ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2017)

5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

Διερευνητικές δεξιότητες και μοντέρνες τεχνικές αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών: Ψηφιακό σενάριο διερευνητικής μάθησης «Στατικός Ηλεκτρισμός»

Αναστασία Θεμελή, Γεώργιος Στεφανίδης, Κωνσταντίνος Καραγγελής, Ουρανία Πετροπούλου, Ιωάννης Ψαρομήλιγκος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Θεμελή Α., Στεφανίδης Γ., Καραγγελής Κ., Πετροπούλου Ο., & Ψαρομήλιγκος Ι. (2022). Διερευνητικές δεξιότητες και μοντέρνες τεχνικές αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών: Ψηφιακό σενάριο διερευνητικής μάθησης «Στατικός Ηλεκτρισμός». *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 49–58. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4066

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 20/01/2026 02:17:08

Διερευνητικές δεξιότητες και μοντέρνες τεχνικές αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών: Ψηφιακό σενάριο διερευνητικής μάθησης «Στατικός Ηλεκτρισμός»

Θεμελή Αναστασία[1], Στεφανίδης Γεώργιος[1], Καραγγελής Κωνσταντίνος[2], Πετροπούλου Ουρανία[3], Ψαρομήλιγκος Ιωάννης[4]
natashathem@gmail.com, g_stefanidis@hotmail.com, kostas.karaggelis@gmail.com, rpetro@biomed.ntua.gr, jpsa@teipir.gr
[1]Ιδιωτικό Δημοτικό Σχολείο «ΔΕΛΑΣΑΛ»
[2]8Ο Γυμνάσιο Γλυφάδας
[3]Πανεπιστήμιο Πειραιά
[4]ΤΕΙ Πειραιά

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται αναλυτικά ένα ψηφιακό σενάριο διερευνητικής μάθησης εμπλουτισμένο με μοντέρνες τεχνικές αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών, το οποίο εφαρμόστηκε στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στο μάθημα της Φυσικής και αναφέρεται στην ενότητα «Στατικός Ηλεκτρισμός». Το συγκεκριμένο διδακτικό σενάριο βασίζεται στο μοντέλο της διερευνητικής μάθησης και αξιοποιεί την προστιθέμενη αξία των σύγχρονων ψηφιακών συστημάτων ως δυναμικό εργαλείο που εμπλουτίζει τη διαδικασία μάθησης και συμβάλλει στη μεγιστοποίηση των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων, παρέχοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα στους μαθητές να περάσουν από την παραδοσιακή στη βιωματική μάθηση. Καινοτόμο στοιχείο της παρούσας εργασίας αποτελεί η αξιοποίηση από τον εκπαιδευτικό ενός συνδυασμού μοντέρνων τεχνικών αξιολόγησης που αποτιμούν τις διερευνητικές δεξιότητες που ανέπτυξαν οι μαθητές στο συγκεκριμένο σενάριο. Στόχος της παρούσας μελέτης είναι να παρουσιάσει αναλυτικά α) τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την εφαρμογή ενός καλά σχεδιασμένου ψηφιακού σεναρίου που εδράζεται στη φιλοσοφία της διερευνητικής μάθησης, β) τις διερευνητικές δεξιότητες, τις οποίες ο εκπαιδευτικός προσδοκούσε να καλλιεργήσει στους μαθητές και τέλος γ) τον συνδυασμό μοντέρνων τεχνικών αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών που αυτός εφάρμοσε.

Λέξεις-κλειδιά: Ψηφιακό σενάριο, διερευνητική μάθηση, αξιολόγηση διερευνητικών δεξιοτήτων, μοντέρνες τεχνικές αξιολόγησης των μαθητών

Εισαγωγή

Η διερευνητική μάθηση (inquiry based learning) βασίζεται στα κυρίαρχα ρεύματα των σύγχρονων παιδαγωγικών και εκπαιδευτικών τάσεων και ιδιαίτερα εκείνων που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες. Στο σημείο αυτό αξίζει να επισημανθεί ότι η διερευνητική μάθηση έχει ήδη αναγνωριστεί ως μια εκπαιδευτική προτεραιότητα, η οποία προωθείται από ευρωπαϊκές και διεθνείς εκθέσεις και προγράμματα ως προς την αποτελεσματικότητα και την καταλληλότητά της για την ενίσχυση των κινήτρων και την εμπλοκή των μαθητών στις φυσικές επιστήμες (Pathway project, 2010; SAILS, 2012). Επιπλέον, υποστηρίζεται επίσημα από πολλές χώρες για τη συνολική βελτίωση της επιστημονικής εκπαίδευσης (Rocard et al. 2007; Minner et al., 2010, Bolte et al., 2012). Σύμφωνα με τους Linn et al. (2004) διερεύνηση είναι «η σκόπιμη διαδικασία της διάγνωσης προβλημάτων, της κριτικής πειραμάτων, της διάκρισης εναλλακτικών λύσεων, του σχεδιασμού ερευνών, της έρευνας εικασιών, της αναζήτησης πληροφοριών, της κατασκευής μοντέλων, της συζήτησης με τους συμμαθητές

Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράτιτσης, Χ. Παναγιωτακόπουλος (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 49-58, Ανώτατη Σχολή ΠΑΙδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, 21-23 Απριλίου 2017.ISSN 2529-0924, ISBN 978-618-83186-0-1.

και της διαμόρφωσης συνεκτικής επιχειρηματολογίας». Σε αυτό το πλαίσιο έγκειται και η προστιθέμενη αξία αυτής της προσέγγισης, καθώς συμβάλλει δραστικά στην ανάπτυξη και την καλλιέργεια των διερευνητικών δεξιοτήτων που συνδέονται άμεσα με τις λεγόμενες «Βασικές Ικανότητες και Δεξιότητες του 21ου αιώνα» (Key Skills and Competencies/ 21st Century Skills), όπως η δημιουργικότητα και η καινοτομία, η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων και η λήψη αποφάσεων, η μεταγνώση, η επικοινωνία και η συνεργασία-ομαδική εργασία (Ananiadou & Claro, 2009; Binkley et al., 2010; Griffin et al., 2012; Minner et al., 2010; PISA, 2010; Partnership for 21st Century Skills, 2009).

Αν και τις τελευταίες δεκαετίες τόσο στη διεθνή όσο και στην ελληνική βιβλιογραφία συναντάται ένας ολοένα αυξανόμενος αριθμός διερευνητικών σεναρίων στο πεδίο των φυσικών επιστημών, η βασική τους αδυναμία έγκειται στο γεγονός ότι δεν εμπεριέχουν τεχνικές αξιολόγησης των διερευνητικών δεξιοτήτων που αναπτύσσουν οι μαθητές. Οι υπάρχουσες μελέτες-έρευνες έχουν καταδείξει ότι η αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών που εμπλέκονται σε σενάρια διερευνητικής μάθησης είναι ένα ιδιαίτερα απαιτητικό εγχείρημα για τον εκπαιδευτικό, καθώς θα πρέπει να λάβει υπόψη, να καταγράφει και να αξιολογήσει διάφορες παραμέτρους (Darling-Hammond & Adamson, 2010). Με βάση τα πορίσματα της σύγχρονης βιβλιογραφίας η αποτίμηση των πολλαπλών δεξιοτήτων που αναπτύσσουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια εμπλοκής τους σε διερευνητικά σενάρια απαιτεί την εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών αξιολόγησης (π.χ. αυτο-αξιολόγηση, ετερο-αξιολόγηση, ρουμπρίκες, εννοιολογικούς χάρτες, κλπ), ώστε να μπορέσει ο εκπαιδευτικός να αξιολογήσει με όσον το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια και λεπτομέρεια την ατομική και ομαδική επίδοση των μαθητών (Silva, 2008; Schwartz & Arena, 2013, Πετροπούλου κ.α., 2015).

Παράλληλα, οι υψηλές απαιτήσεις που θέτει η διδασκαλία μέσω της διερευνητικής προσέγγισης ιδιαίτερα στο πεδίο των φυσικών επιστημών, αναδεικνύουν την ανάγκη υποστήριξής της από τις σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες (πχ. εικονικά εργαστήρια, προσομοιώσεις, τρισδιάστατα γραφικά, κλπ.). Η αποτελεσματική αξιοποίηση-ενσωμάτωση των κατάλληλων ψηφιακών τεχνολογιών σε καλά σχεδιασμένα διερευνητικά σενάρια μάθησης: α) συμβάλλει στη δημιουργία ιδανικού περιβάλλοντος για τη διενέργεια των επιστημονικών διαδικασιών (π.χ. παρατήρηση, μέτρηση, ταξινόμηση πειραματικών δεδομένων, κλπ), β) διασφαλίζει αυθεντικές συνθήκες εξοικείωσης των μαθητών με την επιστημονική διαδικασία, γ) παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να περάσουν από την παραδοσιακή στη βιωματική μάθηση και δ) εμπλουτίζει τη διαδικασία μάθησης (Cepni et al., 2006; Chen et al., 2009; Ertmer et al., 2012; Mama & Hennessy, 2013).

Εστιαζόμενη στις παραπάνω διαπιστώσεις-προκλήσεις η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην παρουσίαση: α) του σχεδιασμού, της ανάπτυξης και της εφαρμογής ενός ψηφιακού σενάριου στις φυσικές επιστήμες που βασίζεται στη διερευνητική μάθηση μέσα από την πλατφόρμα «Αίσωπος», β) των διερευνητικών δεξιοτήτων που ο εκπαιδευτικός αναμένει να αναπτύξουν οι μαθητές του, και γ) του συνδυασμού μοντέρνων τεχνικών αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών που χρησιμοποιήθηκαν. Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά το διδακτικό σενάριο που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε πιλοτικά, οι διερευνητικές δεξιότητες που προσδοκούσε ο εκπαιδευτικός να καλλιεργήσει στους μαθητές του, καθώς επίσης και οι τεχνικές αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών, οι οποίες αξιοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο σενάριο.

Εκπαιδευτικός σχεδιασμός σεναρίου

Γενικό πλαίσιο

Το παρόν διδακτικό σενάριο σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε μέσω της ψηφιακής πλατφόρμας «Αίσωπος» (http://aesop.iep.edu.gr/). Δεδομένου αυτού, αξιοποιήθηκε ψηφιακό περιεχόμενο, το οποίο σχεδιάστηκε μέσω των διαδραστικών εργαλείων που παρέχει η πλατφόρμα, καθώς και ήδη υπάρχον υλικό (ψηφιακό υλικό από τον εθνικό συσσωρευτή εκπαιδευτικού περιεχομένου «Φωτόδεντρο» και διαδραστικές προσομοιώσεις από την πλατφόρμα "Phet"), το οποίο ενσωματώθηκε σε αυτή.

Εκπαιδευτικό πρόβλημα- πρωταρχικές ιδέες μαθητών

Παρατηρείται συχνά, ειδικά στις φυσικές επιστήμες η δυσκολία των μαθητών να συνδέσουν φαινόμενα της καθημερινότητας με την επιστημονική γνώση. Κάποιοι μάλιστα μαθητές αντιστέκονται σθεναρά στη νέα γνώση διατηρώντας τις εναλλακτικές αντιλήψεις τους για τα φυσικά φαινόμενα. Πιο συγκεκριμένα, η κατανόηση του στατικού ηλεκτρισμού ως έννοιας και ως φαινομένου αποτελεί προϋπόθεση για τη μετέπειτα μελέτη και διερεύνηση άλλων φαινομένων, όπως είναι το ηλεκτρικό ρεύμα και ο ηλεκτρομαγνητισμός. Οι μαθητές πρέπει να κάνουν συλλογισμούς με αφηρημένες έννοιες, όπως «ρεύμα», «ενέργεια», «φορτίο» κ.α. Πολλοί μαθητές συναντούν δυσκολίες στη διάκριση αυτών των εννοιών. Για παράδειγμα, συχνά χρησιμοποιούν τον όρο «ηλεκτρισμός» αντί για τον κάθε φορά ορθό και ειδικότερο όρο. Επιπλέον, παρότι οι μαθητές έχουν βιώσει το φαινόμενο του στατικού ηλεκτρισμού στην καθημερινότητά τους, δηλαδή μακροσκοπικά (κεραυνός, ηλέκτριση μαλλιών, τίναγμα), δεν είναι σε θέση να το εξηγήσουν μικροσκοπικά, γεγονός που συντείνει στη διατήρηση λανθασμένων αντιλήψεων.

Όσα προαναφέρθηκαν οδήγησαν στην ανάγκη προσέγγισης του μαθήματος με διερευνητικές μεθόδους και σύγχρονα μοντέλα διδασκαλίας που θα είχαν ως αφετηρία την ανάδειξη και τον έλεγχο των ιδεών- υποθέσεων των μαθητών μέσα από την ομαδική εργασία και τη συνδρομή των σύγχρονων ψηφιακών συστημάτων. Αυτά αποτέλεσαν και το ερέθισμα για τη σχεδίαση του παρόντος σεναρίου.

Επιλογή διδακτικού μοντέλου

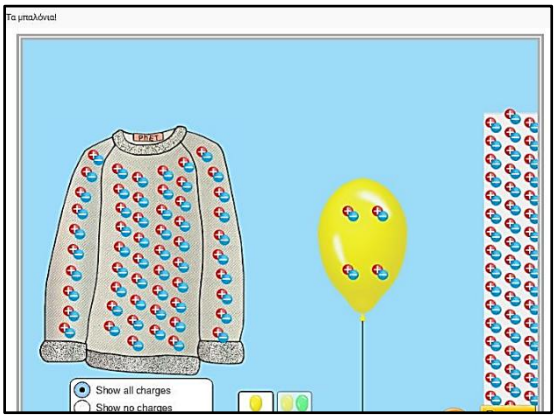
Η ύπαρξη πρωταρχικών ιδεών των μαθητών σχετικά με τις έννοιες και τα φαινόμενα του στατικού ηλεκτρισμού οδήγησε στην επιλογή του «ερευνητικά εξελισσόμενου διδακτικού μοντέλου» των Schmidkunz & Lindemann (1992) το οποίο έχει υιοθετηθεί στα προγράμματα σπουδών αρκετών σχολείων της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Sotiriou et al., 2010). Το συγκεκριμένο μοντέλο περιλαμβάνει τέσσερα στάδια: (i) Εισαγωγή ερέθισμα-Διατύπωση υποθέσεων, (ii) Πειραματική αντιμετώπιση του προβλήματος, (iii) Εξαγωγή συμπεράσματος, (iv) Εμπέδωση – Γενίκευση.

Περιγραφή σεναρίου

Το σενάριο μάθησης που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε αποτελείται από τέσσερις διακριτές φάσεις. Η υλοποίησή του πραγματοποιήθηκε σε 3 διδακτικές ώρες από 25 μαθητές της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου «ΔΕΛΑΣΑΛ». Στη συνέχεια παρατίθενται τα στάδια εφαρμογής του, οι δραστηριότητες, στις οποίες συμμετείχαν οι μαθητές, καθώς επίσης και ο συνδυασμός των τεχνικών αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν από τον εκπαιδευτικό για να αποτιμήσει τις πολλαπλές διερευνητικές δεξιότητες που ανέπτυξαν οι μαθητές του.

Η πρώτη φάση αποτέλεσε μια εισαγωγή στην έννοια του στατικού ηλεκτρισμού, των χαρακτηριστικών και των φαινομένων του. Οι μαθητές παρακολούθησαν τρία βίντεο από την καθημερινή ζωή (κεραυνός, ηλέκτριση των μαλλιών και έλξη ανάμεσα σε ένα μπαλόνι και το τρίχωμα μιας γάτας). Στη συνέχεια, οι ομάδες ανέπτυξαν-διατύπωσαν υποθέσεις τόσο για τις λέξεις- κλειδιά όσο και για τα φαινόμενα που παρακολούθησαν μέσω της συμπλήρωσης δύο εννοιολογικών χαρτών με κεντρική την έννοια του Στατικού Ηλεκτρισμού (φύλλο εργασίας 1).

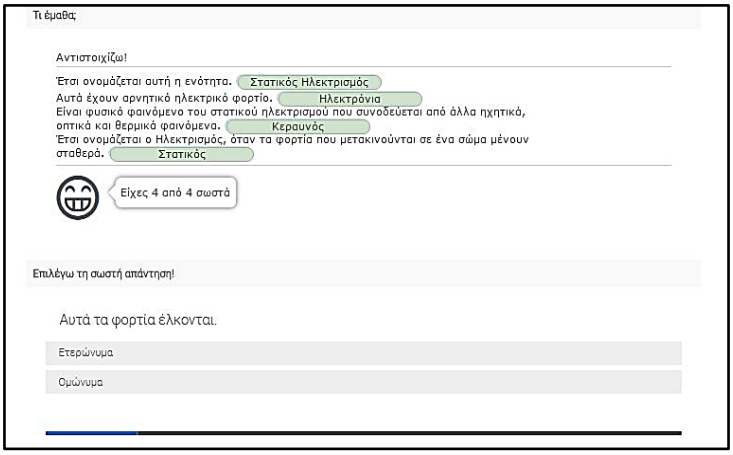
Στην επόμενη φάση, οι ομάδες παρακινήθηκαν να ελέγξουν τις αρχικές υποθέσεις τους μέσα από τέσσερις πειραματικές διαδικασίες, δύο στο εργαστήριο και δύο προσομοιώσεις στην αίθουσα Η/Υ, όπως παρατηρείται και στο Σχήμα 1. Στο εργαστήριο οι ομάδες χρησιμοποίησαν μάλλινο ύφασμα, δύο λωρίδες από πλαστική διαφάνεια και μπαλάκια φελιζόλ, ώστε να διαπιστώσουν τόσο την έλξη δύο σωμάτων, όταν το ένα φορτίζεται με τριβή (λωρίδα- φελιζόλ) όσο και την απώθηση, όταν δύο σώματα φορτίζονται όμοια με τριβή (δύο λωρίδες). Στο επόμενο εργαστηριακό πείραμα, οι ομάδες έτριψαν ένα πλαστικό καλαμάκι, ώστε να διαπιστώσουν την έλξη του νερού που έρεε από μια μικρή τρύπα στον πάτο ενός ποτηριού, όταν πλησίαζαν το φορτισμένο καλαμάκι σε αυτό. Στη συνέχεια, οι ομάδες πειραματίστηκαν εικονικά με δύο προσομοίωσεις αντίστοιχες των εργαστηριακών πειραμάτων (Μπαλόνια και Στατικός Ηλεκτρισμός, https://phet.colorado.edu/el/simulation/balloons-and-static-electricity) καθώς και των αρχικών εναυσμάτων (Travoltage - Στατικός ηλεκτρισμός, https://phet.colorado.edu/el/simulation/john-travoltage). Κατά τη διάρκεια του πειραματισμού, κατέγραφαν τις παρατηρήσεις τους και διαμόρφωναν τα αποτελέσματά τους χρησιμοποιώντας την επιστημονική ορολογία που τους είχε προταθεί σε ειδικά πλαίσια στα αντίστοιχα φύλλα εργασίας (2 & 3).



Σχήμα 1. Φάση 2. Πείραμα 3ο: Προσομοίωση «Τα μπαλόνια»

Στην τρίτη φάση, ακολούθησε η εμπέδωση-γενίκευση της αποκτηθείσας γνώσης και η ενίσχυση της επιστημονικής αιτιολόγησης και του επιστημονικού αλφαβητισμού των μαθητών μέσα από δραστηριότητες που αφορούσαν εφαρμογές του στατικού ηλεκτρισμού στον πραγματικό κόσμο. Κάθε ομάδα έπρεπε να απαντήσει σε ορισμένα ερωτήματα, τα οποία προέκυπταν από δύο βίντεο του στατικού ηλεκτρισμού που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή (φύλλο εργασίας 4).

Κατά την τελευταία φάση, οι ομάδες πραγματοποίησαν έλεγχο των αρχικών τους υποθέσεων και αναστοχασμό της μαθησιακής τους πορείας. Συμπλήρωσαν εκ νέου τους εννοιολογικούς χάρτες της πρώτης φάσης και συνόψισαν τα τελικά τους συμπεράσματα στο φύλλο εργασίας 5. Στο τέλος, ο κάθε μαθητής συμπλήρωσε ένα ατομικό quiz (αποτίμηση γνώσεων) με δύο διαφορετικά είδη ερωτήσεων: α) αντιστοίχισης και β) επιλογής της σωστής απάντησης, το οποίο είχε δημιουργηθεί στην πλατφόρμα «Αίσωπος» (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Φάση 4. Ατομική αποτίμηση γνώσεων μαθητή

Διερευνητικές δεξιότητες και τεχνικές αξιολόγησης μαθητών

Σε όλες τις φάσεις υλοποίησης της παρέμβασης χρησιμοποιήθηκαν πέντε φύλλα εργασίας ανά ομάδα για τη συλλογή δεδομένων με στόχο την αποτίμηση τόσο της γνώσης (επιστημονικός αλφαβητισμός και επιστημονική αιτιολόγηση) όσο και της ανάπτυξης των προσδοκώμενων διερευνητικών δεξιοτήτων. Υπό αυτό το πρίσμα, αξιοποιήθηκε από τον εκπαιδευτικό στο συγκεκριμένο σενάριο ένας συνδυασμός μοντέρνων τεχνικών αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών. Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά τόσο οι διερευνητικές δεξιότητες που ο εκπαιδευτικός φιλοδοξούσε να καλλιεργήσει στους μαθητές του όσο και οι τεχνικές αξιολόγησης που αυτός εφάρμοσε.

Διερευνητική δεξιότητα της ανάπτυξης υποθέσεων (developing hypotheses skill)

Η ανάπτυξη και ο έλεγχος υποθέσεων για ένα φαινόμενο από τους ίδιους τους μαθητές, καθώς και η αιτιολόγηση αυτών των υποθέσεων, αποτελεί κυρίαρχο συστατικό της διερευνητικής διαδικασίας και σχετίζεται άμεσα με την ανάδειξη των εναλλακτικών αντιλήψεων ή της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών. Για την αποτίμηση αυτής της δεξιότητας χρησιμοποιήθηκαν δύο εννοιολογικοί χάρτες κατά την πρώτη φάση της παρέμβασης. Οι εννοιολογικοί αυτοί χάρτες συμπληρώθηκαν εκ νέου από τους μαθητές κατά την τελευταία φάση, προκειμένου οι ίδιοι να πραγματοποιήσουν έλεγχο των αρχικών τους υποθέσεων και να αναστοχαστούν εφ’ όλης της διαδικασίας. Επιπρόσθετα, στη φάση αυτή ο εκπαιδευτικός για να αποτιμήσει την ανάπτυξη της συγκεκριμένης δεξιότητας αξιοποίησε μια τετράβαθμη ρουμπρίκα. Όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 3, με βάση τη ρουμπρίκα οι μαθητές αξιολογήθηκαν ως προς την ανάπτυξη, την αιτιολόγηση και τον έλεγχο των αρχικών υποθέσεων που πραγματοποίησαν.

	Εξαιρετική επίδοση (4)	Πολύ καλή επίδοση (3)	Μέτρια επίδοση (2)	Χαμηλή επίδοση (1)	Βαθμός
Συμμετείχαν όλα τα μέλη της ομάδας **στη συμπλήρωση του Εννοιολογικού χάρτη 1; (ΦΕ1)**	Στον χάρτη υπάρχουν **όλα (4)** τα χρώματα.	Στον χάρτη υπάρχουν 3 χρώματα.	Στον χάρτη υπάρχουν 2- 1 χρώματα.	Στον χάρτη δεν υπάρχουν **καθόλου** χρώματα.	
Οι μαθητές ανέπτυξαν *υποθέσεις* στον Εννοιολογικό χάρτη 2 που τους δόθηκε; (ΦΕ1)	Οι μαθητές συμπλήρωσαν **όλον** τον χάρτη 2 (5).	Οι μαθητές συμπλήρωσαν 4- 3 μέρη στον χάρτη.	Οι μαθητές συμπλήρωσαν 2 μέρη στον χάρτη.	Οι μαθητές συμπλήρωσαν 1 **έως κανένα** μέρη στον χάρτη.	
Οι μαθητές *αιτιολόγησαν* τη σκέψη τους στον Εννοιολογικό χάρτη 2; (ΦΕ1)	Οι μαθητές αιτιολόγησαν τη σκέψη τους για **όλα (3)** τα φαινόμενα.	Οι μαθητές αιτιολόγησαν τη σκέψη τους για τα 2 φαινόμενα.	Οι μαθητές αιτιολόγησαν τη σκέψη τους για το 1 φαινόμενο.	Οι μαθητές δεν αιτιολόγησαν τη σκέψη τους για **κανένα** φαινόμενο.	
Οι μαθητές *αιτιολόγησαν* τη σκέψη τους στον Εννοιολογικό χάρτη 2; (ΦΕ5)	Οι μαθητές αιτιολόγησαν τη σκέψη τους για **όλα (3)** τα φαινόμενα.	Οι μαθητές αιτιολόγησαν τη σκέψη τους για τα 2 φαινόμενα.	Οι μαθητές αιτιολόγησαν τη σκέψη τους για το 1 φαινόμενο.	Οι μαθητές δεν αιτιολόγησαν τη σκέψη τους για **κανένα** φαινόμενο.	
Συμμετείχαν όλα τα μέλη της ομάδας **στη συμπλήρωση του Εννοιολογικού χάρτη 1; (ΦΕ 5)**	Στον χάρτη υπάρχουν **όλα (4)** τα χρώματα.	Στον χάρτη υπάρχουν 3 χρώματα.	Στον χάρτη υπάρχουν 2- 1 χρώματα.	Στον χάρτη δεν υπάρχουν **καθόλου** χρώματα.	
				Σύνολο:	

Σχήμα 3. Ρουμπρίκα αξιολόγησης της ανάπτυξης αποθέσεων για τις Φάσεις 1& 4

Διερευνητική δεξιότητα διεξαγωγής έρευνας (carrying out investigation skill)

Η έρευνα αποτελεί κύριο συστατικό της διερευνητικής διαδικασίας κυρίως στο πεδίο των φυσικών επιστημών, καθώς μέσω της διεξαγωγής πειραμάτων οι μαθητές ελέγχουν τις αρχικές υποθέσεις τους, τις ισχυροποιούν ή τις απορρίπτουν. Πιο συγκεκριμένα, η προϋπάρχουσα γνώση διατηρείται ή τροποποιείται μέσα από αυθεντικές δραστηριότητες, στις οποίες οι μαθητές συμμετέχουν, ενεργούν και ανακαλύπτουν στο πλαίσιο της ομάδας. Για την αποτίμηση αυτής της δεξιότητας ο εκπαιδευτικός χρησιμοποίησε μια τετράβαθμη ρουμπρίκα αυτο-αξιολόγησης. Η κάθε ομάδα αυτο-αξιολογήθηκε με βάση τα δεδομένα που συνέλεξε από τις δραστηριότητες των αντίστοιχων φύλλων εργασίας. Τα κριτήρια αξιολόγησης αφορούσαν: α) τη διεξαγωγή των πειραμάτων, β) τη συμπλήρωση των δραστηριοτήτων στα αντίστοιχα φύλλα εργασίας, γ) τη χρήση της προτεινόμενης επιστημονικής ορολογίας, δ) την εκτέλεση στον προτεινόμενο χρόνο και ε) την άσκηση ρόλων εντός της ομάδας.

Διερευνητική δεξιότητα διαμόρφωσης συνεκτικής επιχειρηματολογίας (forming coherent arguments skill)

Πρόκειται για τη δεξιότητα των μαθητών να παρουσιάσουν ένα θέμα, το οποίο θα χαρακτηρίζεται από επιστημονική αιτιολόγηση, συνοχή και συνεκτικότητα, βάσει των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την πειραματική διαδικασία. Στο συγκεκριμένο σενάριο οι μαθητές ανέπτυξαν γραπτά δύο θέματα εφαρμογής του στατικού ηλεκτρισμού στην καθημερινή ζωή. Στη συνέχεια, κάθε ομάδα συμπλήρωσε μια ρουμπρίκα ετερο-αξιολόγησης τεσσάρων επιπέδων, στην οποία αξιολογούσε μια άλλη ομάδα βάσει των απαντήσεων της τελευταίας στο φύλλο παρουσίασης. Τα κριτήρια αξιολόγησης αφορούσαν: α) την ορθότητα των απαντήσεων, β) την πληρότητα αυτών, γ) την επιστημονική αιτιολόγηση και δ) τον επιστημονικό αλφαβητισμό (χρήση προτεινόμενης επιστημονικής ορολογίας της ενότητας).

Διερευνητική δεξιότητα της ομαδικής εργασίας (teamwork skill)

Οι περισσότερες δραστηριότητες του σεναρίου σχεδιάστηκαν, ώστε οιμαθητές να εργαστούν από κοινού. Ειδικότερα, κατά την πειραματική διαδικασία, το κάθε μέλος της ομάδας εργαζόταν με συγκεκριμένο ρόλο. Η αποτίμηση αυτής της δεξιότητας έγινε με τη χρήση μιας επιπλέον ρουμπρίκας αυτο-αξιολόγησης της ομάδας στη φάση 2. Επίσης, ο κάθε μαθητής είχε τη δυνατότητα να συμπληρώσει μια ατομική κλίμακα αυτο-αξιολόγησης τριών επιπέδων (rating scale) στο τέλος της παρέμβασης. Κριτήρια αξιολόγησης αποτέλεσαν: α) η ενεργός συμμετοχή, β) η άσκηση ρόλων στην ομάδα, γ) η συμβολή όλων των μελών στη διερευνητική διαδικασία.

Οι διερευνητικές ξεξιότητες καθώς και η αξιολόγησή τους ανά φάση συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Διερευνητικές Δεξιότητες που αξιολογήθηκαν και τεχνικές αξιολόγησης αυτών

	Διερευνητικές Δεξιότητες	Μέθοδοι και τεχνικές Αξιολόγησης
Φάση 1	● Ανάπτυξη Υποθέσεων	● Ρουμπρίκα αξιολόγησης των μαθητών από τον εκπαιδευτικό ● Εννοιολογικοί χάρτες
Φάση 2	● Διεξαγωγή της έρευνας ● Ομαδική εργασία	●Ρουμπρίκα αυτο-αξιολόγησης της ομάδας
Φάση 3	●Συνεκτική Επιχειρηματολογία	●Ρουμπρίκα ετερο-αξιολόγησης των ομάδων ● Φύλλο παρουσίασης
Φάση 4	● Ανάπτυξη και έλεγχος υποθέσεων ● Ομαδική εργασία	● Εννοιολογικοί χάρτες ● Φύλλο αυτο-αξιολόγησης της ομάδας κι ελέγχου αρχικών υποθέσεων ● Ατομικό rating scale αυτο-αξιολόγησης

Αποτίμηση των γνώσεων των μαθητών

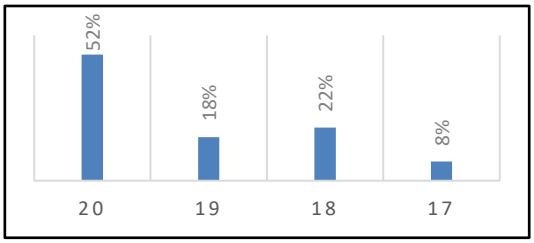
Για την αποτίμηση των γνώσεων των μαθητών χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό Quiz, στο οποίο ο κάθε μαθητής εργάστηκε ατομικά μέσω της πλατφόρμας «Αίσωπος».

Αποτελέσματα

Η ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν από την εφαρμογή του συνδυασμού των μοντέρνων τεχνικών αξιολόγησης κατέδειξε πως ο μέσος όρος των μαθητών ανέπτυξε τις αναμενόμενες διερευνητικές δεξιότητες σε ποσοστό 80% της βαθμολογικής κλίμακας που χρησιμοποιήθηκε. Πιο συγκεκριμένα, τόσο οι ρουμπρίκες όσο και το ατομικό rating scale βαθμολογήθηκαν στην κλίμακα του είκοσι. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα που προέκυψαν ανά δεξιότητα και ανά φάση.

Η επεξεργασία των δεδομένων σχετικά με την ανάπτυξη υποθέσεων έδειξε πως το 52% των μαθητών βαθμολογήθηκαν με είκοσι (μέγιστη βαθμολογία) στις ρουμπρίκες

αξιολόγησης, ενώ το 48% είχε βαθμολογία από δεκαεφτά έως δεκαεννιά, όπως παρατηρείται και στο Σχήμα 4.

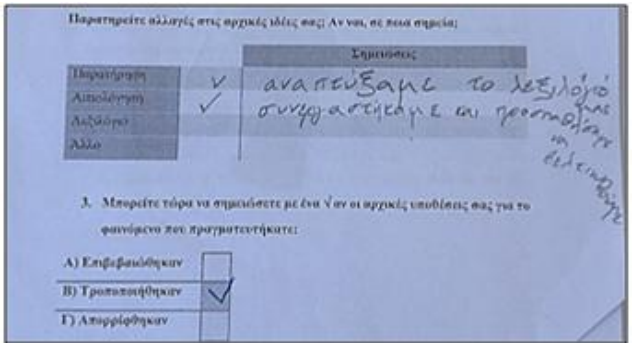


Σχήμα 4. Αποτελέσματα αξιολόγησης της δεξιότητας ανάπτυξης υποθέσεων

Σχετικά με τον έλεγχο των αρχικών υποθέσεων, η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων από το αντίστοιχο φύλλο ελέγχου (Σχήμα 5) έδειξε ότι το 84% των μαθητών δήλωσε τροποποίηση των αρχικών τους υποθέσεων. Επιπλέον, το 100% των μαθητών παρατήρησε αλλαγή ως προς το επιστημονικό λεξιλόγιο πριν και μετά την παρέμβαση, ενώ το 56% από αυτούς δήλωσε βελτίωση ως προς την επιστημονική αιτιολόγηση του αρχικού φαινομένου.

Από την αποτίμηση της δεξιότητας διεξαγωγής έρευνας στη φάση 2 μέσω των ρουμπρικών αυτο-αξιολόγησης των ομάδων προέκυψε πως το 20% των μαθητών απέδωσαν στην ομάδα τους τη μέγιστη βαθμολογία, ενώ το υπόλοιπο 76% έδωσαν από δεκαοχτώ έως δεκαεννέα βαθμούς. Ακολούθως, η αποδελτίωση των ρουμπρικών ετερο-αξιολόγησης των ομάδων σχετικά με τη δεξιότητα της διαμόρφωσης συνεκτικής επιχειρηματολογίας κατέδειξε πως το 32% των μαθητών βαθμολόγησαν τους συμμαθητές τους με δεκαεννέα, ενώ το 68% από δεκαεφτά έως δεκαοχτώ.

Η αποτίμηση της ομαδικής εργασίας με τη ρουμπρίκα αυτο-αξιολόγησης των ομάδων έδειξε πως το 20% των μαθητών απέδωσαν στην ομάδα τους τη μέγιστη βαθμολογία, ενώ το υπόλοιπο 76% έδωσαν από δεκαοχτώ έως δεκαεννέα βαθμούς. Για την ίδια δεξιότητα, το 21% των μαθητών βαθμολόγησε τον εαυτό του με είκοσι, ενώ το 79% κυμάνθηκε σε βαθμολογία από δεκαεφτά έως δεκαοχτώ. Τέλος, από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων του τελικού ατομικού τεστ προέκυψε πως το 50% των μαθητών βαθμολογήθηκε με 20, ενώ οι υπόλοιποι μαθητές είχαν βαθμολογία από δεκαοχτώ έως δεκαεννέα. Τα ποσοστά αυτά φανερώνουν υψηλή απόδοση στους γνωστικούς στόχους της ενότητας.



Σχήμα 5. Φύλλο ελέγχου ερευνητικών υποθέσεων

Συμπεράσματα - μελλοντικοί στόχοι

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η εφαρμογή ενός ψηφιακού σεναρίου διερευνητικής μάθησης που εφαρμόστηκε στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στο πλαίσιο του μαθήματος της Φυσικής και αφορά την ενότητα «Στατικός Ηλεκτρισμός». Από τη συνολική αποτίμηση των ευρημάτων της πιλοτικής εφαρμογής του προτεινόμενου σεναρίου διαπιστώθηκε ότι: α) οι μαθητές συμμετείχαν ενεργά και με ιδιαίτερο ενθουσιασμό σε όλες τις φάσεις εφαρμογής του σεναρίου, β) οι εργαστηριακές και ψηφιακές πειραματικές δραστηριότητες συνέβαλαν καταλυτικά στη διαδικασία αναδόμησης των αρχικών ιδεών των μαθητών και στην ανάπτυξη πολλαπλών διερευνητικών δεξιοτήτων, και γ) η εφαρμογή συνδυασμού μοντέρνων τεχνικών αξιολόγησης έδωσε τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να αποτιμήσει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια και πληρότητα και με δομημένο τρόπο αυτές τις δεξιότητες.

Μελλοντικό μας στόχο αποτελεί η ανάπτυξη και υλοποίηση και άλλων καλά σχεδιασμένων σεναρίων διερευνητικής μάθησης, τα οποία θα αξιοποιούν την προστιθέμενη αξία των σύγχρονων ψηφιακών συστημάτων μετατρέποντας την παραδοσιακή τάξη σε ένα σύγχρονο επιστημονικό εργαστήριο.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε θερμά την ερευνητική ομάδα του ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου «SAILS: Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science» (που χρηματοδοτείται από το έβδομο πρόγραμμα-πλαίσιο έρευνας της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Seventh Framework Programme) για το υλικό που μας έδωσε. Ο δικτυακός τόπος του έργου είναι: http://www.sails-project.eu/.

Αναφορές

Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st Century skills and competences for new millennium learners in OECD countries*. OECD Education Working Papers, 41. OECD Publishing.

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., & Rumble, M. (2010). *Defining 21st century skills*.Retrieved from http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/19B97225-84B1-4259-B423-4698E1E8171A/115804/defining21stcenturyskills.pdf

Bolte, C., Streller, S., Holbrook, J., Rannikmae, M., Mamlok Naaman, R., Hofstein, A., & Rauch, F. (2012). PROFILES: Professional Re-flection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science. *Proceedings of the European Science Edu-cational Research Association (ESERA).* Lyon, France.

Cepni, S. T. (2006). The effects of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computer and Education, 46*, 192-205.

Chen, F.-H. L.-K. (2009). Integrating technology in the classroom: A visual conceptualization of teachers' knowledge, goals and beliefs. *Journal of Computer Assisted Learning, 25(5)*, 470-488.

Darling-Hammond, L., & Adamson, F. (2010). *Beyond basic skills: The role of performance assessment in achieving 21st century standards of learning*. Stanford University: Stanford Center for Opportunity Policy in Education.

Ertmer, P. A.-L. ((2012)). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education, 59(2)*, 423–435.

Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). *Assessment and Teaching of 21st century skills.* Melbourne: Springer.

Linn, M. C., Davis , E. A., & Bell, P. (2004). Inquiry and Technology. In M. C. Linn, M. C. Linn, E. A. Davis, & P. Bell (Eds.), *Internet Environments for Science Education* (p. 3-28). NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (n.d.).

Mama, M. &. (2013). Developing a typology of teacher beliefs and practices concerning classroom use of ICT. *Computers & Education, 68*, 380-387.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2009). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Resultsfrom a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(4), 1-24.

Partnership for 21st Century Skills.(2016). Retrieved from http://www.p21.org

Pathway project. (2010-2013). Retrieved from http://www.pathway-project.eu/

PISA. (2010). *2012 Field Trial Problem Solving Framework.*

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemm, V. (2007). *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe (EUR22845).* Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society. European Commission, Community Research.

SAILS. (2012). *Report on mapping the development of Key Skills and Competencies onto skills developed in IBSE.*Retrieved from http://www.sails-project.eu/sites/default/files/outcomes/d1-1.pdf

Schwartz, D. L. (2013). *Measuring what matters.* Massachusetts London, England: The MIT Press Cambridge.

Silva, E. (2008). *Measuring Skills for the 21st Century.* Retrieved March 12, 2013, Available at: http://www.educationsector.org/sites/default/files/publications/MeasuringSkills.pdf Last visit: 2013/07/23.

Sotiriou, S., Koulouris, P., Kouris , F., Zygouritsas, N., Borotis, S., Kastis, N., . . . Kalamatianos, A. (2010). *Towards the Development of a Common Digital Repository for Formal and Informal Science Education.* D-2.1: OSR Educational Design.

Πετροπούλου, Ο., Κασιμάτη, Α., & Ρετάλης , Σ. (2015). *Σύγχρονες μορφές εκπαιδευτικής αξιολόγησης με αξιοποίηση εκπαιδευτκών τεχνολογιών.* Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανάκτηση από http://hdl.handle.net/11419/232