα σε δεδομένο ψηφιακό περιβάλλον.

## Συνεργατικό φύλλο αξιολόγησης της αποκτηθείσας γνώσης

Αφού ολοκληρώσαμε τη διδασκαλία από το βιβλίο της Στ' και έχοντας προχωρήσει με τις προσομοιώσεις και τα στάδια του διδακτικού σχεδιασμού που παρουσιάστηκαν πιο πάνω, θελήσαμε να συντάξουμε ένα φύλλο αξιολόγησης που θα γινόταν ομαδικά. Σε αυτό εξετάσαμε την αποκτηθείσα γνώση με ερωτήσεις σωστού – λάθους:

1. στα πειράματα που κάναμε στην τάξη τα οξέα χρωματίζουν κόκκινα τον δείκτη
2. στα πειράματα που κάναμε στην τάξη οι βάσεις χρωματίζουν μπλε ή πράσινο τον δείκτη
3. όταν προσθέτω οξύ σε μια βάση ή βάση σε ένα οξύ έχω εξουδετέρωση
4. όσο περισσότερο χυμό πορτοκάλι βάλω στο ποτήρι μου τόσο περισσότερο αυξάνει ο όξινος χαρακτήρας του χυμού
5. όσο περισσότερο νερό βάλω στον χυμό πορτοκαλιού που πίνω τόσο περισσότερο αυξάνει ο όξινος χαρακτήρας
6. όσο περισσότερο νερό βάλω σε ένα δοχείο που περιέχει βάση τόσο περισσότερο το πεχάμετρο θα πάει προς το 14.

Επίσης ζητήθηκε από τα παιδιά να θυμηθούν ένα πείραμα που κάναμε στην τάξη και να το περιγράψουν, ακολουθώντας τη δομή με την οποία παρουσιάζονται τα πειράματα στο σχολικό βιβλίο (υλικά, διαδικασία, παρατήρηση, συμπέρασμα). Σε μια ακόμη δοκιμασία αυτού του φύλλου εργασίας τους δόθηκε εκτυπωμένη η προσομοίωση που χρησιμοποιήθηκε για την αντίδραση της εξουδετέρωσης και τους ζητήθηκε να καταστρώσουν μια δική τους χημική αντίδραση, ακολουθώντας την ίδια δομή παρουσίασης (υλικά, διαδικασία, παρατήρηση).

Προστέθηκαν στο φύλλο αξιολόγησης ορισμένες ερωτήσεις ανοιχτού τύπου:

- Γιατί είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τα οξέα και τις βάσεις στην καθημερινή ζωή;
- Φτιάξε ένα γεύμα με υλικά που είδαμε στα πειράματα και τις προσομοιώσεις
- Γράψε μια πολύ μικρή ιστορία που να περιέχει οξέα, βάσεις και άλατα
- Έχεις μπροστά σου τον Lemery, τον Lavoisier, τον Arrhenius: τι ερωτήσεις θα τους έκανες σε μια μίνι συνέντευξη;
- Τι διαφορά έχει η Χημεία από τη Φυσική; Ποια σας αρέσει περισσότερο;

Οι ερωτήσεις συνέδεαν την ανακάλυψη των οξέων με τους Lavoisier, Lemery, Arrhenius, (προσέγγιση της ιστορίας της επιστήμης μέσα από τους επιστήμονες, αλλά και τι μαρτυρούν οι ερωτήσεις που θα θέσουν τα παιδιά για την εικόνα που έχουν για την επιστήμη), συνδύαζαν δημιουργικές μορφές αφήγησης με την επιστημονική γνώση και έφεραν στην τάξη το οντολογικό ερώτημα «τι είναι η χημεία και σε τι διαφέρει από τη φυσική». Η πρακτική της συνέντευξης με ιστορικά πρόσωπα (Μηνάς, 2025) γίνεται δημοφιλής μεταξύ των εκπαιδευτικών και υποστηρίζεται πολύ καλά από την ΤΝ (ερωτήσεις σε διαλογικά ρομπότ και απαντήσεις).

Συγκεντρώθηκαν οι απαντήσεις των ομάδων (20 παιδιά):

- Όλα τα παιδιά απάντησαν με επιτυχία τις πρώτες τρεις ερωτήσεις.
- Στην ερώτηση 4, τέσσερα παιδιά απάντησαν λάθος. Το ίδιο συνέβη και για την ερώτηση 5.
- Στην ερώτηση 6 τα μισά παιδιά απάντησαν λάθος.

Οι τρεις τελευταίες ερωτήσεις σωστού λάθους (4,5,6) αφορούν τις προσομοιώσεις και ελέγχουν γνώσεις που συσχετίζουν την ποσότητα με τον όξινο/βασικό χαρακτήρα και το pH. Απαντήθηκαν με πολύ καλά ποσοστά επιτυχίας. Η τελευταία ερώτηση, όμως, δυσκόλεψε τα μισά παιδιά. Όσο τα παιδιά εκτελούσαν τις προσομοιώσεις, η πρόβλεψη γινόταν με απόλυτη επιτυχία. Δυσκολεύτηκαν, παρόλα αυτά, σε μεγάλο ποσοστό να ανακαλέσουν το

συγκεκριμένο γεγονός της προσομοίωσης<sup>5</sup>. Η περιγραφή και αξιολόγηση των πειραμάτων<sup>6</sup> που έγραψαν τα παιδιά για αυτό το φύλλο αξιολόγησης δεν θα παρουσιαστεί εδώ, παρά το ότι παρουσιάζει ερευνητικό και διδακτικό ενδιαφέρον.

Το επόμενο βήμα ήταν να συνεξετάσουμε τις απαντήσεις μας με αυτές που θα έδινε ένα διαλογικό ρομπότ.

## Ρωτώντας την TN

Σχεδιάσαμε να μην αξιολογήσει η εκπαιδευτικός τις απαντήσεις των παιδιών, αλλά να τις συγκρίνουμε με το ChatGPT γιατί θέλαμε:

- να φέρουμε την TN – γιατί ένα σύγχρονο σχολείο δεν μπορεί να αγνοεί την νέα τεχνολογία – και ταυτόχρονα να δείξουμε έναν τρόπο χρήσης που είναι ηθικός με όρους ψηφιακής πολιτεότητας: είμαι πολίτης του σύγχρονου κόσμου, αξιοποιώ την TN για την προσωπική μου εξέλιξη και βοήθεια, δεν αντιγράφω, δεν παρακάμπτω την προσπάθεια που πρέπει να γίνει από εμένα,

- να συζητήσουμε με τα παιδιά τον τρόπο που θέτουμε τις ερωτήσεις προτροπής και να παρακολουθήσουμε τη γλώσσα, το είδος των κειμένων, τις πληροφορίες που παρέχει ένα διαλογικό ρομπότ: τι είναι για μας στη συγκεκριμένη περίπτωση; Ένας δάσκαλος, ένας επιστήμονας, μια μηχανή αναζήτησης ή ένας προσωπικός βοηθός;

- να δούμε πόσο «δημιουργικό» είναι ένα διαλογικό ρομπότ σχετικά με τις αφηγήσεις και τις φανταστικές συνεντεύξεις

Επιπλέον κάτι τέτοιο θα έκανε τη διόρθωση διαφορετική και ενδεχομένως διασκεδαστική και ενδιαφέρουσα.

Ξεκινήσαμε γράφοντας ότι βρισκόμαστε σε μια τάξη δημοτικού και ότι θέλαμε βοήθεια σχετικά με ερωτήσεις που αφορούν τα οξέα και τις βάσεις. Ακολουθήσαμε τις ερωτήσεις του φύλλου αξιολόγησης, διαβάζαμε κάθε απάντηση, τις συγκρίναμε με τις δικές μας. Οι πρώτες παρατηρήσεις των παιδιών ήταν οι εξής: Το διαλογικό ρομπότ απαντάει σαν ένα βιβλίο φυσικής και παραθέτει αρκετούς αριθμούς (ποσοτικά δεδομένα), αλλά και χημικές ονομασίες των ουσιών που χρησιμοποιήσαμε, απαντάει σε παραγράφους, με επιστημονικό λεξιλόγιο, ακολουθεί όλα όσα έχει και το σχολικό βιβλίο για το πείραμα (υλικά, διαδικασία, παρατήρηση, συμπέρασμα) και στο τέλος πάντα ρωτάει αν θέλουμε κάτι ακόμη ή αναφέρει ότι υπάρχει περίπτωση να κάνει λάθος.

Συνεχίσαμε μέχρι που κάποια από τις απαντήσεις ήρθε σε σύγκρουση με όσα τα παιδιά είχαν ως τώρα κατανοήσει. Στην ερώτηση «όσο περισσότερο χυμό πορτοκάλι βάζω, τόσο αυξάνει η οξύτητα;», η απάντηση είναι «Ναι, αυτό είναι σωστό! Όσο περισσότερο χυμό πορτοκαλιού προσθέτεις τόσο αυξάνει η οξύτητα του διαλύματος επειδή ο χυμός πορτοκαλιού είναι όξιнос. Ο χυμός πορτοκαλιού περιέχει κυρίως κιτρικό οξύ και άλλα οργανικά οξέα, που του δίνουν την όξινη γεύση του. Όταν προσθέτεις περισσότερο χυμό πορτοκαλιού, η συγκέντρωση των οξέων αυξάνεται, και αυτό κάνει το διάλυμα πιο όξινο, δηλαδή έχει χαμηλότερο pH. Επομένως, σωστά το λες: περισσότερος χυμός πορτοκαλιού σημαίνει μεγαλύτερη οξύτητα».

Δεν γνωρίζουμε τον λόγο αυτού του «λάθους» στην απάντηση. Υποθέτουμε ότι μπορεί να σχετίζεται με τη σειρά των ερωτήσεων, με την αρχιτεκτονική της ίδιας της ερώτησης προτροπής, με το γεγονός ότι οι ελεύθερες στο διαδίκτυο εκδοχές της TN στηρίζονται σε μεγάλα γλωσσικά μοντέλα, που έχουν την ορθότητα της δομής του εκφερόμενου λόγου, μεγάλη υπολογιστική ισχύ, πρόσβαση σε πολλά δεδομένα, αλλά δεν εμπλέκουν διαδικασίες νοητικών διεργασιών που συνδέονται με την χημεία.

<sup>5</sup> Η ερμηνεία της δυσκολίας σε αυτήν την ερώτηση δεν έχει γενικευτικό χαρακτήρα και αφορά μόνο τις συνθήκες της συγκεκριμένης διδασκαλίας.

<sup>6</sup> Τους ζητήθηκε να ανακαλέσουν όποιο πείραμα θέλουν από αυτά που έγιναν στην τάξη, αλλά και να περιγράψουν μια από τις δοκιμές που έκαναν σε συγκεκριμένο περιβάλλον προσομοίωσης.

## Διδακτική αξιοποίηση του γεγονότος

Ανασχεδιάζουμε τη διδασκαλία μας για να αξιοποιήσουμε το συμβάν της «ασυμφωνίας» που και τα ίδια τα παιδιά επεσήμαναν. Δόθηκε το περιθώριο μιας ημέρας για να επιστρέψουν τα παιδιά στο σχολείο με απαντήσεις. Ουσιαστικά τους ζητήθηκε να καταφύγουν σε συγκεκριμένες στρατηγικές εξέτασης και ελέγχου μιας επιστημονικής θέσης. Επιδιωκόμενος στόχος θα ήταν να υιοθετήσουν μια αρχική θέση και να προχωρήσουν στη διάψευση ή επιβεβαίωσή της αξιοποιώντας κάποια ακόμη πηγή.

Από το σύνολο των είκοσι παιδιών τα δύο προσπάθησαν να ελέγξουν με άλλη πηγή ή άλλο τρόπο την εγκυρότητα της μιας ή της άλλης απάντησης: το ένα ρωτώντας μια χημικό - οικογενειακή φίλη που διδάσκει στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και το άλλο θέτοντας την ίδια ερώτηση στις μηχανές αναζήτησης.

Τα υπόλοιπα παιδιά αποφάσισαν ότι η σωστή απάντηση δίνεται από το πείραμα που έγινε στο σχολείο και από την προσομοίωση. Μάλιστα τόνισαν ότι είναι σωστό επειδή το είδαν («είναι αληθινό επειδή το είδα να συμβαίνει», «είναι το σωστό επειδή αυτό είδαμε στο σχολείο») συνδυάζοντας την εγκυρότητα όχι μόνο με τις αισθήσεις, αλλά και με τον χώρο του σχολείου ως χώρου όπου η γνώση είναι έγκυρη («συμφωνώ με την προσομοίωση γιατί το ChatGPT κάνει συνήθως λάθη, όμως στο ΣΧΟΛΕΙΟ μάθαμε ότι η οξυγόνα παραμένει η ίδια όσο χυμό κι αν προσθέσεις», «η προσομοίωση έχει δίκιο γιατί ΤΟ ΚΑΝΑΜΕ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΑΜΕ», «το σωστό είναι αυτό που είδαμε ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»). Τα σχόλια για την ΤΝ είναι το ίδιο ενδιαφέροντα: "η προσομοίωση είναι φτιαγμένη από ανθρώπους που είναι ειδικοί στο θέμα αυτό, το ChatGPT είναι μια μηχανή", "το ChatGPT κάνει συχνά λάθη, το γράφει και από μόνο του μετά το τέλος κάθε απάντησης". Και το ιδιαίτερα ενδιαφέρον, στο οποίο φαίνεται ότι το παιδί γνωρίζει για τις σωστές ερωτήσεις προτροπής, αλλά προσωποποιεί το διαλογικό ρομπότ (το κάνει για να μας βάλει σε σκέψεις): «Το ChatGPT έχει πολλές γνώσεις, μπορεί να έχει και δίκιο, αλλά ΕΜΕΙΣ ΜΑΘΑΜΕ πως όσο χυμό και να βάλεις.....το ChatGPT μπορεί να ήθελε να μας βάλει σε σκέψεις ή μπορεί να μην κάναμε τις κατάλληλες ερωτήσεις. Το σωστό είναι της προσομοίωσης. Κατάφερα να δικαιολογήσω την άποψή μου γιατί θυμόμουν τι είδαμε και τι μάθαμε». Υπήρξαν απαντήσεις της μορφής «η προσομοίωση έχει δίκιο, η ποσότητα δεν αλλάζει το πεχα, αλλά μόνο το υλικό» που επέλεγαν τη σωστή απάντηση και αναδιατύπωναν τον κανόνα.

## Συζήτηση

Τα πειράματα αυτής της ενότητας είναι ιδιαίτερα ελκυστικά και εντυπωσιακά, πολύ κοντά σε πολύ βασικές απόψεις των παιδιών για το τι είναι πείραμα: κάτι εντυπωσιακό κατά το οποίο η παρατηρήσιμη αλλαγή είναι ιδιαίτερα εμφανής.

Η διδακτική εφαρμογή περιελάμβανε πειράματα με καθημερινά υλικά, προσομοιώσεις και το ChatGPT στο οποίο δώσαμε τον ρόλο του βοηθού εκπαιδευτικού (virtual assistant) για το τέλος της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ιδιαίτερα σημαντικά ευρήματα σχετικά με την εικόνα που έχουν τα παιδιά για την επιστήμη, αλλά και το τι κάνουν για την αναζήτηση της έγκυρης επιστημονικής γνώσης προέκυψαν από το πώς διαχειρίστηκαν τη «σύγκρουση» της απάντησης του chatbot και της ένδειξης της προσομοίωσης: θα μπορούσε να είναι αυτή μια νέα διάσταση της γνωστικής σύγκρουσης που οδηγεί στην αναζήτηση για τη νέα γνώση και που μας είναι οικεία από το ρεύμα του εποικοδομητισμού; Σημαντικά για την εκπαίδευση και την εικόνα για την επιστήμη και τους επιστήμονες ήταν τα ερωτήματα που τα παιδιά έθεσαν στους χημικούς. Αλλά και οι υπόλοιπες ανοιχτές ερωτήσεις του τελευταίου φύλλου εργασίας (συνεργατική αξιολόγηση), προσφέρουν σε κάθε εκπαιδευτικό σημαντικά δεδομένα που δεν μπορούν να παρουσιαστούν εξαντλητικά εδώ.

Ο χρόνος που αφιερώθηκε για την ενότητα αυτή ξεπέρασε τον προτεινόμενο από τα αναλυτικά προγράμματα χρόνο. Το κέρδος όμως από τη διδακτική εφαρμογή ήταν μεγάλο: δόθηκε ευκαιρία για επανάληψη και διασύνδεση των πειραμάτων με τις προσομοιώσεις, οι

οποίες αποτέλεσαν περιβάλλον για να προσεγγιστούν ποσοτικά χαρακτηριστικά, ο όξινος και ο βασικός χαρακτήρας ως διαβάθμιση, η αγωγιμότητα, το μικροσκοπικό επίπεδο της χημικής εξουδετέρωσης. Τα παιδιά αυτονομήθηκαν τόσο στην εκτέλεση των πειραμάτων όσο και σε διαδικασίες αξιολόγησης της γνώσης, ο ομαδικός χαρακτήρας της αξιολόγησης τη μετέτρεψε σε συνεργασία. Η «σύγκρουση» με την TN ήταν ένα παράθυρο για να μάθουμε πώς μαθαίνουν τα παιδιά, αλλά και μια αφορμή για να μιλήσουμε στην τάξη για την επιστημονική μέθοδο, την εγκυρότητα, την ανάγκη για επαλήθευση και τη συνεχή αναζήτηση στην επιστήμη.

## Βιβλιογραφία

- Καλκάνης, Γ., & Κωστόπουλος, Δ. (1995). *Φυσική από τον μικρόκοσμο στον μακρόκοσμο*. Αυτοέκδοση.
- Κίτσου, Ι. (2023). Πειράματα στην τάξη και ψηφιακά περιβάλλοντα: οξέα – βάσεις – άλατα. 9<sup>ο</sup> Συνέδριο για την Προώθηση της Εκπαιδευτικής Καινοτομίας. Λάρισα.  
<https://www.youtube.com/watch?v=zWDMQp75JYA>
- Κουμαράς, Π. (2015). Η Φυσική δεν είναι μόνο εννοιολογικό περιεχόμενο, είναι και μεθοδολογία λύσης (καθημερινών) προβλημάτων και στάση ζωής. *Φυσικής Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 6, 19-27.
- Μηνάς, Α. (2025). Συνέντευξη από έναν επιστήμονα. *Παρουσίαση στην ημερίδα των Αρσάκειων Σχολείων Θεσσαλονίκης με θέμα «TN και Εκπαίδευση»* 25/01/2025.
- Μπισδικιάν, Γ. & Ψύλλος, Δ. (1996). *Οι προσομοιώσεις μέσω υπολογιστών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Θεσσαλονίκη.
- Ξανθίδου, Π. (2014). *Η διδακτική σημασία του πειράματος στα αναλυτικά προγράμματα και τα σχολικά εγχειρίδια του δημοτικού σχολείου (1838-2008)*. [Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή]. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Θεσσαλονίκη.  
<https://doi.org/10.12681/eadd/34621>
- Ψύλλος, Δ. (2021). Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Ψηφιακές Τεχνολογίες: όψεις και μετασχηματισμοί. *Έρευνα για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*, 1(1), 191-212. <https://doi.org/10.12681/riste.27276>

Glynn, S.M., & Duit, R. (1996). *Learning Science in the schools*. New York. Routledge.