



# **ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

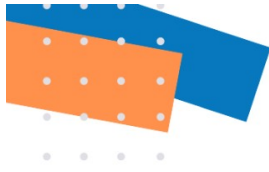
**του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix  
για την Εκπαίδευση STEM**

**Αθήνα, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου  
23, 24 και 25 Σεπτεμβρίου 2022**

## **ΤΟΜΟΣ Α**

**ISBN: 978-618-84221-3-1**

**Επιμέλεια: Κατερίνα Γλέζου, Ιωάννης Λεύκος, Κώστας Παπαδήμας**



# SCIENTIX

The community for science education in Europe

<http://www.scientix.eu>

<https://scientix.ellak.gr/>

## 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο SCIENTIX για την Εκπαίδευση STEM

23, 24, 25 Σεπτεμβρίου

Πολυτεχνειούπολη, Ζωγράφου



### Υποστηρικτές



ΠΑΝΕΚΦΕ  
ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ ΥΠΕΥΘΥΝΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ  
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ



Τμήμα Μαθηματικών  
National and Kapodistrian  
UNIVERSITY OF ATHENS



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικών και Καποδιστριακών  
Πανεπιστημίων Αθηνών  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
Τμήμα Εκπαιδευτικής &  
Κοινωνικής Πολιτικής  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΜΕ  
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ

ELLINOGERMANIKI AGOGI

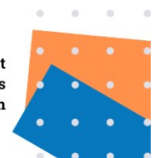


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

### Χορηγοί



This event is supported by the European Union's H2020 research and innovation programme - project Scientix 4 (Grant Agreement N. 101000063), coordinated by European Schoolnet (EUN). The content of this material is the sole responsibility of the organiser and it does not represent the opinion of the European Commission (EC), and the EC is not responsible for any use that might be made of information contained



# Συντονιστική Επιτροπή Συνεδρίου

Θεοδόση Αγγελική	ΔΙΔΕ Πειραιά	Ράλλεια Πειραματικά Δημοτικά Σχολεία
Ψαρίδου Βασιλική	ΔΙΠΕ Ροδόπης	Μειονοτικό Σχολείο Δοκού
Φώτη Παρασκευή	ΔΙΠΕ Γ' Αθήνας	3ο ΠΕΚΕΣ Αττικής
Κολιάκου Ηρώ	ΔΙΠΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	Κολλέγιο Ανατόλια
Χάσκου Σοφία	ΔΙΠΕ Ανατολικής Αττικής	4ο Δημοτικό Σχολείο Αχαρνών
Αλμπάνη Σοφία	ΔΙΠΕ Ευβοίας	4ο Δημοτικό Σχολείο Νέας Αρτάκης
Κουζούλη Σοφία	ΔΙΠΕ Ηλείας	1ο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Πύργου
Τσαπάρα Μαρία	ΔΙΠΕ Πειραιά	2ο Νηπιαγωγείο Περάματος
Λιάπη Αγγελική	ΔΙΠΕ Β' Αθήνας	2ο Νηπιαγωγείο Λυκόβρυσης
Σιούλη Στυλιανή	ΔΙΠΕ Χαλκιδικής	1ο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Θεσσαλονίκης (Ενταγμένο στο ΑΠΘ)
Τσαμπίκα Αργυρού	ΔΙΠΕ Δωδεκανήσου	2ο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Ρόδου
Φαρασόπουλος Νεκτάριος	ΔΠΕ Κυκλάδων	Δημοτικό Σχολείο Άνω Σύρου
Λεύκος Ιωάννης	ΠΑΜΑΚ	Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής

Γκινούδη Αθηνά	ΔΙΔΕ Πέλλας	ΠΕΚΕΣ Κρήτης
Μαΐδου Ανθούλα	ΔΙΔΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	2ο Πρότυπο Γυμνάσιο Θεσσαλονίκης
Ζερβού Κυριακή	ΔΙΠΕ Δυτικής Θεσσαλονίκης	Προϊσταμένη Εκπαιδευτικών Θεμάτων ΔΙΠΕ Δ. Θεσσαλονίκης
Σαμουτιάν Μαργαρίτα	ΔΙΠΕ Ευβοίας	Νηπιαγωγείο Αυλωναρίου
Χουλιάρα Ξανθή	ΔΙΠΕ Ζακύνθου	2ο Δημοτικό Σχολείο Ρίζας Ζακύνθου
Γλέζου Κατερίνα	ΔΙΔΕ Β' Αθήνας	Α' Αρσάκειο Λύκειο Ψυχικού
Αργύρη Παναγιώτα	ΔΙΔΕ Δ' Αθήνας	Πρότυπο Γενικό Λύκειο Ευαγγελικής Σχολής Σμύρνης
Γαλίτης Παντελής	ΔΔΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	Επαγγελματικό Λύκειο Βασιλικών
Κορακάκη Ελένη	ΔΙΔΕ Ηρακλείου Κρήτης	Πρότυπο Γενικό Λύκειο Ηρακλείου Κρήτης
Τοπολιάτη Μαρία	ΔΙΠΕ Ιωαννίνων	Νηπιαγωγείο Κληματιάς
Τσιαστούδης Δημήτρης	ΔΙΔΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	Ειδικό Γυμν. Λύκειο ΕΑΕ Κωφών και Βαρήκων
Κούργια Σταυρούλα	ΔΙΔΕ Δ' Αθήνας	ΕΕΕΕΚ Αγίου Δημητρίου
Σπίτσα Αικατερίνη	ΔΙΠΕ Ευβοίας	2ο Νηπιαγωγείο Χαλκίδας
Δακορώνια	ΔΙΠΕ Πειραιά	32ο Δημοτικό Σχολείο Πειραιά

Μαργαρίτα

Τριανταφύλλου Ευαγγελία	ΔΙΠΕ Ανατολικής Αττικής	2ο Νηπιαγωγείο Παιανίας
Κατσιάβου Ελένη	ΔΙΠΕ Αρκαδίας	9ο Νηπιαγωγείο Τρίπολης
Ζερβάκης Νικόλαος	ΔΙΔΕ Λασιθίου	Εσπερινό ΓΕΛ Σητείας
Λούστα Χριστίνα	ΠΔΕ Κεντρικής Μακεδονίας	ΠΔΕ Κεντρικής Μακεδονίας
Σιώτου Ειρήνη	ΔΙΔΕ Β' Αθήνας	Κολλέγιο Αθηνών
Κοντοπίδη Ευαγγελία	ΔΙΔΕ Β' Αθήνας	Βαρβάκειο Πρότυπο Γυμνάσιο
Μιχαηλίδη Αφροδίτη	ΔΔΕ Ηρακλείου	1ο Εργαστηριακό Κέντρο Ηρακλείου

# Επιστημονική Επιτροπή Συνεδρίου

Παρασκευάς Μιχαήλ	Πρόεδρος ΕΕ	Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, Αντιπρόεδρος ΙΤΥΕ “Διόφαντος”
Βαρλάμης Ηρακλής	Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο	Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεματικής
Καραλιοπούλου Μαργαρίτα	ΕΚΠΑ	Μέλος ΕΔΙΠ Α, Τμήμα μαθηματικών
Σωτηρίου Σοφοκλής	Ελληνογερμανική Αγωγή	Υπεύθυνος του Τμήματος έρευνας και Ανάπτυξης
Ψυχάρης Σαράντος	ΑΣΠΑΙΤΕ, Ε3STEM	Καθηγητής του Παιδαγωγικού Τμήματος ΑΣΠΑΙΤΕ, Πρόεδρος της  Ελληνικής Εκπαιδευτικής Ενωσης STEM(e3stem.edu.gr)
Πολάτογλου Χαρίτων	ΑΠΘ	Καθηγητής του Τμήματος Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου
Τσινάκος Αύγουστος	ΔΠΕ	Καθηγητής του Τμήματος Πληροφορικής του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος
Καλοβρέκτης Κωνσταντίνος	Παν. Θεσσαλίας	Επιστημονικός Συνεργάτης του Τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας,
Θεοδόση Αγγελική	ΔΙΔΕ Πειραιά	Ράλλεια Πειραματικά Δημοτικά Σχολεία

Καλέσης Βασίλειος	ΔΙΔΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	Ι.Ε. “Ο Απόστολος Παύλος”
Παπαδάκης Σταμάτιος	ΔΙΔΕ Ηρακλείου	5ο ΓΕΛ Ηρακλείου
Κανύχης Παναγιώτης	ΔΙΠΕ Πειραιά	1ο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Ρόδου
Φώτη Παρασκευή	ΔΙΠΕ Γ΄ Αθήνας	3ο ΠΕΚΕΣ Αττικής
Αμανατίδης Νικόλαος	ΔΙΠΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	3ο ΠΕΚΕΣ Κεντρικής Μακεδονίας
Κολιάκου Ηρώ	ΔΔΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	Κολλέγιο Ανατόλια
Παρασκευάς Απόστολος	ΔΙΠΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	2ο ΠΕΚΕΣ Κεντρικής Μακεδονίας
Χάσκου Σοφία	ΔΙΠΕ Ανατολικής Αττικής	4ο Δημοτικό Σχολείο Αχαρνών
Αλμπάνη Σοφία	ΔΙΠΕ Ευβοίας	4ο Δημοτικό Σχολείο Νέας Αρτάκης
Κουζούλη Σοφία	ΔΙΠΕ Ηλείας	1ο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Πύργου
Αμαραντίδου Δέσποινα	ΔΙΠΕ Δράμας	8ο Δημοτικό Σχολείο Δράμας
Τσαπάρα Μαρία	ΔΙΠΕ ΠΕΙΡΑΙΑ	2ο Νηπιαγωγείο Περάματος

Λιάπη Αγγελική	ΔΙΠΕ Β' Αθήνας	2ο Νηπιαγωγείο Λυκόβρυσης
Φαρασόπουλος Νεκτάριος	ΔΠΕ Κυκλάδων	Δημοτικό Σχολείο Άνω Σύρου
Μαΐδου Ανθούλα	ΔΙΔΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	2ο Πρότυπο Γυμνάσιο Θεσσαλονίκης
Ζερβού Κυριακή	ΔΙΠΕ Δυτικής Θεσσαλονίκης	:Προϊσταμένη Εκπ. Θεμάτων ΔΠΕ Θεσσαλονίκης
Μαραβελάκη Σωφρονία	ΔΔΕ Σερρών	Γυμνάσιο Ηράκλειας, Υποδιευθύντρια
Χουλιάρα Ξανθή	ΔΠΕ Ζακύνθου	2ο Δημοτικό Σχολείο Ρίζας Ζακύνθου
Γλέζου Κατερίνα	ΔΙΔΕ Β' Αθήνας	Α' Αρσάκειο Λύκειο Ψυχικού
Ιωάννου Μιχάλης	ΔΙΠΕ Α' Πειραιά	54ο Νηπιαγωγείο Πειραιά
Κοκκίνου Ελένη	ΔΙΠΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	ΓΕΛ Αριστοτέλειο Κολλέγιο
Γούση Κατερίνα	ΔΙΠΕ Μεσσηνίας	Εκπαιδευτήρια Μπουγά δημοτικό
Μανάφη Ιωάννα	ΔΙΠΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	ΠΕΚΕΣ Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης
Τάλλου Κωνσταντίνα	ΔΙΠΕ Ιωαννίνων	7ο Νηπιαγωγείο Ιωαννίνων
Καλέση Ελένη	ΔΙΠΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	64ο Δημοτικό Σχολείο Θεσ/νίκης,  Université Libre de Bruxelles



Αργύρη Παναγιώτα	ΔΙΔΕ Δ' Αθήνας	Πρότυπο Γενικό Λύκειο Ευαγγελικής Σχολής Σμύρνης
Γαλίτης Παντελής	ΔΔΕ Ανατολικής Θεσσαλονίκης	Επαγγελματικό Λύκειο Βασιλικών
Τζόρτζογλου Φίλιππος	ΔΙΠΕ Πέλλας	1ο Δημοτικό Σχολείο Έδεσσας
Μπαρούτα Μαρία	ΔΙΠΕ Κέρκυρας	Δημοτικό Σχολείο Καναλιών
Πρώιας Γεώργιος	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	ΕΑΔΠ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τζιαμπάζη Θεοδώρα	ΔΙΠΕ Σάμου	Δημοτικό Σχολείο Φούρνων Κορσεών
Κούργια Σταυρούλα	ΔΙΔΕ Δ' Αθήνας	ΕΕΕΕΚ Αγίου Δημητρίου
Σπίτσα Αικατερίνη	ΔΙΠΕ Ευβοίας	2ο Νηπιαγωγείο Χαλκίδας
Τομαρά Μαρίνα	ΔΙΔΕ Ανατολικής Αττικής	Γυμνάσιο Κουβαρά
Ρονιώτης Αλέξανδρος	ΔΙΠΕ Σάμου	1ο Δημοτικό Σχολείο Σάμου
Μιχαηλίδη Αφροδίτη	ΔΔΕ Ηρακλείου	1ο Εργαστηριακό Κέντρο Ηρακλείου
Σιούλη Στυλιανή	ΔΙΠΕ Χαλκιδικής	1ο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Θεσσαλονίκης (Εντ. ΑΠΘ)
Σιώτου Ειρήνη	Κολλέγιο Αθηνών	Κολλέγιο Αθηνών

Σαμουτιάν  
Μαργαρίτα

ΔΙΠΕ Εύβοιας

Νηπιαγωγείο Αυλωναρίου

Ψαρίδου Βασιλική

ΔΙΠΕ Ροδόπης

Μειονοτικό Σχολείο Δοκού

Λεύκος Ιωάννης

Πανεπιστήμιο  
Μακεδονίας

Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής  
Πολιτικής

# ΤΟΜΟΣ Α

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΤΟΜΟΥ Α

Συντονιστική Επιτροπή Συνεδρίου.....	3
Επιστημονική Επιτροπή Συνεδρίου.....	6
Επαγγελματική Μάθηση Εκπαιδευτικών για την Ένταξη Παιδιών με Μεταναστευτική Βιογραφία: Αναστοχασμοί, Εμπειρίες και Πρακτικές Εκπαιδευτικών και Υποστηρικτών σε Εφαρμογές Μεθοδολογίας STEM στο Κυπριακό Εκπαιδευτικό Σύστημα.....	13
Forest Fighters: Μια διδακτική πρόταση STEM για την πρόληψη δασικών πυρκαγιών και παράνομης υλοτομίας με χρήση physical computing.....	21
Οργανώνοντας ένα εργαστήριο STEAM και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Προσχολική Εκπαίδευση.....	26
Τροποποίηση της Διδασκαλίας της Ελεύθερης Πτώσης με Ένταξη στην STEM Εκπαίδευση για την Ενίσχυση της Δημιουργικότητας μέσω Επίλυσης Προβλήματος: Διακομιδή σε Καταστάσεις Έκτακτης Ανάγκης.....	32
Δυνατότητες του λογισμικού βίντεο ανάλυσης Tracker.....	34
Διαδικτυακή Πλατφόρμα Citizension of Smart Cities.....	41
Εποικισμός στον Πλανήτη Άρη: Προσεγγίζοντας μέσω STEM Επιστημονικές Έννοιες και Διαδικασίες.....	46
Αξιολόγηση Γλωσσών Προγραμματισμού για τη Σχολική Εκπαίδευση.....	56
Δραστηριότητα για τη Δημιουργία Συστήματος Προειδοποίησης με Προγραμματισμό του Arduino.....	67
Η Διδασκαλία του Ηλεκτρομαγνητισμού μέσω Ενοποιημένης Εκπαίδευσης σε Περιβάλλον STEM.....	73
Παιδαγωγική Αξιοποίηση του 3d Εκτυπωτή.....	83
Η Κλιματική Αλλαγή και ο Ρόλος της Εκπαίδευσης: Μία Διδακτική Προσέγγιση με τη Χρήση του Εργαλείου της NetLogo.....	91
Μέτρηση της Μάζας σε Συνθήκες Μικροβαρύτητας: Εκτοξεύοντας την Εκπαίδευση στο Διάστημα.....	105
Καινοτομία και STEAM: Μια Πιλοτική Βιβλιομετρική Ανάλυση.....	115
"Το Τρένο Περνά! - Προγραμματίζοντας Μικροελεγκτή #SkillsLabs": μια Πρόταση Σύζευξης Προγράμματος Καλλιέργειας Δεξιοτήτων και Έργου eTwinning για την Προώθηση της Εκπαίδευσης STEM.....	121

Εκπαιδευτικό Σενάριο: Φτιάχνω το Όχημά μου για τη Σελήνη.....	130
Σχεδίαση και Διδακτική Αξιοποίηση ενός Συστήματος Αυτόματου Ποτίσματος υπό το Πρίσμα της Ανεστραμμένης Τάξης ως Εφαρμογή STEM.....	146
Μηχανική Όραση με Φωτοαντίσταση – Physical Computing.....	157
Η Ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης μέσα από Ασύνδετες Δραστηριότητες Προγραμματισμού στην Προσχολική Εκπαίδευση.....	163
Συνδέοντας την Πολιτιστική Κληρονομιά του Τόπου με τη Διδασκαλία των Χημικών Αντιδράσεων.....	168
Αποτίμηση Εκπαιδευτικών Αναγκών Μαθητών Α/θμιας Εκπαίδευσης σχετικά με την Εκπαίδευση STEM.....	174
Χρήση της Τρισδιάστατης Σχεδίασης με Στόχο τη Δυναμική Οπτικοποίηση του Μικρόκοσμου στη Χημεία.....	180
Pixton Comics as a Learning Tool on Increasing the Levels of Achievement and Interest in STEM.....	190
Αξιοποιώντας τη Μεθοδολογία STEM και Συστήματα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στη Διδακτική Πράξη του Νηπιαγωγείου μέσω του Μοντέλου 5E.....	199
Αξιοποιώντας το Κιτ Εφευρέσεων Makey-Makey στην Προσχολική και Πρώτη Σχολική Ηλικία.....	207
Συνδυαστική Προσέγγιση Φυσικών Επιστημών και Γλώσσας στη Διδασκαλία της Μάζας με τη Χρήση του Εικονογραφημένου Λεξικού Φυσικής για το Σχολείο - ΕΛεΦυΣ.....	211
Ένα Ολιστικό Πλαίσιο Ικανοτήτων των Εκπαιδευτικών STEAM.....	217
«Μια Σταγόνα, Χίλιες Δεξιότητες: Η STEAM Διάσταση του Νερού στο Νηπιαγωγείο».....	226
Πανελλήνιες Δράσεις της ΠΑΝΕΚΦΕ ... σε Δράση!.....	236
Παρουσίαση ενός Συστήματος Datalogger για τα Σχολικά Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών με Χρήση Phyrhox και Arduino.....	245
Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και η Υπερθέρμανση του Πλανήτη, δύο Σενάρια STEM στο πλαίσιο του Έργου Connect βασισμένα στο Νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών.....	253
STEAMίστες, STudents Enthusiastic About Meteorology, στα Βήματα του Luke Howard.....	261
STEM Εκπαίδευση στο Πλαίσιο των Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων “IDENTITIES”, “STEM-DIGITALIS” & “DIGITAL STEM LABS” .....	273
Η Δημιουργική Επίλυση του Προβλήματος μέσα από STEAM Δραστηριότητες. .	280

STEAM, το «Α» μεταξύ του «Ε» και του «Μ» - Kandinsky: Η Μουσική των Σχημάτων και ο Ήχος των Χρωμάτων.....	287
«Μια Οικοσυμμαχία για την Αειφορία» eTwinning Έργο.....	298
An implementation of the STEM epistemology in a Training Framework for in-vehicle networks.....	304

# Επαγγελματική Μάθηση Εκπαιδευτικών για την Ένταξη Παιδιών με Μεταναστευτική Βιογραφία: Αναστοχασμοί, Εμπειρίες και Πρακτικές Εκπαιδευτικών και Υποστηρικτών σε Εφαρμογές Μεθοδολογίας STEM στο Κυπριακό Εκπαιδευτικό Σύστημα

Χατζηθεοδούλου - Λοϊζίδου Παυλίνα

hadjitheodoulou.p@cyearn.pi.ac.cy

Προϊσταμένη Τομέα Επιμόρφωσης, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία παρουσιάζει τις εμπειρίες και τις πρακτικές υποστηρικτών/εκπαιδευτών εκπαιδευτικών κατά τη εργασία τους με εκπαιδευτικούς παιδιών με μεταναστευτικό υπόβαθρο (MMEB) στο πλαίσιο της εφαρμογής της πολιτικής για την επαγγελματική μάθηση των εκπαιδευτικών. Χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι έρευνας (συνεντεύξεις με τους εκπαιδευτές και εκπαιδευτικούς, αναστοχαστικά ημερολόγια υποστηρικτών) από την περίοδο 2019-2021. Τα δεδομένα παρουσιάζονται και συζητούνται προκειμένου να εντοπιστούν στοιχεία που μετατρέπουν την επαγγελματική μάθηση των εκπαιδευτικών σε καθημερινή πρακτική για εκπαιδευτικούς μεταναστών μαθητών ως προς τις πρακτικές των εκπαιδευτικών που εργάζονται στις τάξεις με MMEB κατά τη διδασκαλία θεματικών STEM. Μέσα από την οπτική γωνία των λειτουργών Παιδαγωγικού Ινστιτούτου που υποστηρίζουν εκπαιδευτικούς, επιδιώκεται η αντιπαραβολή της βιωμένης εμπειρίας των εκπαιδευτών με τους στόχους των πολιτικών. Αναδεικνύεται η ικανότητα αναστοχασμού και η κοινή δράση στο πλαίσιο κοινότητας μάθησης ως τα στοιχεία που οδηγούν στην ικανοποίηση από την εφαρμογή και αλληλεπίδραση των δύο πολιτικών.

**ΛΕΞΕΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** μεθοδολογία STEM, επαγγελματική μάθηση εκπαιδευτικών, ένταξη παιδιών με μεταναστευτική βιογραφία

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου αποτελεί μια από τις διευθύνσεις του Υπουργείου Παιδείας της Κύπρου με κεντρική αποστολή την προώθηση της επαγγελματικής μάθησης των εκπαιδευτικών και την προώθηση οριζόντιων πολιτικών όπως είναι η ένταξη των παιδιών με μεταναστευτική βιογραφία (MMEB) στο κυπριακό εκπαιδευτικό σύστημα (ΥΠΠ, 2016α). Ηγείται της Διατμηματικής Επιτροπής για την ένταξη MMEB, στην οποία συμμετέχουν όλες οι διευθύνσεις σχολικής εκπαίδευσης και η οποία διαμόρφωσε κείμενο πολιτικής (ΥΠΠ, 2016α, 2016β) και υλοποιεί σχέδια δράσης που καλύπτουν έντε άξονες προτεραιότητας: 1. υποδοχή νεοφιχθέντων μαθητών/μαθητριών, 2. χαρτογράφηση μαθητικού πληθυσμού με μεταναστευτική βιογραφία, 3. διδασκαλία της ελληνικής γλώσσας ως δεύτερης, 4. επιμόρφωση εκπαιδευτικών και στελεχών της εκπαίδευσης και 5. προώθηση της διαπολιτισμικής διάστασης των Αναλυτικών Προγραμμάτων καλύπτοντας μεν επιμέρους πτυχές της υποδοχής και ένταξης των παιδιών με μεταναστευτική βιογραφία και αποσκοπώντας δε στην ολιστική προσέγγιση. Με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και της Συμβουλευτικής Συνάντησης Ομοτίμων (peer counselling) (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019) και ακολουθώντας την τάση των ευρωπαϊκών χωρών για έμφαση στην υποστήριξη εκπαιδευτικών και την μάθηση της γλώσσας του σχολείου (Essomba et al, 2017) το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο προώθησε την δικτύωση των εκπαιδευτικών και των πολυγραμματισμών στη δεύτερη γλώσσα και του γενικού και ειδικού ακαδημαϊκού γραμματισμού ως ικανότητας χρήσης του επίσημου επιπέδου ύφους που χρησιμοποιείται στο εκπαιδευτικό περιβάλλον για διδακτικούς αλλά και διαδικαστικούς σκοπούς (Μητσιακή, 2020). Στο πλαίσιο της πολιτικής για την ένταξη MMEB το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου αξιοποιεί τη μεθοδολογία STEM (π.χ. Akerson et al, 2018, Bryan & Guzey, 2020) για να προωθήσει τον επιστημονικό γραμματισμό: 1. τις βασικές δεξιότητες γραφής, ανάγνωσης και αρίθμησης σε συνδυασμό με γνωστικές ικανότητες, στρατηγικές μάθησης και συνήθειες του νου, 2. τη βασική γνώση επιστημονικών εννοιών, διαδικασιών και τη συλλογιστική τους, 3. τη συγκεκριμένη προοπτική της επιστήμης, δηλαδή την εξοικείωση των μαθητών/μαθητριών με την επιστήμη εκτός σχολείου στο ευρύτερο κοινωνικό, τοπικό, εθνικό και διεθνές πλαίσιο, 4. την κριτική σκέψη και τον κριτικό γραμματισμό, και 5. την ενεργό εμπλοκή (αυτενέργεια) των μαθητών/μαθητριών (Μητσιακή, 2020).

Η διασύνδεση επιστημονικού και γλωσσικού γραμματισμού αποτελεί ζητούμενο στο πλαίσιο της διδασκαλίας της μητρικής γλώσσας αλλά συχνά οι MMEB παρουσιάζουν χαμηλότερη από την αναμενόμενη επίδοση και οι απόψεις των εκπαιδευτικών που διδάσκουν θέματα STEM μπορεί να είναι αρνητικές (Buehl, & Beck, 2015 Francis, 2015). Ιδιαίτερα αποτελεσματική αποδεικνύεται η υιοθέτηση μιας ολιστικής προσέγγισης που ενσωματώνει τόσο γλωσσικούς όσο και γνωσιακούς μαθησιακούς στόχους μέσω επίλυσης προβλημάτων και διερευνήσεων που βρίσκονται στον πυρήνα της μεθοδολογίας STEM. (Buehl & Beck, 2015, Μητσιάκη και Λεύκος, 2019). Παράλληλα αποτελεσματικές πρακτικές ενδυνάμωση των εκπαιδευτικών προς αυτή την κατεύθυνση περιλαμβάνουν peer mentor, κοινότητες μάθησης και αυθεντικές αλληλεπιδράσεις παιδιών που προέρχονται από ποικίλα κοινωνικοπολιτισμικά περιβάλλοντα (García-Holgado et al., 2018, Milner, 2012).

Στο πλαίσιο αυτό επιδιώχθηκε η αξιοποίηση του πλαισίου της πολιτικής για την επαγγελματική μάθηση για την ένταξη των παιδιών με μεταναστευτική βιογραφία. Η πολιτική προωθεί την εφαρμογή διερευνητικές μεθοδολογίες μάθησης για τους/τις εκπαιδευτικούς, εδράζεται και ταυτόχρονα προωθεί τη συλλογικότητα στη λήψη της απόφασης για το θέμα προτεραιότητας του σχολείου, και την ανάγκη για κοινή νοηματοδότηση και εστίαση στα πρακτικά ζητήματα που απασχολούν τους εκπαιδευτικούς και τις εκπαιδευτικούς, και τους τρόπους που η καθημερινή πραγματικότητα επιτρέπει τη μάθηση και την ενδυνάμωσή τους. Ταυτόχρονα, λαμβάνει υπόψη την ανάγκη βελτίωσης της μάθησης μαθητών και μαθητριών, καθώς αποτελούν τους βασικούς αποδέκτες κάθε παρέμβασης μέσα από τη δημιουργία επαγγελματικών κοινοτήτων μάθησης (ΥΠΠ, 2015, Π.Ι. 7.10.8.3.4).

Στις επαγγελματικές κοινότητες μάθησης (π.χ. Antinluoma et al, 2018; Darling-Hammond et al, 2009) ομάδες εκπαιδευτικών μοιράζονται και ερευνούν κριτικά τις πρακτικές τους σε έναν συνεργατικό και προσανατολισμένο στη μάθηση τρόπο μέσω εστιασμένων συζητήσεων, λήψης αποφάσεων, δράσης και προβληματισμού (Gore & Rosser, 2020).Επιδρούν θετικά στην ικανοποίηση, την αυτεπάρκεια των εκπαιδευτικών και την ικανότητά τους να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα, μειώνουν την αίσθηση απομόνωσης και συμβάλλουν στη δημιουργία μιας συλλογικής κουλτούρας για υψηλής ποιότητας διδακτική πρακτική, ενισχύοντας τη συνολική ικανότητα του σχολικού οργανισμού (Darling-Hammond & Richardson, 2009; Woodland, 2016). Η εξέλιξη μιας επαγγελματικής κοινότητας μάθησης είναι σταδιακή (McLaughlin & Talbert, 2006) με κυκλική πορεία που οδηγεί σταδιακά στη διαμόρφωση και διαμόρφωση συλλογικού δομημένου διαλόγου και πρακτικών (Darling-Hammond et al, 2009). Ο συλλογικός διάλογος επικεντρώνεται στον προβληματισμό και την ανάδειξη κάθε μέλους της κοινότητας τόσο ως προσωπικότητα όσο και ως επαγγελματία (Antinluoma et al, 2018). Στα σχολεία που λειτουργούν ως επαγγελματικές κοινότητες μάθησης οργανώνονται υποομάδες που λειτουργούν ως κριτικοί φίλοι μεταξύ τους, αναζητώντας βέλτιστες πρακτικές για την κάλυψη των αναγκών των μαθητών/μαθητριών τους (Spratt, 2019) μέσα από την κατεύθυνση του συνεργατικού επαγγελματισμού (Hargreaves & O' Connor, 2018). Δημιουργείται μια «ζώνη επικείμενης ανάπτυξης» στην οποία οι εκπαιδευτικοί ως ηγέτες γίνονται αποτελεσματικοί παράγοντες αλλαγής (Smith, 2003; Turner et al, 2017) για την καθημερινή εργασία του σχολείου (Schaap & de Bruijin, 2018).



Σχήμα 1: Προώθηση Πολιτικών στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

πολιτικές (βλ. Σχήμα 1) διασυνδέονται και αποτυπώνονται μέσα από την οπτική των λειτουργιών του ίδιου του θεσμικού φορέα επαγγελματικής μάθησης. Ειδικότερα, σκοπός είναι η διερεύνηση των στοιχείων της πολιτικής για την επαγγελματική μάθηση των εκπαιδευτικών που επηρεάζουν την εκπαιδευτική πρακτική στο σχολείο και την αλληλεπίδραση εκπαιδευτικών και ΜΜΕΒ κατά την εφαρμογή στοιχείων από τη μεθοδολογία STEM, όπου στο πλαίσιο της φάσης εφαρμογής της επαγγελματικής μάθησης τα παιδιά εμπλέκονται δημιουργικά και συνεργατικά για να δώσουν από κοινού λύσεις σε προβλήματα με συνδυασμό τεχνολογικών γνώσεων και παιδαγωγικών διερώτησης στο εκάστοτε γνωστικό αντικείμενο που περιλαμβάνεται στο πλαίσιο του STEM και να επιτύχουν κοινωνική και εκπαιδευτική ένταξη.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Οι υποστηρικτές, στο πλαίσιο της πολιτικής για την επαγγελματική μάθηση, βρίσκονται στο μεσο-επίπεδο του εκπαιδευτικού συστήματος και επιδιώκουν ουσιαστικά την διασύνδεση του μακρο-επιπέδου της εκπαιδευτικής πολιτικής με το μικρο-επίπεδο της σχολικής τάξης (NESSE, 2008, Avgitidou, 2019, Αυγητίδου, 2015). Ο υποστηρικτής/η υποστηρίκτρια ακολουθεί συγκεκριμένα βήματα και συγκεκριμένη μεθοδολογία (Ηρακλέους κ.α., 2020) για ικανοποίηση των στόχων του σχολείου στη βάση των αναγκών των εκπαιδευτικών και λειτουργεί ως κριτικός φίλος, που διευκολύνει τον αναστοχασμό των εκπαιδευτικών και τη δημιουργία μιας κοινότητας μάθησης στο σχολείο (Lieberman & Miller, 2011, Swaffield & Macbeath, 2005). Οι υποστηρικτές/υποστηρίκτριες καλούνται να «αναγνώσουν» το συγκεκριμένο της σχολικής μονάδας ή του/της εκπαιδευτικού, να υποστηρίξουν και να ενθαρρύνουν τη διαδικασία επαγγελματικής μάθησης των εκπαιδευτικών και γι' αυτό οι δικές τους οπτικές έχουν καθοριστικό ρόλο στο σχεδιασμό της δράσης του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Στο κείμενο παρουσιάζονται οι οπτικές των υποστηρικτών/εκπαιδευτών που ενεπλάκησαν σε δράσεις επαγγελματικής μάθησης οι οποίες αφορούσαν σχολεία ή εκπαιδευτικούς ΜΜΕΒ που χρησιμοποίησαν μεθοδολογίες STEM για την επίτευξη των στόχων. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε μεθοδολογία ποιοτικής έρευνας με συλλογή δεδομένων από συνεντεύξεις και αναστοχαστικά ημερολόγια λειτουργών ΠΙ που έδρασαν ως υποστηρικτές/υποστηρίκτριες ή και ως επιμορφωτές/επιμορφώτριες στα σχολεία. Τα δεδομένα αναλύθηκαν προκειμένου να αναδειχθεί πώς η επαγγελματική μάθηση των εκπαιδευτικών μετατρέπεται σε καθημερινή πρακτική για εκπαιδευτικούς που διδάσκουν ΜΜΕΒ, πώς λειτουργούν και συνυπάρχουν οι πολιτικές αυτές και ποιες δομές και στοιχεία καθορίζουν την επιτυχία των στόχων των πολιτικών κατά την εφαρμογή και συνύπαρξή τους. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από πέντε υποστηρικτές/υποστηρίκτριες σε σχολεία όλων των βαθμίδων (δύο προσχολικής, δύο πρωτοβάθμιας, δύο δευτεροβάθμιας) στα οποία εφαρμόστηκαν πρακτικές STEM για την ένταξη των παιδιών ΜΜΕΒ είτε σε συλλογικό επίπεδο (2 νηπιαγωγεία 1 δημοτικό, 1 γυμνάσιο) σε συλλογικό επίπεδο με θέμα προτεραιότητας τη βελτίωση των ακαδημαϊκών δεξιοτήτων των παιδιών μέσα από τη Γλώσσα και τις Θετικές Επιστήμες είτε σε ατομικό μέσα από την συμμετοχή εκπαιδευτικών σε επιμορφωτικές δράσεις που υιοθέτησαν δομικά στοιχεία της πολιτικής επαγγελματικής μάθησης σε επίπεδο ομάδας συμμετεχόντων εκπαιδευτικών από διαφορετικά σχολεία και εστίασαν στην εφαρμογή διερευνητικών μεθοδολογιών στο πλαίσιο STEM για καλλιέργεια αξιών και κοινωνική και ακαδημαϊκή ένταξη (1 δημοτικό, 1 γυμνάσιο).

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση περιλαμβάνει εντοπισμό θεμάτων/μοτίβων, εννοιολογική κωδικοποίηση, ανάλυση και κατηγοριοποίηση, συζήτηση και ανάλυση με χρήση σημειωμάτων (memos) (Kvale, 2007, Kuckartz, 2014).

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των δεδομένων διαφάνηκε ότι συγκεκριμένες κεντρικές κατηγορίες καθορίζουν την επιτυχία των στόχων επαγγελματικής μάθησης των εκπαιδευτικών και των εκπαιδευτικών στόχων είτε σε ατομικό είτε σε συλλογικό επίπεδο, όταν επιδιώκεται η εφαρμογή και αξιοποίηση των τριών πολιτικών.

Το πρώτο στοιχείο είναι η δημιουργία ευκαιριών αναστοχασμού και ο ρόλος του υποστηρικτή/της υποστηρίκτριας στην παρότρυνση για εμπλοκή σε αναστοχαστικές διαδικασίες.

*«Να μη θεωρείς τίποτε δεδομένο, είναι πάρα πολύ σημαντικό, γιατί είναι δύσκολο να αλλάξεις πράγματα και λες δεν σε βολεύει μερικές φορές... χάνεις την ισορροπία σου και νιώθεις ανασφάλεια να αλλάξεις πράγματα... Ο αναστοχασμός είναι ακριβώς η σπίθα... όταν ακούσεις πολλά πράγματα τότε τοποθετείς και τον εαυτό σου, αξιολογείς, βλέπεις πού στέκεσαι, πού υστερείς, πού είσαι καλός, πού*



δεν είσαι, σε ποια συνάδελφο μπορείς να στηριχτείς σε αυτό τον τομέα. ... μόνο με τον αναστοχασμό μπορείς να κτίσεις και να βοηθηθείς ουσιαστικά». (σχολείο 1, προσχολική)

«Όταν αυτοί (οι εκπαιδευτικοί) συνειδητοποιήσαν ότι το θέμα ήταν η προτεραιότητά τους και ικανοποίησαν τις δικές τους ανάγκες συμμετείχαν ενεργά. Η μεγαλύτερη αλλαγή παρατηρήθηκε μετά από κοινό προβληματισμό σχετικά με την προοπτική των μαθητών, τις απόψεις των μαθητών ... Οι «σοκαρισμένοι» συμμετείχαν ενεργά σε διαφοροποιημένα εργαστήρια που σχετιζόνταν με κάθε θέμα...» (σχολείο 3, δευτεροβάθμια).

Στις περιπτώσεις των εκπαιδευτικών που δούλεψαν σε ατομικό επίπεδο τονίστηκε ακόμη περισσότερο η αξία των αναστοχαστικών συναντήσεων στο πλαίσιο των επιμορφωτικών δράσεων εκτός της σχολικής μονάδας οι οποίες συνέβαλαν στην πραγματική διασύνδεση των μεθοδολογιών STEM με τις ανάγκες των εκπαιδευτικών και την κάλυψη των στόχων που είχαν θέσει σε σχέση με τον ακαδημαϊκό γραμματισμό των MMEB.

«Οι μαθητές δούλευαν για 80 λεπτά χωρίς να συμπληρώνουν κενά σε φύλλα εργασίας, .. είναι τόσο αντιπαραγωγικό για αυτούς τους μαθητές ... εδώ είναι ενεργοί όλη την ώρα, χωρίς να αισθάνονται βαριεστημένοι ή απελπισμένοι, να ασχολούνται με δραστηριότητες που οδήγησαν σε ένα αποτέλεσμα, ένα συμπέρασμα... κατάλαβαν τι έκαναν, χωρίς να επαναλαμβάνουν παθητικά τους άλλους» Η μεθοδολογία (διερώτησης) μπορεί πράγματι να είναι μέρος του μαθήματος και να αντιμετωπίσει την ποικιλομορφία που σχετίζεται με τα επιτεύγματα, υπό την προϋπόθεση ότι ο δάσκαλος έχει την προθυμία, τη νοοτροπία και την εμπειρία να δει πώς ενισχύει τη διαφορετικότητα και προωθεί τη μάθηση για όλους,» (σχολείο 5, πρωτοβάθμιας)

Διαφάνηκε ότι τα Προγράμματα Σπουδών, αποτελούν πρόκληση ως προς την επανανοηματοδότηση των μαθημάτων αλλά κυρίως ως απουσία χρόνου που συνδέεται με την ανάγκη των εκπαιδευτικών να αλληλεπιδράσουν με τους συναδέλφους είτε με τους υποστηρικτές /επιμορφωτές.

«Ήταν μια συναρπαστική εμπειρία. Ωστόσο, χρειάζεται χρόνος για να σχεδιάσουν αυτό το είδος μαθήματος και αυτό δεν είναι πάντα εύκολο στα προγράμματα σπουδών και στο σχολικό πρόγραμμα. Και... η ανταλλαγή των ιδεών ενθαρρύνει να το κάνουμε» (Σχολείο 4, πρωτοβάθμιας)

Οι υποστηρικτές επεσήμαναν ότι η παρώθηση σε αναστοχασμό μέσα από ερωτήσεις που κινούνται στο τρίπτυχο τι-γιατί; - και μετά τι; μπορεί να επιτρέψει την εφαρμογή στοιχείων της μεθοδολογίας STEM και μπορεί σταδιακά να απομακρύνει τις παρανοήσεις που σχετίζονται, π.χ. με το ρόλο της εξερεύνησης μόνο ως τρόπου παρακίνησης των παιδιών στην αρχή του μαθήματος.

«Οι δραστηριότητες και η συνάντηση που έδωσε την ευκαιρία να ακούσουν τις εμπειρίες άλλων συναδέλφων και να προβληματιστούν συλλογικά». (Σχολείο 6, δευτεροβάθμιας)

Η συνάντηση που επικεντρώθηκε στον αναστοχασμό σχετικά με την εμπειρία και την ανταλλαγή ιδεών και πρακτικών θεωρήθηκε ως το «πιο πολύτιμο και ελπιδοφόρο στοιχείο». Υπήρχαν προτάσεις για περαιτέρω δικτύωση ή για συναντήσεις στις οποίες οι εκπαιδευτικοί θα ήταν οι μαθητές και οι συνάδελφοί τους θα τους δίδασκαν χρησιμοποιώντας διερευνήσεις, κοινωνικά πλαίσια, στοιχεία των MMEB, ώστε να διαμορφωθεί ένα δίκτυο κοινής δράσης και μοιράσματος.

Οι επισημάνσεις αυτές οδηγούν ουσιαστικά στο δεύτερο στοιχείο που αφορά τη θεμελίωση στοιχείων κοινότητας επαγγελματικής μάθησής

Το ξεχωριστό ήταν ότι εκάμναμε το ίδιο μάθημα όλες. Ήταν πολύ διαφορετικό... ήταν πρόκληση γιατί ήμασταν, είχαμε γίνει ομάδα...ήταν όλες συνυπεύθυνες...Έκανε τις συναδέλφους να είναι ομάδα... Μας άρεσε, μας έδωσε... Δε χρειάζεται να κάνεις μεγάλα βήματα... να κάνεις ένα-δυο...Άνοιξε το παράθυρο της αυτομόρφωσης, να ψαχτείς, να κοιτάξεις... (σχολείο 1, προσχολικής)

Ο έλεγχος για το περιεχόμενο και τη διαδικασία της κοινότητας μάθησης αποτελεί πάντοτε διακύβευμα, και γι' αυτό η δημιουργία συνεργατικών επαγγελματικών κοινοτήτων μάθησης στο κυπριακό σχολείο εμπεριέχει το στοιχείο της πρόκλησης, όχι μόνο διότι είναι μια καινοτομία αλλά γιατί οι νόρμες και οι κανόνες λειτουργίας μιας τέτοιας κοινότητας είναι συχνά σε σύγκρουση με αυτές των σχολείων που ακολουθούν ένα γραφειοκρατικό μοντέλο. Η διατήρηση της κοινότητας, ως λειτουργικού στοιχείου της ζωής του σχολείου και όχι ως παροδικής δράσης, είναι ζήτημα σημαντικό και η απουσία δομών συνεργασίας φαίνεται να λειτουργεί ανασταλτικά, έστω και αν η εφαρμογή μεθοδολογιών STEM π.χ. μέθοδος πρότζεκτ εμπεριέχει και θετικά στοιχεία.

Τα παιδιά με μεταναστευτικό υπόβαθρο άρχισαν να φαίνονται. Κάποιες από τις παρανοήσεις τους (των δασκάλων) σχετικά με τη μητρική γλώσσα επιλύθηκαν... Στο σχολείο υπάρχει ανησυχία για την ένταξη των παιδιών με μεταναστευτικό υπόβαθρο... στις περισσότερες περιπτώσεις παραμένει μια ανησυχία, δεν μετατρέπεται σε δράση. Εξακολουθεί να υπάρχει δυσκολία στην αμοιβαία συνεργασία

μεταξύ των εκπαιδευτικών. Είχαμε τα εργαστήρια με τους γονείς... Δημιουργήθηκε μια καλή ατμόσφαιρα συζητήσαμε δουλεύοντας σε ομάδες... Απογοητεύτηκα που δεν εφαρμόστηκε... (σχολείο 2, προσχολικής)

...Προσπαθούμε πάντα να δίνουμε το θεωρητικό υπόβαθρο καθώς και παραδείγματα και πρακτικές συμβουλές... Φτάνουμε στο κρίσιμο σημείο της υλοποίησης.. Δεν υπήρχε κανείς που να είχε δοκιμάσει ιδέες στην τάξη... Όταν ζητήσαμε να ετοιμάσουμε κάτι έστεισαν σε έτοιμες λύσεις χωρίς δεύτερη σκέψη όμως... (σχολείο 4, δευτεροβάθμιας)

Η δράση μέσω της συνεργασίας σχετίζεται με το σχολικό πλαίσιο Υπάρχει και ένα άλλο ζήτημα... η δυναμική του σχολείου... υπάρχει μια ροή της καθημερινής ζωής μια ατμόσφαιρα... δεν είναι εύκολο να ξεφύγεις». (σχολείο 3, πρωτοβάθμιας)

Η συνεργασία για δράση φέρνει μαζί της προβληματισμό, συνδέοντας έτσι τη μάθηση των εκπαιδευτικών με την καθημερινή τους πρακτική.

Ο προβληματισμός εξαρτάται από την δέσμευση και την ενεργό συμμετοχή ... (η πολιτική) έρχεται στο σχολείο αλλά δεν επηρεάζει τα παιδιά.. Τόλμη, δημιουργικότητα, εγγενή κίνητρα αλλά όχι με την έννοια της «φιλιανθρωπίας», συνεργασία, πρόθυμος να μοιραστεί... Δεν είναι η εκπαίδευση αλλά η προθυμία συμμετοχής που μετράει περισσότερο.. Δεν υπάρχει κίνητρο για φροντίδα για κάθε μαθητή. (σχολείο 4, δευτεροβάθμιας)

Στο κυπριακό πλαίσιο η αυτονομία πρέπει να υποστηρίζεται από δομές Το πρώτο πράγμα είναι ότι δημιουργούμε υλικά, προσφέρουμε εκπαιδύσεις θέτουν ερωτήματα, δίνουμε εστιασμένα παραδείγματα. Αλλά λείπει η δομή αυτό που κάνουμε δεν είναι ενσωματωμένο στις δομές ... Μιλάμε για μετανάστες.. Για παράδειγμα ο δάσκαλος γνωρίζει και είδε και παρήγαγε υλικό... Αλλά.. Τότε? Εδώ χρειάζεσαι τον διευθυντή να κάνει το σωστό για να δράσει παιδαγωγικά... Δεν είναι θέμα εκπαίδευσης, είναι η νοοτροπία. (σχολείο 4, δευτεροβάθμιας)

Ο δάσκαλος χρειάζεται άλλοθι για να δικαιολογηθούν οι πράξεις του... στον εαυτό τους, το σύστημα.. Βλέπετε ότι είναι πρόθυμος να το κάνει, να δώσει ή να δημιουργήσει τη δομή για να προχωρήσει μπροστά. (σχολείο 3, πρωτοβάθμιας)

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η πολιτική για την επαγγελματική μάθηση των εκπαιδευτικών στην Κύπρο εστιάζει στον εκπαιδευτικό ως επαγγελματία και στη μετάβαση από τη διοικητική στη δημοκρατική θεώρηση του επαγγελματισμού (Kennedy, 2014, Sachs, 2011). Σχολεία και εκπαιδευτικοί φαίνεται μέσα από τον φακό των υποστηρικτών/ υποστηρικτριών ότι συνεργάζονται, αποκτούν εμπειρογνωμοσύνη και συλλογική γνώση, πίστη στη μάθηση των παιδιών, ιδίως όταν βλέπουν απτά αποτελέσματα (McLaughlin and Talbert, 2001, 2006). Καταδεικνύεται ο πρωταρχικός ρόλος του αναστοχασμού, όχι απλά το να δουλεύεις μαζί αλλά η ειδική κατηγορία συνομιλίας που ενισχύει και βαθιάίνει την κατανόηση της πρακτικής από την ομάδα, την κοινότητα (Lieberman and Miller, 2011). Η εφαρμογή του αναστοχασμού κατέδειξε πόσο σημαντικό ήταν το στοιχείο αυτό και οι επιλογές των υποστηρικτών μετακινούν την εφαρμογή της πολιτικής από την διαδικαστική στη δημοκρατική θεώρηση της επαγγελματικής ταυτότητας των εκπαιδευτικών (Sachs, 2011). Οι εκπαιδευτικοί συνειδητοποιούν μέσα από τις αναστοχαστικές διεργασίες ότι η μάθηση και η δημιουργία εκπαιδευτικών ευκαιριών για τα παιδιά με μεταναστευτική βιογραφία ακολουθεί την ίδια οδό με εκείνη της βελτίωσης και δημιουργίας και αξιοποίησης ευκαιριών για τον γενικό πληθυσμό. Η έμφαση είναι στην ανάπτυξη γενικών αρχών και στην ανταπόκριση τις ειδικές συνθήκες του συγκεκριμένου νοουμένου ότι το κάθε παιδί αντιμετωπίζεται ως ισότιμο μέλος της κοινωνικής και εκπαιδευτικής διαδικασίας χωρίς συμβιβασμούς και αποκλεισμούς. Η υιοθέτηση τακτικών συναντήσεων για συζήτηση και αναστοχασμό και η εργασία σε μικρές ομάδες, οι συνεργασίες και η αξιοποίηση υφιστάμενων δομών φαίνεται να έχουν ιδιαίτερη αξία. Μέσω της συνειδητοποίησης της σημασίας του αναστοχασμού και της δημιουργίας κοινοτήτων μάθησης, αναγνωρίζονται τα βήματα επιτυχίας, που θέτουν νέα ερωτήματα στην παρακολούθηση των πολιτικών.

Η αλληλεπίδραση και η κοινή στοχοθεσία και δράση που μπορεί να αναπτυχθεί στο πλαίσιο μιας κοινότητας μάθησης και να συμβάλει στην ολιστική προσέγγιση τόσο των εφαρμογών STEM όσο και της πολιτικής για την ένταξη MMEB φαίνεται να περνά μέσα από την εδραίωση εφαρμογών σε σχολικό επίπεδο και την συνειδητοποίηση του ρόλου του συλλογικού επαγγελματισμού στην επαγγελματική μάθηση. Οι πολιτικές λειτουργούν και ενεργοποιούνται μέσα από την εφαρμογή δράσεων που αντιμετωπίζουν τον εκπαιδευτικό ως επαγγελματία που μαθαίνει και αναστοχάζεται. Θα ήταν ενδιαφέρον να διερευνηθεί πώς μπορούν να σχηματιστούν υποομάδες εκπαιδευτικών μέσα στα σχολεία, πώς αλληλεπιδρούν τα μέλη μικρότερων ομάδων και με ποιους τρόπους θα μπορούσε να

ενισχυθεί ο ρόλος των ίδιων των εκπαιδευτικών σε αυτές τις ομάδες, όπου η συνεργασία και η αφοσίωση στην ομάδα θα καθοδηγούν εκ των έσω. Η πρόκληση είναι να βελτιωθεί η ποιότητα της εργασίας, κινούμενη προς την κατεύθυνση του συνεργατικού επαγγελματισμού (Hargreaves & Connor, 2018) και μιας εις βάθος κατανόησης και αξιοποίησης των μεθοδολογιών STEM (Holincheck & Galanti, 2022).

Οι υποστηρικτές/υποστηρίκτριες και οι εκπαιδευτικοί στην Κύπρο φαίνεται να είναι σε θέση να διαδραματίσουν διάφορους ρόλους και να βελτιώσουν την πρακτική του σχολείου και της τάξης μαζί σε σχέσεις εμπιστοσύνης (Prenger et al, 2019). Υπάρχει ανάγκη για μεγαλύτερη έμφαση στην πτυχή της δικτύωσης των εκπαιδευτικών για ανταλλαγή προβληματισμών και εμπειριών ώστε η δράση και ο προβληματισμός να είναι λειτουργικά ενταγμένη και στην εμπειρία επαγγελματικής μάθησης και στην αλληλεπίδραση εκπαιδευτικών και παιδιών MMEB.

Ουσιαστικά λοιπόν η μεθοδολογία STEM μπορεί να είναι STEMS - Supporting Teachers and Immigrant Students at School (García-Holgado et al , 2018) όταν εντάσσεται σε ένα ολιστικό πλαίσιο λειτουργίας του σχολείου και διασυνδέεται με τον συλλογικό αναστοχασμό των εκπαιδευτικών και τη συνεργασία για κοινές δράσεις που θεμελιώνουν κοινότητες επαγγελματικής μάθησης και πρακτικής (Lo, 2021). Η πολιτική για την επαγγελματική μάθηση δημιουργεί ένα κέλυφος μέσα στο οποίο προωθεί τη δημιουργία συνεργατικών κοινοτήτων μάθησης δίνοντας αξία στη θεωρία και στην πράξη. Ενθαρρύνει τους συμμετέχοντες να επανεξετάσουν τις πρακτικές τους να εφαρμόσουν νέες ιδέες να αναστοχαστούν μαζί ως προς το τι δουλεύει και γιατί. Καθώς οι εκπαιδευτικοί επισημαίνουν και λύνουν προβλήματα της καθημερινής πρακτικής μαζί, αναπτύσσουν την ικανότητα και συλλογικά τη διάθεση να κινηθούν προς την ισότητα, τον πολυγραμματισμό, και τη μάθηση όλων των παιδιών. Η εφαρμογή της πολιτικής επαγγελματικής μάθησης των εκπαιδευτικών στην Κύπρο αναδεικνύει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο και σχέδιο για την επαγγελματική μάθηση (Antinluoma et al, 2018) με λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων που προκύπτουν από προσωπικό ή/και ομαδικό αναστοχασμό.

Οι υποστηρικτές και οι υποστηρίκτριες του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου μέσω των οπτικών τους θέτουν ερωτήματα προς προβληματισμό, όπως το πώς ακριβώς δημιουργούνται και γίνονται σεβαστά τα όρια ανάμεσα στην προσωπική μάθηση και τις θεσμικές πλαισιώσεις της μάθησης, τον προσωπικό και συλλογικό αναστοχασμό. Ερωτήματα που αφορούν το πώς οι εκπαιδευτικοί λειτουργούν αναστοχαστικά και πώς αντιμετωπίζουν τους εαυτούς και το τι κάνουν στην τάξη, μέσα από διαδικασίες αυτό-αξιολόγησης και αλληλεπίδρασης με συναδέλφους (Boud&Walker,1998). Ο ρόλος του υποστηρικτή θα πρέπει να ενισχυθεί περαιτέρω με δομές (π.χ. κοινός χρόνος αναστοχασμού) ώστε η συμμετοχή και οι συζητήσεις των εκπαιδευτικών να ενισχύουν τη μάθηση, να έχουν χώρο και χρόνο (Day et al, 2016; Hairon & Tan, 2017) και να διαμορφώνουν στρατηγική για συστηματική αλλαγή ως «αναπόσπαστο μέρος» της καθημερινής κοινωνικοπολιτιστικής πρακτικής και ταυτότητας των εκπαιδευτικών (Feger &Alluda, 2008).

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θερμές ευχαριστίες στις διευθύνσεις των σχολείων, τους/τις εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στις δράσεις επαγγελματικής μάθησης και στους/στις συναδέλφους που έδρασαν ως υποστηρικτές/υποστηρίκτριες και επιμορφωτές/επιμορφώτριες στα σχολεία αυτά.

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Αυγητίδου, Σ. (2015). *Επαγγελματική μάθηση μέσω της έρευνας – δράσης: Οδηγός υποστήριξης των εκπαιδευτικών και των σχολείων στο καθημερινό εκπαιδευτικό έργο*. Λευκωσία: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2019). *Έκθεση Συμβουλευτικής Ομάδας Ομοτίμων για την Ένταξη των μαθητών/μαθητριών με μεταναστευτική βιογραφία στο κυπριακό εκπαιδευτικό σύστημα Λευκωσία, Κύπρος, 26-27 Μαρτίου 2019 Σύνοψη των πορισμάτων*. Βρυξέλλες. Ευρωπαϊκή Επιτροπή.
- Ηρακλέους, Μ., Κουμπάνου, Α., Παπαριστοδήμου, Ε., Πιτζιολή, Μ., Σάββα, Π., Σταύρου, Χ., & Χατζηθεοδούλου-Λοϊζίδου, Π., (2020). *Πρόγραμμα επαγγελματικής μάθησης των εκπαιδευτικών στο σχολείο. Οδηγός σχεδιασμού, εφαρμογής και υποστήριξης*. Λευκωσία: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου.
- Μητσιάκη, Μ. (2020). *Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για την Ελληνική ως Δεύτερη Γλώσσα (Προδημοτική, Δημοτική, Μέση Γενική, Μέση Τεχνική και Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση της Κύπρου)*. Λευκωσία: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου.
- Μητσιάκη, Μ. & Λεύκος, Ι. (2019). *Εικονογραφημένο Λεξικό Φυσικής για το σχολείο: Ένα*

- πολυλειτουργικό εργαλείο για τη διδασκαλία της Γλώσσας με βάση το περιεχόμενο. *Φιλολογος*, 174-175, 78-95 (διπλό τεύχος, αφιέρωμα στην προσέγγιση CLIL). Εκδόσεις Μαλλιάρης Παιδεία.
- Π.Ι. 7.1.10.8.3/4 31/8/2017 (2017). Υλοποίηση της Ενιαίας Πολιτικής για την Επαγγελματική Μάθηση των εκπαιδευτικών (Ε.Μ.) κατά το 2017-2018 στα σχολεία. [http://www.pi.ac.cy/pi/files/anakoinoseis/2017\\_2018/20170831\\_em.pdf](http://www.pi.ac.cy/pi/files/anakoinoseis/2017_2018/20170831_em.pdf). Ανακτήθηκε 10/2/2020.
- Υ.Π.Π. (2015). *Διαμόρφωση Ενιαίας Πολιτικής για την Επαγγελματική Μάθηση των Εκπαιδευτικών Λειτουργών. Τελική Πρόταση Επιστημονικής Επιτροπής*. Λευκωσία: Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού. [http://www.pi.ac.cy/pi/files/epimorfosi/seminaria/sxoliki\\_vasi/EPAGGELM\\_MATHISH/2015\\_03\\_23\\_protasi\\_epangelmatiki\\_mathisi\\_ekpaideftikon.pdf](http://www.pi.ac.cy/pi/files/epimorfosi/seminaria/sxoliki_vasi/EPAGGELM_MATHISH/2015_03_23_protasi_epangelmatiki_mathisi_ekpaideftikon.pdf). Ανακτήθηκε 10/2/2020
- Υ.Π.Π. (2016α). Κείμενο πολιτικής για την ένταξη των μαθητών/τριών με μεταναστευτική βιογραφία στο Κυπριακό εκπαιδευτικό σύστημα. [http://www.pi.ac.cy/pi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1712&Itemid=463&lang=el](http://www.pi.ac.cy/pi/index.php?option=com_content&view=article&id=1712&Itemid=463&lang=el). Ανακτήθηκε 10/2/2020
- Υ.Π.Π. (2016β). Κώδικας Συμπεριφοράς κατά του Ρατσισμού και Οδηγός Διαχείρισης και Καταγραφής Ρατσιστικών Περιστατικών [http://www.pi.ac.cy/pi/files/epimorfosi/antiratsistiki/kodikas\\_oct16.pdf](http://www.pi.ac.cy/pi/files/epimorfosi/antiratsistiki/kodikas_oct16.pdf). Ανακτήθηκε 10/2/2020
- Akerson, V., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Taukir, A.K. & Newman, S. (2018). Disentangling the Meaning of STEM: Implications for Science Education and Science Teacher Education *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1-8.
- Antinluoma, M., Ilomäki, L., Lahti-Nuutila, P., & Toom, A. (2018). Schools as professional learning communities. *Journal of Education and Learning*, 7(5). ISSN 1927-5250 E-ISSN 1927-5269.
- Avgitidou, S. (2019). Facilitating teachers as action researchers and reflective practitioners: new issues and proposals. *Educational Action Research*. doi:10.1080/096550792.2019.1654900
- Boud, D. & Walker, D. (1998). Promoting Reflection in Professional Courses: The Challenge of Context. *Studies in Higher Education*, 23(2), 191-206.
- Bryan, L. & Guyey, S.S. (2020). K-12 STEM Education: An Overview of Perspectives and Considerations. *Hellenic Journal of STEM Education*, 2020, 1(1), 5-15
- Buehl, M. M., Beck, J. (2015). The relationship between teachers' beliefs and practices. In Fives, H., Gregorie Gill, M. (Eds.), *International handbook of research on teachers' beliefs* (pp. 66–84). Routledge.
- Darling-Hammond, L., & Richardson, N. (2009). Research review/teacher learning: What matters. *Educational leadership*, 66(5), 46-53.
- Darling-Hammond, L., Chung Wei, R., Andree, A., Richardson, N. and Orphanos S. (2009). *Professional Learning in the Learning Profession: A Status Report on Teacher Development in the United States and Abroad*. The National Staff Development Council and The School Redesign Network at Stanford University.
- Essomba, M.A., Tarrés, A. & Franco-Guillén, N. (2017). *Research for cult committee -Migrant education: monitoring and assessment*. Brussels European Commission.
- Feger, S., & Alluda, E. (2008). *Professional Learning Communities: Key Themes from the Literature*. The Education Alliance at Brown University.
- Francis, D. C. (2015). Dispelling the notion of inconsistencies in teachers' mathematics beliefs and practices: A 3-year case study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 18(2), 173–201.
- García-Holgado, A., Sánchez-Prieto, J. C., García-Holgado, L., Zangrando, V., Yiğit, Ö., García-Peñalvo, F. J. (2018). Inclusion of the students in schools with an intercultural profile: An assessment from the migrant perspective in STEM project. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, Salamanca, Spain (pp. 235–241) New York, NY: Association for Computing Machinery
- Gore, J. and Rosser, B. (2020). Beyond content-focused professional development: powerful professional learning through genuine learning communities across grades and subjects, *Professional Development in Education*. DOI: 10.1080/19415257.2020.1725904.
- Grushka K, Hinde McLeod J & Reynolds, R. (2005). Reflecting upon reflection: theory and practice in one Australian University teacher education program. *Reflective Practice* 6(2), 239-246.
- Hairon, S., & Tan, C. (2017). Professional learning communities in Singapore and Shanghai: Implications for teacher collaboration. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 47(1), 91-104. DOI: 10.1080/03057925.2016.1153408.

- Hargreaves, A. & O' Connor, M.T. (2018). *Collaborative Professionalism: When Teaching Together Means Learning for All*. Corwin Impact Leadership Series. 1st Edition.
- Hilincher, N. & Galanti, T.M. (2021). Are you a STEM teacher? Exploring K-12 teachers' conceptions of STEM education. *The Journal of STEM Education: Innovations and Research* 23(2):23-29.
- Kennedy, A. (2014). Models for continuing professional development: a framework for analysis. *Professional development in education*, 40 (3), 336–351.
- Kuckartz, U. (2014). *Qualitative Text Analysis. A Guide to Methods, Practice and Using Software*. Philipps-Universität Marburg, Germany.
- Kvale, S. (2007). *Doing Interviews*. Sage Publications.
- Lieberman, A., & Miller, L. (2011). Learning Communities. *Journal of Staff Development*, 32 (4), 16-20.
- Lo, C.K. (2021). Design Principles for Effective Teacher Professional Development in Integrated STEM Education: A Systematic Review. *Educational Technology & Society*. 24(4), 136-152.
- Margalef, L., & Roblin Pareja, N. (2016). Unpacking the roles of the facilitator in higher education professional learning communities. *Educational Research and Evaluation*, 22(3-4), 155-172.
- McLaughlin, M. W., & Talbert, J. E. (2006). *Building school-based teacher learning communities: Professional strategies to improve student achievement*. New York: Teacher College Press.
- McLaughlin, M.W. & Talbert, J.E. (2001). *Professional communities and the work of high school teaching*. Chicago: University of Chicago Press.
- Milner, H. R. (2012). But what is urban education? *Urban Education*, 47(3), 556–561.
- NESSE. (2008). *Education and Migration*. European Commission – NESSE
- Prenger, R., Poortman, C. L., & Handelzalts, A. (2019). The Effects of Networked Professional Learning Communities. *Journal of Teacher Education*, 70(5), 441– 452. DOI:10.1177/0022487117753574.
- Sachs, J., (2001). Teacher professional identity: competing discourses, competing outcomes. *Journal of education policy*, 16 (2), 149–161.
- Schaap, H., & de Bruijn, E. (2018). Elements affecting the development of professional learning communities in schools. *Learning Environmental Research*, 21(1), 109–134. DOI:10.1007/s10984-017-9244-y.
- Smith, K. (2003). So, What About the Professional Development of Teacher Educators? *European Journal of Teacher Education*, 26(2), 201-215. DOI:10.1080/0261976032000088738.
- Sprott, R. A. (2019). Factors that foster and deter advanced teachers' professional development. *Teaching and Teacher Education*, 77, 321-331.
- Swaffield, S., & MacBeath, J. (2005). School evaluation and the role of critical friend. *Cambridge Journal of Education*, 35(2), 239-252.
- Turner, J. C., Christensen, A., Kackar-Cam, H. Z., Fulmer, S. M., & Trucano, M. (2017). The Development of Professional Learning Communities and Their Teacher Leaders: An Activity Systems Analysis, *Journal of the Learning Sciences*. DOI:10.1080/10508406.2017.1381962.
- Woodland R. H. (2016). Evaluating PK–12 Professional Learning Communities: An Improvement Science Perspective. *American Journal of Evaluation*, 37(4), 505-521.

# Forest Fighters: Μια διδακτική πρόταση STEM για την πρόληψη δασικών πυρκαγιών και παράνομης υλοτομίας με χρήση physical computing

**Τσαρούχας Γιώργος, Σουβατζόγλου Γιώργος**

[giorgos.tsarou@gmail.com](mailto:giorgos.tsarou@gmail.com), [g.souvatzoglou@stem.edu.gr](mailto:g.souvatzoglou@stem.edu.gr)

Προγραμματιστής, Εκπαιδευτής Ρομποτικής, STEM Education

Φυσικός, PhD, STEM Education

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο παρόν επιμορφωτικό εργαστήριο προτείνεται μια διδακτική/παιδαγωγική προσέγγιση καινοτόμου εκπαιδευτικού σχεδιασμού STEM, με την αξιοποίηση του μικροελεγκτή BBC micro:bit σε συνδυασμό με κατάλληλα δομικά υλικά. Το γενικό παιδαγωγικό πλαίσιο στο οποίο εντάσσονται τα εργαλεία και οι δραστηριότητες του εργαστηρίου είναι η πρόληψη των δασικών πυρκαγιών και της παράνομης υλοτομίας.

Σκοπός του εργαστηρίου είναι οι εκπαιδευόμενοι/ες, δουλεύοντας σε μικρές ομάδες, να αναπτύξουν ένα σύστημα επιτήρησης του δάσους και έγκαιρης προειδοποίησης των αρμόδιων αρχών για επερχόμενο κίνδυνο. Το σύστημα που θα υλοποιηθεί, αξιοποιεί το physical computing και τα δίκτυα επικοινωνιών. Κατά τη διάρκεια των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, θα αναδειχθεί η σημαντικότητα της άμεσης ενημέρωσης των υπηρεσιών πυρόσβεσης καθώς και η συμβολή της τεχνολογίας στην κατεύθυνση αυτή.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Προστασία δασών, physical computing, δίκτυα τηλεπικοινωνιών

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπαιδευτική μεθοδολογία STEM έχει ως αφετηρία της προβλήματα του πραγματικού κόσμου στα οποία επιχειρεί να προτείνει λύσεις, αξιοποιώντας τους τομείς που συμπεριλαμβάνονται στο ακρωνύμιό της: τις (Φυσικές) Επιστήμες, τη Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά (Bybee, 2010). Η προστιθέμενη αξία της μεθοδολογίας αυτής έγκειται στο ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες αξιοποιούν στην πράξη τους προαναφερθέντες τομείς, τόσο κατά την προσπάθειά τους να εξετάσουν εναλλακτικές προτάσεις και να κατανοήσουν το πρόβλημα, όσο και για να προτείνουν λύσεις, ενισχύοντας έτσι την

«ολιστική» διαθεματική μάθηση (Kelley & Knowles, 2016; Morrison, 2006).

Με τα παραπάνω υπόψη, επιλέξαμε ένα επίκαιρο πρόβλημα, στο πλαίσιο του παρόντος επιμορφωτικού εργαστηρίου: τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν τα ελληνικά δάση. Πιο συγκεκριμένα, τις πυρκαγιές οι οποίες εντείνονται με την κλιματική κρίση και την παράνομη υλοτομία, η οποία εντάθηκε κατά την οικονομική κρίση (Lekakis & Kousis, 2013). Η λύση που προτείνεται για το συγκεκριμένο πρόβλημα, αξιοποιεί το physical computing και τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών. Η πλατφόρμα που επιλέχθηκε ως πιο κατάλληλη για την υλοποίηση της λύσης είναι ο μικροελεγκτής BBC Micro:bit.

Από μια σύντομη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την εκπαιδευτική προστιθέμενη αξία των προτεινόμενων εργαλείων, προκύπτουν τα ακόλουθα:

**Physical computing:** Είναι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη διαδραστικών αντικειμένων τα οποία αναλαμβάνονται και ανταποκρίνονται στον φυσικό κόσμο, και τα οποία ενσωματώνουν αισθητήρες και ενεργοποιητές (Przybylla, 2016). Αποτελεί ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την ενσωμάτωση της Επιστήμης των Υπολογιστών στην εκπαίδευση STEM, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πληθώρα εκπαιδευτικών έργων, χωρίς να απαιτείται πολύ εξειδικευμένη γνώση (Schulz & Pinkwart, 2015). Επιπλέον μπορεί να προσφέρει διασυνδέσεις με άλλους τομείς STEM, όπως οι επιστήμες και τα μαθηματικά και να ενισχύσει τις δεξιότητες επίλυσης προβλήματος (Sari et al., 2022).

**Δίκτυα Επικοινωνιών:** Αν και τα Δίκτυα Επικοινωνιών προβλέπονται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών του Γενικού Λυκείου και του ΕΠΑΛ, εντούτοις από το Δημοτικό απουσιάζουν, ενώ στη Β' Γυμνασίου υπάρχει ένα σχετικό κεφάλαιο στο σχολικό εγχειρίδιο (Αράπογλου κ.ά, 2006). Στη διεθνή βιβλιογραφία, οι διδακτικές προσεγγίσεις είναι περιορισμένες και αφορούν την τριτοβάθμια εκπαίδευση (ενδεικτικά: Linge & Parsons (2006); Yalcin et al. (2015)). Στην παρούσα

διδασκτική προσέγγιση, προτείνεται μια hands-on δραστηριότητα, κατάλληλη για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, με χρήση μικροελεγκτών ως κόμβων για τη δημιουργία τοπικού δικτύου.

BBC Micro:bit: Ξεκίνησε ως πρωτοβουλία για την εύκολη εκμάθηση υπολογιστικών εννοιών από τους μαθητές και τις μαθήτριες του Ηνωμένου Βασιλείου. Η συσκευή είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να είναι αρκετά απλή για να επιτρέπει την άμεση χρήση της αλλά και με αρκετές δυνατότητες για τη δημιουργία εφαρμογών υψηλού επιπέδου. Στο πλαίσιο της παρούσας διδασκτικής προσέγγισης, επιλέχθηκε γιατί μπορεί να προγραμματιστεί μέσω tablet σε περιβάλλον γραφικού προγραμματισμού, κατάλληλου και για αρχάριους (MakeCode). Επίσης, διαθέτει ενσωματωμένους αισθητήρες και υποστηρίζει ασύρματη επικοινωνία με ραδιοκύματα με κοντινά micro:bits (Schmidt, 2016).

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Το διδασκτικό σενάριο που θα πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο του παρόντος εργαστηρίου αποτελεί μέρος των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων του Οργανισμού STEM Education. Πιο συγκεκριμένα, υλοποιήθηκε στο πλαίσιο εκπαιδευτικών εκδρομών σχολείων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Αφόρμηση για την ανάπτυξη σεναρίου με θεματολογία την καταστροφή των δασών, υπήρξαν οι πυρκαγιές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού 2021, οι οποίες ήταν από τις πιο καταστροφικές της τελευταίας δεκαετίας στην Ελλάδα αφού κατέστρεψαν συνολική έκταση άνω των 3600 km<sup>2</sup> (Evelpidou et al., 2021).

### Δομή και διάρκεια δραστηριοτήτων

Οι εκπαιδευόμενοι/ες θα εργαστούν σε μικρές ομάδες (δύο ή τριών ατόμων). Οι δραστηριότητες θα είναι καθοδηγούμενες από τον επιμορφωτή, ενώ έχει προβλεφθεί χρόνος έτσι ώστε οι εκπαιδευόμενοι/ες να μπορούν να δουλέψουν αυτόνομα.

Θα εστιάσουμε στους τρόπους επιτήρησης του δάσους και έγκαιρης προειδοποίησης των αρμόδιων αρχών για επερχόμενο κίνδυνο. Θα επικεντρωθούμε στο πόσο σημαντική είναι η άμεση ενημέρωση των υπηρεσιών πυρόσβεσης και θα αναδείξουμε την συμβολή της τεχνολογίας στην προσπάθεια αυτή.

Κάθε ομάδα εργάζεται με ξεχωριστό micro:bit και tablet στο λογισμικό MakeCode. Η διδασκτική διαδικασία υποστηρίζεται από φύλλο εργασίας και παρουσίαση PowerPoint. Το απαιτούμενο υλικό θα παρέχεται από τον επιμορφωτή.

Κατά την ανάπτυξη του σεναρίου θέσαμε μια σειρά στόχων. Πιο συγκεκριμένα, μετά την ολοκλήρωσή του οι εκπαιδευόμενοι/ες θα έχουν:

- εξοικειωθεί με τη συνδεσμολογία και τη χρήση του μικροελεγκτή BBC Micro:bit,
- συγγράψει κώδικα σε MakeCode για την υλοποίηση της προτεινόμενης εφαρμογής,
- υλοποιήσει μια εφαρμογή physical computing και δικτύων επικοινωνιών σε εκπαιδευτικό πλαίσιο,
- ενισχύσει την ευαισθητοποίησή τους απέναντι στην καταστροφή των καταπονημένων μεσογειακών δασών από ανθρωπογενείς παράγοντες.

Φάση	Διάρκεια
Αφόρμηση – Εισαγωγή στο πρόβλημα του πραγματικού κόσμου (πυρκαγιές/παράνομη υλοτομία)	10'
Εξοικείωση με τον μικροελεγκτή BBC Micro:bit	10'
Εξοικείωση με συγγραφή κώδικα με πλακίδια στο περιβάλλον MakeCode	10'
Υλοποίηση project ForestFighters	50'
Συμπεράσματα-Απορίες-Συζήτηση	10'

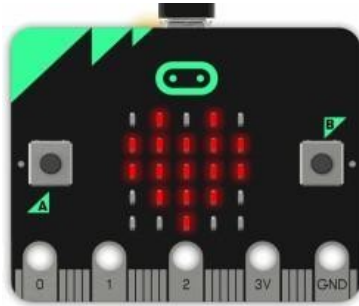
**Πίνακας 1:** Φάσεις εργαστηρίου

### ΦΑΣΗ 1

Το επιμορφωτικό εργαστήριο ξεκινά με μια συζήτηση περί των κινδύνων που αντιμετωπίζουν τα ελληνικά δάση. Παράλληλα πραγματοποιείται εμπλουτισμένη παρουσίαση από τον επιμορφωτή.

### ΦΑΣΗ 2

Κατά τη φάση αυτή, οι επιμορφούμενοι/ες εξοικειώνονται με το micro:bit μέσω εμπλουτισμένης παρουσίασης. Κατασκευάζουν με κατάλληλα δομικά υλικά μοντέλα δέντρων, συνδέουν σε αυτά τα micro:bits και πραγματοποιούν σύζευξη με τα tablets.



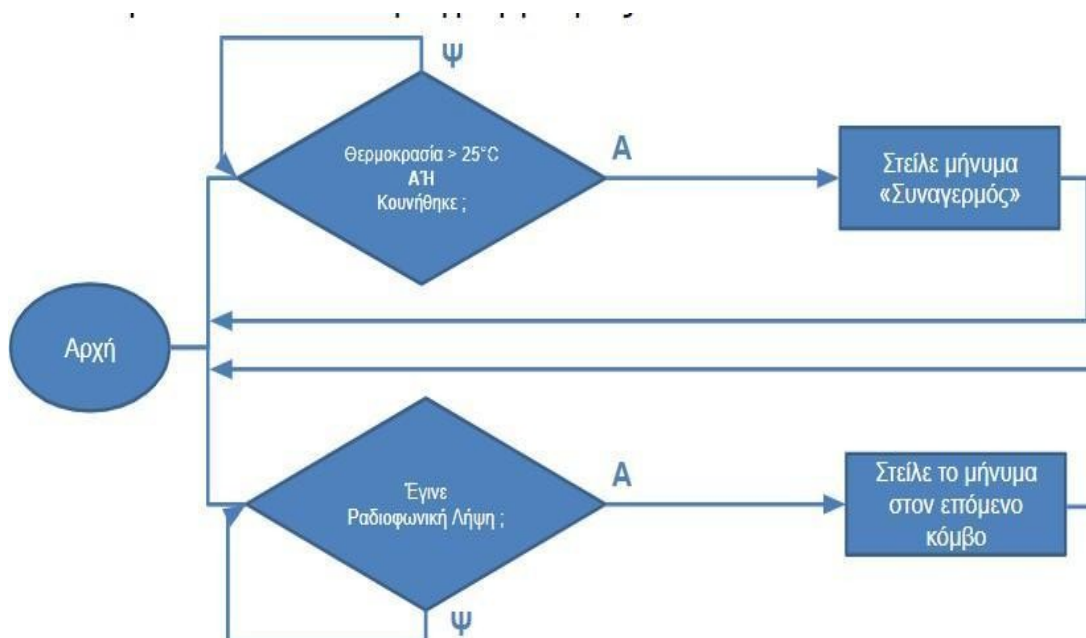
Σχήμα 1: Ο μικροεπεξεργαστής BBC Micro:bit.

### ΦΑΣΗ 3

Οι επιμορφούμενοι/ες δημιουργούν και τρέχουν τους πρώτους τους κώδικες στο προγραμματιστικό περιβάλλον MakeCode.

### ΦΑΣΗ 4

Αυτή είναι η φάση υλοποίησης του project, το οποίο έχει δύο σκέλη. Αξιοποιούνται οι αισθητήρες θερμοκρασίας και επιτάχυνσης ώστε να ελέγχεται διαρκώς αν ο περιβάλλον χώρος θερμαίνεται (περίπτωση πυρκαγιάς) ή αν το «δέντρο» κουνηθεί απότομα (περίπτωση υλοτομίας). Σε περίπτωση που κάτι από το δύο είναι αληθές το δέντρο λειτουργεί ως κόμβος, ο οποίος στέλνει σήμα κινδύνου στον επόμενο κ.ο.κ., μέχρις ότου το σήμα να φτάσει στον τελευταίο κόμβο.



Σχήμα 2: Διάγραμμα ροής που θα υλοποιηθεί στο πλαίσιο του διδακτικού σεναρίου.



## ΦΑΣΗ 5

Το εργαστήριο κλείνει με συζήτηση για επίλυση αποριών και εξαγωγή συμπερασμάτων.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Bybee, R. W. (2010). What Is STEM Education?, *Science*, 329(5995), 996.
- Evelpidou, N., Tzouxioti, M., Gavalas, T., Spyrou, E., Saitis, G., Petropoulos, A., & Karkani, A. (2021). Assessment of Fire Effects on Surface Runoff Erosion Susceptibility: The Case of the summer 2021 *Forest Fires in Greece. Land*, 11(1), 21.
- Kelley, T. R., Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, Vol3 (No11), 1-11. doi: 10.1186/s40594-016-0046-z
- Lekakis, J. N., & Kousis, M. (2013). Economic Crisis, Troika and the Environment in Greece. *South European Society and Politics*, 18(3), 305–331. <https://doi.org/10.1080/13608746.2013.799731>
- Linge, N., & Parsons, D. (2006). Problem-Based Learning as an Effective Tool for Teaching Computer Network Design. *IEEE Transactions on Education*, 49(1), 5–10. <https://doi.org/10.1109/te.2005.852600>
- Morrison, J. (2006). *Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom*. Baltimore, MD: The Teaching Institute for Excellence in STEM
- Przybylla, M. (2016). *Situating Physical Computing in Secondary CS Education*. Proceedings of the 2016 ACM Conference on International Computing Education Research. <https://doi.org/10.1145/2960310.2960351>
- Sari, U., Pektaş, H. M., Şen, M. F., & Çelik, H. (2022). Algorithmic thinking development through physical computing activities with Arduino in STEM education. *Education and Information Technologies*, 27(5), 6669–6689.
- Schmidt, A. (2016). Increasing Computer Literacy with the BBC micro:bit. *IEEE Pervasive Computing*, 15(2), 5–7. <https://doi.org/10.1109/mprv.2016.23>
- Schulz, S., & Pinkwart, N. (2015). Physical computing in STEM education. In *ACM International Conference Proceeding Series* (Vol. 09-11-November-2015, pp. 134–135). Association for Computing Machinery.
- Yalcin, N., Altun, Y., & Kose, U. (2015). Educational material development model for teaching computer network and system management. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(4), 621–629. <https://doi.org/10.1002/cae.21636>
- Αράπογλου, Α., Μαβόγλου, Χ., Οικονομάκος, Η., & Φύτρος Κ. (2006). Πληροφορική Α΄, Β΄, Γ΄ Γυμνασίου – Βιβλίο μαθητή. Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων – ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ», Αθήνα.

# Οργανώνοντας ένα εργαστήριο STEAM και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Προσχολική Εκπαίδευση

Φώτη Παρασκευή<sup>1</sup>, Μπράττισης Θαρρενός<sup>2</sup>

[vivifoti@gmail.com](mailto:vivifoti@gmail.com), [bratitsis@uowm.gr](mailto:bratitsis@uowm.gr)

<sup>1</sup>Σύμβουλος Εκπαίδευσης Νηπιαγωγών 2<sup>ης</sup> θέσης ΠΕ Γ' Αθήνας, Μεταδιδάκτωρ (STEAM) Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Scientix Ambassador, ΥΠΙΑΙΘ

<sup>2</sup>Καθηγητής, Διευθυντής Μεταπτυχιακού, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ενασχόληση των παιδιών με τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Τέχνη, τα Μαθηματικά και τις κατασκευές, συντελεί στη βελτίωση της ικανότητας παρατήρησης και προβληματισμού, στοιχεία τα οποία αποτελούν τους ακρογωνιαίους λίθους για την ανάπτυξη του επιστημονικού πνεύματος. Τα παιδιά είναι σε θέση να αναπτύξουν την ικανότητα υποβολής ερωτήσεων, να δοκιμάσουν διαφορετικές θεωρίες και να επιλύσουν προβλήματα, μέσα από απλά επιστημονικά πειράματα και δραστηριότητες μέσα από τις οποίες ενισχύονται η κριτική και δημιουργική σκέψης των μαθητών/μαθητριών, καθώς και οι απαιτούμενες δεξιότητες για την επίλυση προβλημάτων μέσω της ενεργητικής μάθησης.

Στην παρούσα εργασία αναδεικνύεται η σημασία της STEAM εκπαίδευσης και της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στη σύγχρονη Προσχολική Εκπαίδευση, μέσα από την παρουσίαση των βασικών βημάτων αυτής της μεθοδολογίας και της διαδικασίας σχεδιασμού ενός εργαστηρίου STEAM και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** STEAM, εργαστήριο, εκπαιδευτική ρομποτική, Προσχολική Εκπαίδευση.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελλοντική οικονομική ανάπτυξη και η κοινωνική πρόοδος βασίζονται στην καινοτομία με βασικές δεξιότητες για την καινοτομία την κριτική σκέψη, τη δημιουργικότητα, την επίλυση προβλημάτων, την παγκόσμια συνεργασία και την επικοινωνία (OECD, 2010a, Toner, 2011). Πρόκληση για την εκπαίδευση αποτελεί η ταυτόχρονη ανάπτυξη αυτών των διαφορετικών δεξιοτήτων και αυτό απαιτεί καινοτομία στην εκπαίδευση - για παράδειγμα νέα ή βελτιωμένα εκπαιδευτικά εργαλεία τεχνολογίας, διδακτικές μεθόδους, προγράμματα σπουδών, προσεγγίσεις αξιολόγησης ή τρόπους για τους εκπαιδευτικούς να συνεργαστούν μεταξύ τους (OECD/Eurostat, 2005).

Η ανάπτυξη καινοτόμων ιδεών και λύσεων για την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά (STEM), τονίζει τη σημασία των διεπιστημονικών προσεγγίσεων στη μάθηση και τη σημασία των δεξιοτήτων όπως η δημιουργικότητα, η συνεργασία, η επικοινωνία και η διαπολιτισμική ευαισθητοποίηση, οι οποίες από κοινού αποτελούν μια εκπαίδευση "STEM+". Ειδικότερα, η τεχνολογία θεωρείται ότι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη καινοτόμων ιδεών και λύσεων για τη μελλοντική εκπαίδευση STEM+, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (ΟΟΣΑ, 2010β).

Οι νέες εκπαιδευτικές προοπτικές που επικεντρώνονται στον επιστημονικό γραμματισμό φαίνεται να συμφωνούν στη σχέση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας με τις διαδικασίες της επιστήμης, την κοινωνία και τη διαμόρφωση ατομικών και κοινωνικών στάσεων, αξιών και κανόνων (Harlen, 2002). Στη σύγχρονη εποχή, έχει τονιστεί η σημασία της εξασφάλισης στους μαθητές μιας ισχυρής εκπαίδευσης στις επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά (STEM) (Thibaut et al., 2018). Άλλωστε η σημασία ανάπτυξης STEM δραστηριοτήτων φαίνεται να οδηγεί σε μια νέα τάση σχεδιασμού εργαστηρίων και δράσεων, που προσδίδουν ένα περισσότερο κοινωνικό χαρακτήρα στις δραστηριότητες STEM, αναδεικνύοντας τη σημασία των προβλημάτων πραγματικού κόσμου και τη συμβολή της οικογένειας και του κοινωνικού συνόλου στην εκπαίδευση STEM των παιδιών (Bratitsis et al, 2022)

## Εκπαίδευση STEAM

Η Εκπαίδευση, από τα τέλη του 20ου αιώνα έως και σήμερα, φαίνεται να ακολουθεί διαφορετική διαδρομή από τις παραδοσιακές μεθόδους, καθώς είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις οικονομικές, κοινωνικές, πολιτικές και πολιτιστικές εξελίξεις που συντελούνται σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η Επιστήμη και η Τεχνολογία είναι δύο πεδία που αναπτύσσονται αμοιβαία και η μεταξύ τους σχέση είναι επίκαιρη όσο ποτέ άλλοτε και είναι σημαντικό τα παιδιά της πρώτης σχολικής ηλικίας να ασκούνται σε δραστηριότητες του πεδίου STEM. Η εκπαίδευση με βάση την προσέγγιση STEM και με την προσθήκη των Τεχνών (Arts) στοχεύει στην προετοιμασία των παιδιών για την επίλυση παγκόσμιων ζητημάτων μέσω της διερεύνησης, της ανακάλυψης, της δημιουργικής και κριτικής σκέψης, της συνεργασίας, της αποτελεσματικής αλληλεπίδρασης και της επικοινωνίας (Φώτη, Ρέλλια, 2020).

Οι διδακτικές προσεγγίσεις που σχετίζονται με το STE(A)M θεωρούνται πλέον ως ένας από τους πιο αναδυόμενους τομείς στο πλαίσιο της εκπαίδευσης τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες (Madani, 2020). Οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες όπως οι ΗΠΑ, η Αγγλία και η Ιαπωνία αισθάνθηκαν την ανάγκη να επενδύσουν σε τομείς που σχετίζονται με την εκπαίδευση STE(A)M για το μέλλον. Οι χώρες αυτές πραγματοποιούν πολλές εφαρμογές για το STE(A)M σε κυβερνητικούς και μη κυβερνητικούς οργανισμούς, επιστημονικά ιδρύματα, πανεπιστήμια και σχολεία.

Έρευνες υποστηρίζουν ότι οι επιστημονικές δραστηριότητες που είναι ελκυστικές για τους μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν θετικά συναισθήματα και κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, σε αντίθεση με μεθοδολογίες διδασκαλίας που επικεντρώνονται κυρίως στην απόκτηση θεωρητικών γνώσεων και συνδέονται ελάχιστα με την πραγματική ζωή (Martinez et al, 2018) ενώ τα σχολεία που εστιάζουν στην εκπαίδευση STE(A)M έχουν θετική επίδραση στη μάθηση και στις δεξιότητες STE(A)M.

Για παράδειγμα, ευρήματα από άλλες μελέτες επιβεβαιώνουν ότι οι μαθητές που συμμετέχουν σε προγράμματα STE(A)M έχουν καλύτερες επιδόσεις σε τεστ μαθηματικών και φυσικών επιστημών από εκείνους που δεν συμμετέχουν σε τέτοια προγράμματα (Wiswall et al, 2014). Οι εν λόγω ερευνητές καταλήγουν επίσης στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές που συμμετέχουν σε προγράμματα STE(A)M είναι πιο πιθανό να εξειδικευτούν σε θέματα STEM στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και μάλιστα να επιλέξουν καριέρα σε αυτούς τους τομείς.

Επιπλέον, άλλες έρευνες διαπίστωσαν ότι η συμμετοχή σε προγράμματα STE(A)M αυξάνει την πιθανότητα οι μαθητές να βελτιώσουν την επάρκειά τους στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες στο λύκειο, ενισχύεται η συμμετοχή σε εξωσχολικές δραστηριότητες STE(A)M και αυξάνεται το ενδιαφέρον για επιστημονικές σταδιοδρομίες και τις φιλοδοξίες για ανώτερες πτυχία σε αυτούς τους τομείς (Means et al, 2016). Άλλωστε η σημασία ανάπτυξης STEM δραστηριοτήτων φαίνεται να οδηγεί σε μια νέα τάση σχεδιασμού εργαστηρίων και δράσεων, που προσδίδουν ένα περισσότερο κοινωνικό χαρακτήρα στις δραστηριότητες STEM, αναδεικνύοντας τη σημασία των προβλημάτων πραγματικού κόσμου και τη συμβολή της οικογένειας και του κοινωνικού συνόλου στην εκπαίδευση STEM των παιδιών

## **Ολοκληρωμένη μάθηση STE(A)M**

Η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες θέτει μεγάλες προκλήσεις για τους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι πρέπει όχι μόνο να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του τρόπου διδασκαλίας και να φέρουν στην τάξη τις φυσικές επιστήμες με τις προτάσεις του αναλυτικού προγράμματος, αλλά και να βρουν τον καταλληλότερο τρόπο να τις συνδέσουν με τους μαθητές, ώστε εκείνοι να μαθαίνουν με νόημα και να αναπτύξουν τις δεξιότητες, τις στάσεις και τις αξίες που θα χρειαστούν (Martin et al, 2015).

Ο ρόλος των εκπαιδευτικών είναι σημαντικός για την εύκολη προσαρμογή καινοτομιών όπως η προσέγγιση STE(A)M στο εκπαιδευτικό σύστημα και για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν. Οι αντιλήψεις και η ετοιμότητα των εκπαιδευτικών επηρεάζουν πραγματικά την επιτυχία της εφαρμογής της εκπαίδευσης STE(A)M. Πρέπει να έχουν επαρκή προηγούμενη κατάρτιση και κατανόηση προκειμένου να διδάξουν δραστηριότητες STE(A)M στους μαθητές τους (Foti, 2021).

Η έλλειψη ωστόσο πρακτικών διδασκαλίας δεν συμβάλλει αποτελεσματικά στην απόκτηση επιστημονικών ή τεχνολογικών δεξιοτήτων, γεγονός που αντανακλάται στη μετάβαση των μαθητών από την πρωτοβάθμια στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και στη μείωση των επιστημονικών κλίσεων των μαθητών/μαθητριών σε μελλοντικές σπουδές σε πεδία STE(A)M (Tai et al, 2006).

Οι Hsu και Fang (2019) αναφέρουν ότι για να ξεπεραστούν οι προκλήσεις της μάθησης και της διδασκαλίας των STE(A)M, απαιτούνται παιδαγωγικές προσεγγίσεις για ολοκληρωμένες προσεγγίσεις STEM και εκπαιδευτικοί εξοπλισμένοι με γνώσεις παιδαγωγικού περιεχομένου STE(A)M. Η ενσωμάτωση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου στη μάθηση των μαθηματικών και στη διεπιστημονική εφαρμογή των μαθηματικών -δηλαδή STE(A)M- έχει θετικές επιπτώσεις στα κίνητρα

των μαθητών, στην κατανόηση και, πάνω απ' όλα, στην κατανόηση υψηλότερων επιπέδων του περιεχομένου που αποκτάται (Geiger et al. 2018, Yang et al. 2017).

Επιπλέον, σύμφωνα με τους Schukajlow κ.ά. (2019), η ενασχόληση με προβλήματα του πραγματικού κόσμου και η επίλυσή τους συμβάλλει στο να είναι οι σημερινοί μαθητές καλύτερα εξοπλισμένοι για τη μελλοντική τους ζωή. Οι Ngiamsunthorn κ.ά. (2016) προσθέτουν ότι η χρήση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου στη μάθηση συνεπάγεται επίσης ότι το πλαίσιο είναι διεπιστημονικό και ότι απαιτούνται γνώσεις και ικανότητες από διαφορετικούς κλάδους -την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά-. Εδώ, ο στόχος είναι να συσχετιστούν οι γνώσεις και οι ικανότητες των μαθητών στο σύνολό τους με προβλήματα του πραγματικού κόσμου, κάνοντας τους μαθητές πιο ενεργούς στη μάθηση (Afnι 2020).

Για να αξιοποιηθούν τα πλεονεκτήματα της χρήσης πραγματικών προβλημάτων και για να μην περιοριστεί κανείς στην επίτευξη των στόχων του προγράμματος σπουδών ή στην προετοιμασία για τυποποιημένες εξετάσεις, μπορεί να πλαισιώσει τη σχολική μάθηση με εργαστήρια που να εστιάζουν στη χρήση πραγματικών και απτών αντικειμένων ή στην παραγωγή τέτοιων αντικειμένων. Σύμφωνα με τους Afnι (2020) και Rach et al (2018), η ένταξη των προβλημάτων του πραγματικού κόσμου στη μάθηση απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση της μάθησης, στην οποία αναπτύσσονται διαθεματικές στρατηγικές και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Ο συνδυασμός διαθεματικών στρατηγικών και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων είναι δυνατός στα εργαστήρια STE(A)M.

Πώς όμως μπορεί να οργανωθεί ένα εργαστήριο STE(A)M και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στο Νηπιαγωγείο?

### **Ένα εργαστήριο STEAM στο Νηπιαγωγείο**

Η παροχή ουσιαστικών πρακτικών εμπειριών STE(A)M σε παιδιά προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας επηρεάζει θετικά τις αντιλήψεις και τις διαθέσεις τους απέναντι στο STE(A)M (Bagiati et al., 2010) ενώ οι έννοιες STE(A)M δεν είναι πολύ δύσκολες για τα παιδιά προσχολικής ηλικίας (Banko et al. 2013), τα οποία είναι επίμονα και αποφασιστικά όταν κατασκευάζουν σχέδια και προσπαθούν να τα διορθώσουν όταν τα πράγματα δεν λειτουργούν όπως θα ήθελαν.

«Οι μηχανικοί συχνά ορίζουν την δουλειά τους ως σχεδιασμό υπό περιορισμούς. Στο κέντρο του μπλοκ, τα παιδιά προσχολικής ηλικίας εργάζονται σκληρά για να οικοδομήσουν κατασκευές κάτω από πολλούς περιορισμούς ή περιορισμούς. Πρέπει να λάβουν υπόψη τους τον χώρο, τα σχήματα, τα μεγέθη, τα υλικά, τον αριθμό των διαθέσιμων μπλοκ και φυσικά τη βαρύτητα. Τα παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι εκκολλημένοι μηχανικοί!»(Van Meeteren (2015, σ. 30)

Τα μικρά παιδιά χρειάζονται χρόνο για να εξερευνήσουν, να δημιουργήσουν και να καινοτομήσουν. Θέλουν να αποκτήσουν βασικές γνώσεις και να κατανοήσουν το πώς λειτουργεί ο κόσμος ενώ έχουν μια φυσική προδιάθεση προς επιστήμη με την αίσθηση της δημιουργικότητας, της περιέργειας και της επιμονής τους (Foti, 2021). Οι δραστηριότητες STE(A)M παρέχουν στα παιδιά προσχολικής ηλικίας ένα φυσικό περιβάλλον για συνεργασία και επικοινωνία ενώ είναι ικανά να συζητούν διαφορετικές στρατηγικές και προτάσεις για έναν απλοϊκό μηχανικό σχεδιασμό.

Η διαδικασία σχεδιασμού ενός εργαστηρίου STE(A)M αποτελείται από:

- Το σπάσιμο πάγου, τη δραστηριότητα που προσελκύει την προσοχή του παιδιού, και το βοηθά να έχει χαλαρό, χαρούμενο πνεύμα, να εστιάσει περισσότερο στο επερχόμενο σχέδιο μαθήματος.
- Την ανάδειξη ενός προβλήματος που διεγείρει την περιέργεια των παιδιών και το οποίο μπορεί να αναδυθεί μέσα από την ερώτηση. Η δεξιότητα διατύπωσης ερωτημάτων συνδέεται άμεσα με την επιστημονική σκέψη και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο ως σύνδεσμος ανάμεσα στη σκέψη και τη μάθηση (Φώτη, Ρέλλια, 2020). Καθώς οι μαθητές υποβάλλουν ερωτήματα σκέφτονται, αναζητούν τον νόημα και συνδέουν νέες ιδέες σε γνωστές έννοιες, καθώς η διερώτηση είναι ένα πλαίσιο οργάνωσης της διδασκαλίας και της μάθησης που βοηθάει τους μαθητές να συμπεριλάβουν τις δικές τους ιδέες και ερωτήσεις και να ακολουθήσουν τις δικές τους διερευνήσεις όπως αναφέρουν οι Schirripa και Steiner (2000). Μέσα από ανοιχτά ερωτήματα οι εκπαιδευτικοί καλούνται να βοηθήσουν το παιδί να αποκαλύψει εγγενείς ιδέες.
- Την Εμπειρία, μέσα από τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος όπου τα παιδιά συμμετέχουν, βιώνουν τη δραστηριότητα τόσο ατομικά όσο και ομαδικά και ικανοποιούν τον εαυτό τους με το ερώτημα "γιατί;" μέσα από την εμπειρία.

Τα βασικά βήματα της αυτής της μεθοδολογίας STE(A)M σύμφωνα με τις Φώτη, Ρέλλια (2020) θα μπορούσαν να συνοψιστούν στα παρακάτω βήματα:

**ΒΗΜΑ 1<sup>ο</sup>: ΠΑΡΑΤΗΡΩ – ΡΩΤΩ (OBSERVE/ASK)** Το στάδιο αυτό στηρίζεται σε ερωτήματα

όπως ποιο είναι το πρόβλημα, πώς έχουν λύσει οι άλλοι το πρόβλημα αυτό, ποιοι είναι οι περιορισμοί και ποιες οι κατευθυντήριες γραμμές, ποιος μπορεί να με βοηθήσει να λύσω το πρόβλημα αυτό;

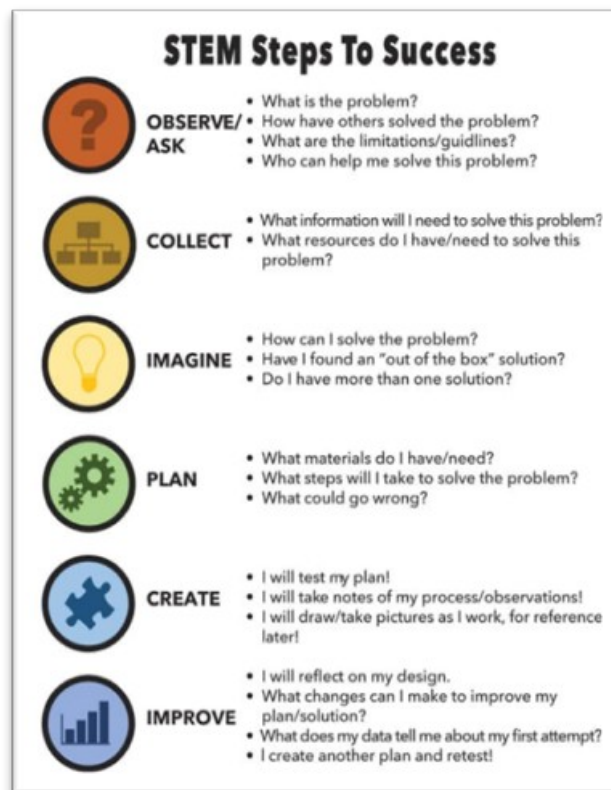
**ΒΗΜΑ 2°: ΣΥΛΛΕΓΩ (COLLECT)** Το στάδιο αυτό στηρίζεται σε ερωτήματα όπως: τι πληροφορίες θα χρειαστώ για να λύσω αυτό το πρόβλημα, ποιους πόρους έχω/θα χρειαστώ για να λύσω αυτό το πρόβλημα;

**ΒΗΜΑ 3°: ΦΑΝΤΑΖΟΜΑΙ (IMAGINE)** Το στάδιο αυτό στηρίζεται σε ερωτήματα όπως πώς μπορώ εγώ να λύσω το πρόβλημα, έχω βρει μία «άμεση» λύση, έχω στη διάθεσή μου περισσότερες της μίας λύσεις;

**ΒΗΜΑ 4°: ΣΧΕΔΙΑΖΩ (PLAN)** Το στάδιο αυτό στηρίζεται σε ερωτήματα όπως τι υλικά έχω στη διάθεσή μου / χρειάζομαι, ποια βήματα θα ακολουθήσω για να λύσω το πρόβλημα, τι θα μπορούσε να πάει λάθος;

**ΒΗΜΑ 5°: ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ (CREATE)** Το στάδιο αυτό στηρίζεται σε διαπιστώσεις/αποφάσεις όπως θα ελέγξω το σχέδιό μου, θα κρατήσω σημειώσεις κατά την εκτέλεση / από τις παρατηρήσεις μου, θα ζωγραφίσω εικόνες / τραβήξω φωτογραφίες για μελλοντική χρήση.

**ΒΗΜΑ 6°: ΒΕΛΤΙΩΝΩ (IMPROVE)** Το στάδιο αυτό στηρίζεται σε διαπιστώσεις και ερωτήματα όπως θα συλλογιστώ πάνω στο σχέδιό μου, τι αλλαγές μπορώ να κάνω για να βελτιώσω το σχέδιο/τη λύση μου, τι λένε τα δεδομένα μου για την πρώτη μου προσπάθεια, θα δημιουργήσω ένα σχέδιο εκ νέου και θα το ελέγξω ξανά (Στο Σχήμα 1 αποτυπώνεται η αλληλουχία των βημάτων)

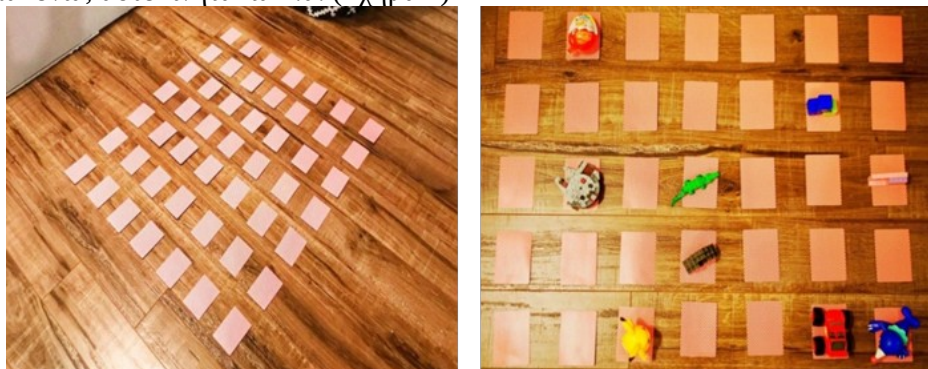


*Σχήμα 1: Αλληλουχία βημάτων STEM (Φώτη, Ρέλλια, 2020)*

Για την ενσωμάτωση της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε ένα μάθημα STE(A)M στο νηπιαγωγείο, χρησιμοποιούνται οι όροι plugged και unplugged για να περιγράψουν τις δραστηριότητες που απαιτούν ή δεν απαιτούν αντίστοιχα τη χρήση ψηφιακών μέσων και των ψηφιακών εργαλείων όπως υπολογιστές, tablet, smartphone, ηλεκτρονικά εργαλεία και εκπαιδευτικά ρομπότ.

Η κωδικοποίηση για παιδιά Νηπιαγωγείου είναι στην πραγματικότητα πολύ πιο απλή όσο ενδεχομένως νομίζει κανείς. Παιδιά ηλικίας έως πέντε ετών μπορούν ήδη να αντιληφθούν μερικές από τις βασικές έννοιες της κωδικοποίησης, ακόμη και αν δεν γνωρίζουν τι είναι ακριβώς μέσα από παραδείγματα από την καθημερινή ζωή (Φώτη, Ρέλλια, 2020). Έννοιες όπως αλγόριθμος, ακολουθία, επανάληψη, ανάλυση, επέκταση/διακλάδωση, εντοπισμός σφαλμάτων μπορούν να προσεγγιστούν μέσα από ασύνδετες δραστηριότητες (unplugged) με απλά υλικά όπως τουβλάκια, κάρτες, lego,

λαστιχένια μπαλόνια, αυτοκινητάκια κ.α. (Σχήμα 2)



Σχήμα 2: Ασύνδετες – unplugged δραστηριότητες κωδικοποίησης (Φώτη, Ρέλλια, 2020).

## Συμπεράσματα

Το STE(A)M είναι ένα νέο εκπαιδευτικό μοντέλο το οποίο μέσα από τις δραστηριότητες που μπορούν να εσωματωθούν στο καθημερινό εκπαιδευτικό πρόγραμμα του νηπιαγωγείου οι μικροί μαθητές αναπτύσσουν σημαντικές δεξιότητες (κριτική σκέψη και επίλυση προβλημάτων), ενισχύονται στη διεξαγωγή και την ερμηνεία απλών επιστημονικών πειραμάτων, μαθαίνουν με ευχάριστο και δημιουργικό τρόπο, ενώ παράλληλα δημιουργούν νέα προϊόντα, εκπαιδεύονται στην παρατήρηση, ανάλυση και επίλυση σημαντικών, καθημερινών προβλημάτων.

Για επιτυχημένες δραστηριότητες δημόσιας προσχολικής εκπαίδευσης με προσανατολισμό στο STE(A)M, θα πρέπει να υπάρχει ενίσχυση δραστηριοτήτων των παιδιών με προσανατολισμό στα γνωστικά πεδία STE(A)M στο πρόγραμμα προσχολικής εκπαίδευσης, στην τακτική κατάρτιση προγραμμάτων για τους εκπαιδευτικούς ενώ οι εκπαιδευτικοί προσχολικής ηλικίας θα πρέπει να συλλέγουν ενεργά ασφαλή υλικά για την υλοποίηση δραστηριοτήτων STE(A)M, δημιουργώντας τις προϋποθέσεις εκείνες για τη συμμετοχή των παιδιών στις δραστηριότητες, αναπτύσσοντας τις δεξιότητες του 21ου αιώνα.

Άλλωστε όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο John Dewey

«Όλα όσα το σχολείο μπορεί ή χρειάζεται να κάνει είναι να αναπτύξει την ικανότητα των μαθητών να σκέφτονται.»

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Afni, N. (2020) Contextual teaching and learning (CTL) as a strategy to improve students mathematical literacy. *J Phys* 1581(1):012043
- Bagiati, A., Yoon, S. Y., Evangelou, D. and Ngambeki, I. (2010). Engineering curricula in early education: Describing the landscape of open resources. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2)
- Banko, W., Grant, M. L., Jabot, M. E., McCormack, A. J. and O'Brien, T. (2013). *Science for the next generation: Preparing for the new standards*. Arlington, VA: National Science Teachers Association (NSTA) Press
- Bratitsis, T., Koliakou, I., Díaz, A. S., Arvaniti, V., Sarmento, T., Tobajas, N. O., & Barroca, A. (2022). MiniOpenLab: Open Community and Hands-On Approach to Sustainable Development and STEM Education – An Innovative Approach. In S. Xeferis (Ed.), *Handbook of Research on Integrating ICTs in STEAM Education* (pp. 61-83). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3861-9.ch004>
- Foti, P., (2021). The ST (R) E (A) M (Science- Technology-Reading-Writing-Engineering Arts) in Kindergarten: A Teaching Proposal for Exploratory and Discovery Learning. *European Journal of Education and Pedagogy* 2(1), 1-6. ISSN: 2736-4534 <https://doi.org/10.24018/ejedu.2021.2.1.21>
- Foti, P. (2021). Exploring kindergarten teachers' views on STEAM education and educational robotics: Dilemmas, possibilities, limitations. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 1(2), 82-95. ISSN: 2737-5676, <https://doi.org/10.25082/AMLER.2021.02.004>
- Geiger V, Stillman G, Brown J, Galbriath P, Niss M (2018) Using mathematics to solve real world problems: the role of enablers. *Math Educ Res J* 30(1):7–19
- Harlen, W. Evaluar la alfabetización científica en el programa de la OECD para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). *Enseñanza Cienc.* 2002, 20, 209–216
- OECD/Eurostat (2005), Oslo Manual: *Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, OECD Publishing

- OECD (2010a), *The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*, OECD Publishing
- OECD (2010b), *The Nature of Learning: Using Research to Inspire Practice*, OECD Publishing.
- Martin, C.; Prieto, T.; Jiménez, M.A. Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias. *Estudio de un caso en Málaga. Enseñanza Cienc.* 2015, 33, 167–184
- Martínez, G.; Naranjo, F.L.; Mateos, M.; Sánchez, J. Recreational Experiences for Teaching Basic Scientific Concepts in Primary Education: The Case of Density and Pressure. *Eurasia J. Math. Sci. Technol.* Ed. 2018, 14, 1–16
- Means, B.; Wang, H.; Young, V.; Peters, V.L.; Lynch, S.J. STEM—focused high schools as a strategy for enhancing readiness for postsecondary STEM programs. *J. Res. Sci. Teach.* 2016, 53, 709–736
- Ngiamsunthorn PS, Tanasittikosol M, Yoo-Kong S (2016) Bringing the real-world context into mathematics: a case study of project based assignment in elementary calculus for engineering students. In: *The international STEM education conference (ISTEM-Ed 2016)*
- Rach S, Ufer S, Kosiol T (2018) Situational interest in university mathematics courses: similar for realworld problems, calculations, and proofs?
- Schukajlow S, Achmetli K, Rakoczy K (2019) Does constructing multiple solutions for real-world problems affect self-efficacy? *Educ Stud Math* 100(1):43–60
- Schirripa, S. C., & Steiner, E. (2000). Enhancement and analysis of science question level for middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 210-224.
- Tai, R.H.; Liu, C.Q.; Maltese, A.V.; Fan, X. Planning early for careers in science. *Science* 2006, 312, 1143–1145
- Toner, P. (2011), “Workforce Skills and Innovation: An Overview of Major Themes in the Literature”, *OECD Education Working Paper*, No. 55, OECD Publications.
- Van Meeteren, B. (2015). *Engineering in preschool? The children are already working on that! Teaching Young Children*, 8(3), 30-31. Available at: <http://ezproxy.rowan.edu/login?url=http://search.proquest.com/docview/1647823064?accountid=13605>
- Wiswall, M.; Stiefel, L.; Schwartz, A.E.; Boccardo, J. Does attending a STEM high school improve student performance? Evidence from New York City. *Econom. Educ. Rev.* 2014, 40, 93–105.
- Yang D-C, Tseng Y-K, Wang T-L (2017) A comparison of geometry problems in middle-grade mathematics textbooks from Taiwan, Singapore, Finland, and the United States. *Eurasia J Math Sci Technol Educ* 13(7):2841–2857
- Φώτη, Π., Ρέλλια, Μ. (2020) *ST(R)EAM και Εκπαιδευτική Ρομποτική για παιδιά ηλικίας από 3 έως 8 ετών*, Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

# Τροποποίηση της Διδασκαλίας της Ελεύθερης Πτώσης με Ένταξη στην STEM Εκπαίδευση για την Ενίσχυση της Δημιουργικότητας μέσω Επίλυσης Προβλήματος: Διακομιδή σε Καταστάσεις Έκτακτης Ανάγκης

Μαρίνα Τσαουσίδη<sup>1</sup>, Ελένη Ντεβετούδη<sup>1</sup>, Φωτεινή Τσερέλη<sup>1</sup>

[mtsaousi@auth.gr](mailto:mtsaousi@auth.gr), [enteveto@auth.gr](mailto:enteveto@auth.gr), [ftsereli@auth.gr](mailto:ftsereli@auth.gr)

<sup>1</sup>ΠΜΣ Διδακτική της Φυσικής & Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Τμήμα Φυσικής, ΑΠΘ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στον σύγχρονο κόσμο, όπου η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται, είναι απαραίτητο ο άνθρωπος να κατέχει κάποιες σημαντικές δεξιότητες. Αυτές αναφέρονται συχνά ως “μαθησιακές δεξιότητες 4C’s” ή απλά 4C’s. Αυτές περιλαμβάνουν την κριτική σκέψη, τη συνεργασία, την επικοινωνία και τη δημιουργικότητα. Η παρούσα εργασία εστιάζει στην ενίσχυση της δημιουργικότητας των μαθητών Α΄ τάξης Λυκείου με τη χρήση του λογισμικού Tracker. Για την επίτευξη αυτού του στόχου επιλέχθηκε ως διδακτική προσέγγιση η μέθοδος με βάση το πρόβλημα (PBL). Σε αυτό το πλαίσιο επιλέχθηκε ως θέμα η μελέτη της ελεύθερης πτώσης και τέθηκε ως πρόβλημα η διακομιδή φαρμάκων σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Το διδακτικό υλικό σχεδιάστηκε με βάση το μοντέλο ροής δραστηριοτήτων PBL της Diana F. Wood. Οι μαθητές καλούνται, ακολουθώντας το τετράδιο εργασίας, να δημιουργήσουν τα δικά τους βίντεο και να τα αναλύσουν με τη βοήθεια του λογισμικού ώστε να φτάσουν στη βέλτιστη λύση του προβλήματος.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Δεξιότητες 21ου αιώνα, δημιουργικότητα, λογισμικό Tracker, μέθοδος PBL

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη έχει επηρεάσει σημαντικά την εκπαίδευση. Ο 21<sup>ος</sup> αιώνας χαρακτηρίζεται από καινοτόμες εξελίξεις και εξάρτηση από την τεχνολογία σε όλους τους τομείς της ζωής ενός ατόμου. Για τον λόγο αυτόν ο ψηφιακός εγγραμματοτισμός αποτελεί πλέον μια από τις πιο σημαντικές δεξιότητες που πρέπει να κατέχει ένας σύγχρονος άνθρωπος. Η ανάγκη αυτή ενθαρρύνει την ανάπτυξη των δεξιοτήτων μάθησης 4C.

Συγκεκριμένα η δημιουργικότητα βασίζεται στην αυτοέκφραση και την εμπιστοσύνη. Αναφέρεται σε “ασυνήθιστες απαντήσεις, καινοτομία, ευελιξία και ευφράδεια” τις οποίες μαθαίνουμε εξερευνώντας, αμφισβητώντας και πειραματιζόμενοι. Η δημιουργικότητα επικεντρώνεται στη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ προηγούμενων ανεξάρτητων πραγμάτων. Πρόκειται για την αντιμετώπιση ζητημάτων από νέες οπτικές γωνίες ως μέρος της διαδικασίας βελτίωσης, επαναπροσδιορισμού και επίλυσης ζητημάτων (Higgins & Reeves, 2006). Οι έννοιες που σχετίζονται με τον όρο δημιουργικότητα περιλαμβάνουν την καινοτομία, το παιχνίδι, την εξερεύνηση, το χιούμορ, τον μετασχηματισμό και την αβεβαιότητα. Χαρακτηριστικές δεξιότητες δημιουργικότητας και καινοτομίας είναι η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η μεταφορά νέων ιδεών προς άλλους, η ανταπόκριση στην προβολή νέων και διαφορετικών απόψεων, η χρήση της τεχνολογίας για τη λήψη αποφάσεων, η επίλυση προβλημάτων και η δημιουργία νέων ιδεών (Θεολόγος-Παπαδόπουλος, Ν., 2022).

Για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων 4C και συγκεκριμένα της δημιουργικότητας, υποστηρίζεται ότι η μέθοδος της μάθησης με βάση το πρόβλημα μπορεί να δώσει τα κατάλληλα ερεθίσματα και κίνητρα στους μαθητές. Η μάθηση με βάση το πρόβλημα (PBL) έχει ευρέως υποστηριχθεί ότι είναι μια αποτελεσματική εκπαιδευτική μέθοδος για το σημερινό κλίμα αλλαγής και καινοτομίας.

Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία η μάθηση μέσω βίντεο μετρήσεων επίσης προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στη μάθηση των φυσικών επιστημών. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν δεδομένα της κινηματικής, να εντοπίσουν τις σχέσεις μεταξύ φυσικών μεγεθών, να παρατηρήσουν την αντιστοιχία ενός μοντέλου με την πραγματικότητα, αλλά και να εκτελέσουν πειράματα με μικρό κόστος και με εύκολα προσβάσιμα υλικά (Aguilar-Marin et al., 2018). Το Tracker, πέρα από την ανάλυση βίντεο τα οποία υπάρχουν στην βιβλιοθήκη του λογισμικού, προσφέρει τη δυνατότητα επεξεργασίας βίντεο τα οποία τράβηξαν οι μαθητές. Λαμβάνοντας υπόψη



αυτή την ιδιότητα του λογισμικού θεωρείται ότι μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην ενίσχυση της δημιουργικότητας των μαθητών.

Στη συγκεκριμένη εργασία θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό Tracker ως μέσο ενίσχυσης της δημιουργικότητας των μαθητών σε μια PBL προσέγγιση διδασκαλίας της ελεύθερης πτώσης σε science club. Συγκεκριμένα οι δραστηριότητες που θα αναπτυχθούν απευθύνονται σε μαθητές Α' τάξης Λυκείου και η συνολική διάρκεια εκτιμάται ότι αντιστοιχεί σε 19 ώρες. Σκοπός της εργασίας είναι να σχεδιαστεί κατάλληλο διδακτικό υλικό για την ενίσχυση της δημιουργικότητας των μαθητών μέσα από την εμπλοκή τους με το λογισμικό Tracker. Τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης είναι: Πώς μπορεί να σχεδιαστεί κατάλληλο διδακτικό υλικό για τη διδασκαλία της ελεύθερης πτώσης με μια προσέγγιση PBL με τη χρήση του λογισμικού Tracker; Πώς μπορεί να αξιοποιηθεί το λογισμικό Tracker έτσι ώστε να ενισχυθεί η δημιουργικότητα των μαθητών;

## **Θεωρητικό υπόβαθρο**

### **4C Δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα**

Οι προκλήσεις του 21<sup>ου</sup> αιώνα καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για τους πολίτες πέραν του να είναι επιστημονικά εγγραμματισμένοι να έχουν αναπτύξει κάποιες δεξιότητες για να μπορέσουν να ανταποκριθούν στον κοινωνικό, αλλά και στον εργασιακό τομέα. Έτσι η ανάγκη καλλιέργειας αυτών των δεξιοτήτων τροποποιεί τους στόχους που θέτει η εκπαίδευση.

Οι δεξιότητες μάθησης 4C περιλαμβάνουν την κριτική σκέψη (critical thinking), τη συνεργασία (collaboration), την επικοινωνία (communication) και τη δημιουργικότητα (creativity). Η κριτική σκέψη αναφέρεται στην ικανότητα των μαθητών να αναλύουν, να ερμηνεύουν, να αξιολογούν, να λαμβάνουν μια απόφαση και να λύνουν το πρόβλημα, η συνεργασία αφορά την δημιουργία κοινών εμπειριών και γνώσεων μεταξύ των εκπαιδευομένων και την ενεργή εμπλοκή όλων στη διαδικασία της μάθησης, η επικοινωνία αναφέρεται στην ικανότητα ανταλλαγής πληροφοριών καθώς και την μεταφορά αυτών με σαφήνεια προς τους άλλους και τέλος, η δημιουργικότητα χαρακτηρίζεται ως η ικανότητα ενός ατόμου να δημιουργεί νέες ιδέες μέσα από προϋπάρχουσες οι οποίες λειτουργούν ως αφόρμηση (Θεολόγος-Παπαδόπουλος, 2022).

Η κριτική σκέψη κρίνεται σημαντική διότι καλούνται πολλές φορές οι πολίτες να διαχωρίσουν και να ανακαλύψουν την αλήθεια από υποθέσεις και γεγονότα. Έτσι δεν τους παρατίθενται τα αληθή γεγονότα, αλλά πρέπει να ανακαλύψουν τα δεδομένα και τα στοιχεία μέσα από ορθά μοτίβα συλλογισμού. Όσον αφορά τη δημιουργικότητα, οι μαθητές καλούνται να ανακαλύψουν πώς να είναι δημιουργικοί λύνοντας ένα πρόβλημα ή δοκιμάζοντας τεχνικές που δεν είχαν δοκιμάσει μέχρι τώρα. Με αυτό τον τρόπο, εκπαιδεύονται στο να προσεγγίζουν μία κατάσταση και από άλλες οπτικές γωνίες μέσα από υγιείς και παραγωγικές διαδικασίες (Rusdin & Ali, 2019). Αξίζει να σημειωθεί ότι η δημιουργικότητα βρίσκει πρόσφορο έδαφος σε συνδυασμό με άλλες δεξιότητες, όπως η συνεργασία. Η προώθηση της συνεργασίας στην εκπαίδευση και η εφαρμογή της στις σχολικές διαδικασίες προετοιμάζει τους μαθητές για τον τρόπο εργασίας τους στην υπόλοιπη ζωή τους. Οι απαιτήσεις και η εξειδίκευση που χαρακτηρίζει τον 21ο αιώνα καθιστούν αυτονόητη τη συνεργασία των ατομικών μονάδων για την επιτυχή έκβαση κάθε διαδικασίας. Επίσης, μέσα από τη συνεργασία οι μαθητές καλούνται να συνειδητοποιήσουν ότι κάθε άνθρωπος σκέφτεται διαφορετικά και κάθε κατάσταση επιδέχεται διαφορετικές προσεγγίσεις. Τέλος, μία ακόμα σημαντική δεξιότητα, που θεωρείται δεδομένη αλλά δεν είναι στη σημερινή κοινωνία, είναι η επικοινωνία. Οι μαθητές καλούνται να μάθουν να επικοινωνούν τις σκέψεις τους και να επιχειρηματολογούν για αυτές με τρόπο που θα είναι κατανοητό από τους υπολοίπους. Καμία δεξιότητα μόνη της δεν μπορεί να κριθεί ουσιαστική, η συμβολή όλων των δεξιοτήτων που αναφέρθηκαν οδηγούν στο επιθυμητό αποτέλεσμα, την προετοιμασία του σύγχρονου ανθρώπου για την κοινωνία και την προώθηση της ευημερίας και ανέλιξής της.

Έχει μελετηθεί και καταγραφεί ότι ένας αποτελεσματικός τρόπος για να καλλιεργηθούν η δημιουργικότητα και η συνεργασία είναι η εφαρμογή της μεθόδου problem based learning (PBL) (Milla et al., 2019). Εφαρμογές έχουν δείξει ότι οι 4C δεξιότητες προωθούνται και μέσω της μεθόδου project based learning (PjBL) (Triana et al., 2020) Επίσης η χρήση της προσέγγισης STEM έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει στην προώθηση της κριτικής σκέψης, και της επικοινωνίας (Tunkham et al., 2016; Bicer et al., 2015).

## Ανάλυση του προβλήματος από άποψη Φυσικής

Ελεύθερη πτώση ορίζεται η κίνηση όπου το σώμα αφήνεται από ορισμένο ύψος με μηδενική αρχική ταχύτητα και πάνω του επιδρά μόνο η δύναμη του βάρους η οποία θεωρείται σταθερή. Επομένως το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας  $\alpha=g$ . Στην ελεύθερη πτώση, η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και ο χρόνος πτώσης εξαρτάται από το ύψος που θα γίνει η ρίψη. Η τροχιά της ελεύθερης πτώσης μπορεί να είναι ευθύγραμμη είτε καμπυλόγραμμη.

Στην πραγματικότητα όμως όταν ένα σώμα πέφτει σε ένα μέσο το οποίο είναι ο αέρας ή καποιο υγρό, δέχεται δύναμη τριβής που οφείλεται στο μέσο και αντιτίθεται στην κίνηση του σώματος και το σώμα αποκτά μια τελική ταχύτητα που είναι σταθερή και λέγεται οριακή. Έτσι η πτώση δε θεωρείται ελεύθερη και ο χρόνος πτώσης διαφοροποιείται για κάθε σώμα.

Οι δυνάμεις τριβής που προκύπτουν κατά την κίνηση σώματος μέσα σε ρευστό (αέρα ή νερό) συνήθως αυξάνονται όσο αυξάνεται η ταχύτητα του σώματος στο ρευστό:  $F = -ku$  (1). Για μικρές ταχύτητες η δύναμη αντίστασης  $F$  του ρευστού είναι περίπου ανάλογη προς την ταχύτητα του σώματος. Θεωρώντας ως θετική κατεύθυνση την κατεύθυνση προς τα κάτω και αγνοώντας τη δύναμη της άνωσης, βρίσκουμε ότι η ολική κατακόρυφη συνιστώσα της δύναμης είναι:  $mg - ku = ma$  (2). Τη χρονική στιγμή εκκίνησης της πέτρας  $u=0$ , η αντίσταση είναι μηδέν και η αρχική επιτάχυνση είναι  $\alpha = g$ . Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του σώματος, αυξάνεται και η αντίσταση ώσπου να επέλθει τελικά εξίσωση των μέτρων της αντίστασης και του βάρους  $mg - ku = 0$  (3). Τότε, η επιτάχυνση γίνεται μηδέν και δεν υπάρχει περαιτέρω αύξηση της ταχύτητας. Η τελική ταχύτητα η οποία λέγεται οριακή ταχύτητα υπολογίζεται από τον τύπο  $u_{or} = mg/k$  (4).

### Δυνατότητες του λογισμικού βίντεο ανάλυσης Tracker

Το Tracker είναι ελεύθερο λογισμικό ανάλυσης και μοντελοποίησης βίντεο, που έχει χτιστεί πάνω στο δίκτυο Open Source Physics (OSP) Java, σχετικά με τη Φυσική. Υπάρχουν διάφορα λογισμικά ανάλυσης βίντεο (π.χ. VideoPoint, Coach). Το Tracker, όμως, προσφέρεται ελεύθερα από το δημιουργό του Douglas Brown. Έτσι, το λογισμικό μπορεί να εγκατασταθεί τόσο σε υπολογιστές του σχολείου, όσο και σε προσωπικούς υπολογιστές καθηγητών και μαθητών, παρέχοντας τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να το αξιοποιήσει ποικιλοτρόπως.. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε online είτε με εγκατάσταση.

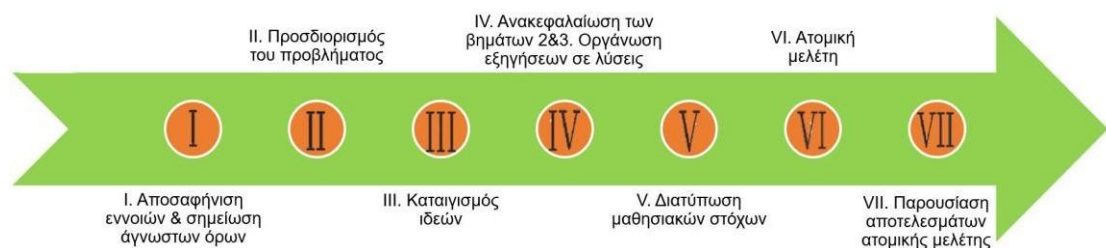
Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου λογισμικού είναι οι δυνατότητες ιχνηλασίας αντικειμένων και επεξεργασία δεδομένων για την γραφική απεικόνιση της θέσης, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης των αντικειμένων. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα μοντελοποίησης της κίνησης σωματιδίων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της κίνησης των σωμάτων αλλά δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να μελετήσουν και να κατανοήσουν και άλλες ενότητες της φυσικής όπως είναι η ανάλυση φασμάτων και η συμβολή του φωτός. Το Tracker εμπεριέχει μία βιβλιοθήκη η οποία απαρτίζεται από έτοιμα βίντεο πειραμάτων, ενώ οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν και να ενσωματώσουν και το δικό τους βίντεο. Επίσης, ενώ οι περισσότερες προσομοιώσεις και άλλες τεχνολογίες αφαιρούν τη δυνατότητα για «πειραματικό σφάλμα», οι μαθητές μπορούν να ενσωματώσουν το σφάλμα στην ανάλυση βίντεο μέσω της διαδικασίας «σήμανσης». Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να είναι τόσο ακριβή όσο οι μαθητές επισημαίνουν την ίδια ακριβώς θέση στα κινούμενα αντικείμενα σε κάθε καρτέ. Μία από τις δυνατότητες του λογισμικού είναι η παράλληλη δημιουργία και μελέτη γραφημάτων. Τέλος, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να κατανοήσουν εις βάθος το φαινόμενο που μελετούν αφού μέσα από τις εφαρμογές των λογισμικών έχουν τη δυνατότητα να αντιστοιχίσουν το εκάστοτε μοντέλο και να συγκρίνουν τα γραφήματα των πειραματικών δεδομένων που βασίζονται σε βίντεο με τα αντίστοιχα των προσομοιώσεων (Aguilar-Marin et al, 2018)

### Μεθοδολογία

Προκειμένου να απαντηθεί το ερευνητικό ερώτημα, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική επισκόπηση σε βάσεις δεδομένων όπως EBSCOhost, Google Scholar, J-Store, SAGE, SCOPUS, Web of Science και ERIC, ώστε να μελετηθούν οι δυνατότητες του λογισμικού Tracker Video Analysis Tool και η εκπαιδευτική του αξία/χρησιμότητα πριν το σχεδιασμό του διδακτικού υλικού που θα βασίζεται σε αυτό. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν για τις αναζητήσεις ήταν video measurements in education και Tracker Video Analysis. Αμέσως μετά, αναζητήθηκαν έρευνες για την μάθηση βάση προβλήματος και την δημιουργικότητα, με λέξεις κλειδιά PBL in physics, PBL models,

PBL stages, 4C skills education, creativity and 4C και creativity and PBL. Στο επόμενο στάδιο, επιλέχθηκε το θέμα που θα αντιμετώπιζαν οι μαθητές με τη βοήθεια του λογισμικού Tracker, δηλαδή η αεροδιακομιδή ενός φαρμάκου σε μία κατάσταση έκτακτης ανάγκης και διατυπώθηκε το πρόβλημα, το οποίο δίνεται στους μαθητές προς επίλυση. Ακολούθως, επιλέχθηκε ένα μοντέλο ροής δραστηριοτήτων από αυτά που μελετήθηκαν στη βιβλιογραφία και με βάση τα στάδια αυτού του μοντέλου, σχεδιάστηκαν δραστηριότητες που έχουν ως στόχο την ενίσχυση της δημιουργικότητας των μαθητών. Οι δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν, εφαρμόστηκαν από την ομάδα ερευνητών, προκειμένου να εντοπιστούν τυχόν αδυναμίες του υλικού που σχεδιάστηκε.

Για την ανάπτυξη του σεναρίου χρησιμοποιήθηκε η προσέγγιση επτά βημάτων της PBL σύμφωνα με την Diana F. Wood (2003) όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.



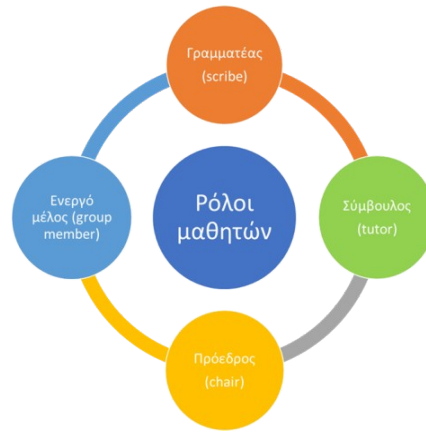
**Σχήμα 1:** Τα 7 βήματα της PBL σύμφωνα με την Diana F. Wood (2003).

Οι μαθησιακοί στόχοι που τέθηκαν για την υποστήριξη των δραστηριοτήτων είναι οι εξής:

- Οι μαθητές να συνδέσουν τη νέα γνώση με φαινόμενα που συναντούν στην καθημερινή τους ζωή (εφαρμογή επιστημονικών γνώσεων και μεθόδων)
- Οι μαθητές να συνδέσουν επιστήμη - κοινωνία - τεχνολογία- οικονομία
- Οι μαθητές να αναπτύξουν την δημιουργικότητα μέσω της μεθόδου PBL και τη χρήση του λογισμικού για βίντεο ανάλυση
- Να χειρίζονται το λογισμικό Tracker, σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται (δεξιότητες στο χειρισμό)
- Οι μαθητές να διατυπώνουν υποθέσεις για ένα πρόβλημα
- Οι μαθητές να ερμηνεύουν τα πειραματικά δεδομένα και τις παρατηρήσεις
- Οι μαθητές να προσαρμόζουν τα πειραματικά δεδομένα σε θεωρητικές σχέσεις (λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς)

## Αποτελέσματα

Για την καλύτερη εμπλοκή των μαθητών σε ένα σενάριο είναι γνωστό ότι θα πρέπει ο καθένας να αναλαμβάνει ένα συγκεκριμένο ρόλο. Σύμφωνα με το μοντέλο ροής δραστηριοτήτων της Wood (2003) οι ρόλοι αυτοί περιλαμβάνουν τον γραμματέα (scribe), ο οποίος καταγράφει τις ιδέες, τα σχόλια και τις δυσκολίες της ομάδας, τον σύμβουλο (tutor), ο οποίος προτρέπει τη συμμετοχή όλων των μελών, βοηθάει τον πρόεδρο με τη δυναμική της ομάδας και επιβλέπει τον χρόνο, αποτρέπει την απόκλιση από τον στόχο, φροντίζει να επιτυγχάνονται οι μαθησιακοί στόχοι για κάθε μέλος και αξιολογεί την απόδοση της ομάδας, τον πρόεδρο (chair), ο οποίος καθοδηγεί την ομάδα σε όλη τη διαδικασία, προτρέπει τη συμμετοχή όλων των μελών, διατηρεί τη δυναμική της ομάδας, φροντίζει να βρίσκεται η ομάδα εντός του χρονικού πλαισίου, διασφαλίζει την εστίαση των μελών στη εκάστοτε δραστηριότητα και φροντίζει ο γραμματέας να κρατάει ακριβές αρχείο και τέλος, το ενεργό μέλος (group member) ο οποίος ακολουθεί τα βήματα της ακολουθίας, συμμετέχει στη συζήτηση, ακούει και σέβεται τις απόψεις των άλλων μελών, θέτει ανοιχτά ερωτήματα, ερευνά τους μαθησιακούς στόχους και μοιράζεται τις πληροφορίες με τους υπόλοιπους. Συνοπτικά οι ρόλοι φαίνονται στο Σχήμα 2.



**Σχήμα 2:** Οι ρόλοι των μαθητών στο σενάριο PBL.

Στην πρώτη συνάντηση, πριν την εκκίνηση της ακολουθίας, οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των τεσσάρων και αναλαμβάνει ο καθένας έναν από τους ρόλους που αναφέρθηκαν.

Το πρόβλημα που επιλέχθηκε στο παρόν σενάριο αφορά τη διακομιδή φαρμάκων σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης σε απομακρυσμένες περιοχές. Συγκεκριμένα το πρόβλημα τίθεται ως εξής: «Σε πολλά μέρη του κόσμου υπάρχουν απόμερα μέρη στα οποία συνήθως επικρατούν και κακές καιρικές συνθήκες. Λόγω της πρόσφατης κλιματικής αλλαγής οι περιοχές αυτές πλήττονται από πιο έντονα καιρικά φαινόμενα. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μένουν άνθρωποι εκεί. Οι άνθρωποι που επιλέγουν να μένουν σε τέτοιες περιοχές χρειάζονται παροχή βοήθειας από εξωτερικούς φορείς για την ικανοποίηση βασικών αναγκών τους όπως η προμήθεια φαγητού, ρουχισμού, φαρμάκων κτλ. Ένα συγκεκριμένο παράδειγμα είναι τα Καμάρια Ευρυτανίας. Χτισμένο στην Αλπική ζώνη των Αγράφων, το χωριό αποτελεί τον πιο ορεινό οικισμό της Ελλάδας. Σε υψόμετρο 1.480 μέτρων, ανάμεσα στις Αγραφιώτικες κορυφές Καρνόπι, Σβόνι και Μορφοράχη, τα Καμάρια αποτελούν έναν σχεδόν εγκαταλελειμμένο κτηνοτροφικό οικισμό της Στερεάς Ελλάδας. Τα τελευταία χρόνια κατοικείται μόνο τους καλοκαιρινούς μήνες καθώς τους χειμερινούς μήνες η διαβίωση στο χωριό γίνεται πολύ δύσκολη. Στην απογραφή του 2011 απογράφηκαν μόλις 8 κάτοικοι. Ένας από αυτούς είναι και ο Χαράλαμπος, ένας ηλικιωμένος κτηνοτρόφος ο οποίος δεν θέλει να αποχωριστεί το χωριό στο οποίο έζησε όλη του τη ζωή. Τα τελευταία χρόνια όμως ο Χαράλαμπος έχει ανάγκη από καθημερινή φαρμακευτική αγωγή για ένα πρόβλημα καρδιάς. Εξαιτίας μίας παρατεταμένης κακοκαιρίας δεν είναι εφικτή η διανομή των φαρμάκων του στο χωριό. Η ζωή του βρίσκεται σε κίνδυνο και απαιτείται άμεση διακομιδή του φαρμάκου του. Πώς θα μπορούσε να το προμηθευτεί;»

Κατόπιν οι μαθητές καλούνται με τη βοήθεια του τετραδίου εργασίας που σχεδιάστηκε και την υποστήριξη του εκπαιδευτικού, να ακολουθήσουν τα βήματα όπως αναφέρονται στη συνέχεια.

### **Περιγραφή τετραδίου εργασίας**

**Βήμα 1:** Αποσαφήνιση αγνώστων όρων. Σε αυτό το βήμα οι όροι και οι έννοιες που είναι ασαφείς στην περιγραφή του προβλήματος (όπως η διακομιδή φαρμάκου, τα χάπια καρδιάς, οι τρόποι φύλαξης ενός φαρμάκου) διευκρινίζονται, έτσι ώστε να κατανοεί κάθε μέλος της ομάδας τις πληροφορίες που δίνονται. Ο εκπαιδευτικός καλεί τα μέλη της ομάδας να διαβάσουν το πρόβλημα, ελέγχει αν όλοι το έχουν διαβάσει καθώς και εάν υπάρχουν άγνωστοι όροι, τους οποίους καταγράφουν οι μαθητές σε ένα πλαίσιο στο τετράδιο εργασιών. Σε περίπτωση που υπάρχουν και μετά το πέρας της συζήτησης όροι που παραμένουν ανεξήγητοι, ο γραμματέας τους καταγράφει.

**Βήμα 2:** Προσδιορισμός του προβλήματος. Στο δεύτερο βήμα οι μαθητές ορίζουν το πρόβλημα ή τα προβλήματα που θα συζητηθούν. Τα μέλη της ομάδας μπορεί να έχουν διαφορετικές απόψεις για τα ζητήματα που προκύπτουν, αλλά όλες οι απόψεις πρέπει να ληφθούν υπόψιν. Στη συνέχεια, η ομάδα πρέπει να συμφωνήσει για τα φαινόμενα που πρέπει να εξηγηθούν και να καταγράψει τους ορισμούς του προβλήματος στο τετράδιο εργασιών. Οι μαθητές αναμένεται να αναρωτηθούν με ποιο μέσο θα πραγματοποιηθεί η μεταφορά του φαρμάκου, πώς θα πρέπει να φυλαχθούν τα χάπια ώστε να είναι κατάλληλα για κατανάλωση, ποιο μέσο μεταφοράς απαιτεί λιγότερο χρόνο και μικρότερο κόστος προκειμένου να φτάσει το φάρμακο σύντομα στον ασθενή, πώς θα γίνει η επικοινωνία με τον ασθενή ώστε να παραλάβει τα χάπια, σε περίπτωση αεροδιακομιδής πως θα φτάσει το φάρμακο στο έδαφος χωρίς να καταστραφεί κ.τ.λ.

**Βήμα 3:** Καταιγισμός ιδεών. Σε αυτό το βήμα οι μαθητές χρησιμοποιούν τις προϋπάρχουσες

γνώσεις τους, εκφράζουν τις ιδέες τους, τις υποθέσεις τους και τις ερμηνείες τους στα μέλη της ομάδας. Επίσης εντοπίζουν τους τομείς στους οποίους έχουν ελλιπείς γνώσεις. Όλα τα παραπάνω σημειώνονται σε πλαίσιο στο τετράδιο εργασιών, χωρίς κριτική ανάλυση. Τα μέλη της ομάδας αναμένεται να σκεφτούν να χρησιμοποιήσουν drone, ελικόπτερο ή αεροπλάνο για την διακομιδή, να αναρωτηθούν ποια συσκευασία θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν ώστε να μην καταστραφεί το πακέτο φαρμάκων κατά την πτώση στο έδαφος, να χρησιμοποιήσουν αερόστατο ή αλεξίπτωτο για την πτώση κ.τλ. Επίσης, καταγράφουν στο τετράδιο εργασιών ποιες επιστήμες συνδέονται με το πρόβλημα και πώς θα αντιμετώπιζαν το πρόβλημα από άποψη φυσικής, για παράδειγμα ότι θα πρέπει να υπολογίσουν με τι ταχύτητα θα φτάσει στο έδαφος το πακέτο, από ποιο ύψος θα πρέπει να αφεθεί, ποια θα πρέπει να είναι η μάζα του και άλλα. Ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει όλα τα μέλη της ομάδας να συνεισφέρουν και οι μαθητές εντοπίζουν τα κύρια σημεία όσων καταγράφηκαν στην ομάδα, ώστε να προχωρήσουν στο επόμενο βήμα.

**Βήμα 4:** Η ανάλυση του προβλήματος. Οι ερμηνείες και οι υποθέσεις που καταγράφηκαν από τα μέλη της ομάδας στα βήματα 2 και 3, συζητούνται σε βάθος και αναλύονται συστηματικά. Προκειμένου να διευκολυνθούν οι μαθητές, τους ζητείται να ομαδοποιήσουν όσες ιδέες τους σχετίζονται μεταξύ τους, σε έναν πίνακα. Οι μαθητές καταγράφουν στον πίνακα πιθανές λύσεις, επιχειρηματολογούν γιατί επέλεξαν την κάθε μία, εξηγούν πώς θα επιτευχθεί η διακομιδή και τι ενέργειες είναι απαραίτητο να κάνουν. Σε αυτό το βήμα ο εκπαιδευτικός φροντίζει να συζητηθούν όλα τα σημεία από τον καταγισμό ιδεών, θέτει ερωτήσεις, διασφαλίζει ότι η ομάδα δεν θα ξεφύγει από το θέμα και ενθαρρύνει όλα τα μέλη της ομάδας, να εντοπίσουν σχέσεις μεταξύ των ιδεών που συζητούνται.

**Βήμα 5:** Διατύπωση μαθησιακών στόχων. Σε αυτό το βήμα οι μαθητές καταγράφουν τι δεν γνωρίζουν και τι πληροφορίες θέλουν να μάθουν, ώστε να επιλύσουν το πρόβλημα που τους δίνεται. Στη συνέχεια, διατυπώνουν τους μαθησιακούς στόχους. Ο εκπαιδευτικός διασφαλίζει ότι οι μαθησιακοί στόχοι είναι εστιασμένοι, εφικτοί, περιεκτικοί και κατάλληλοι.

**Βήμα 6:** Ατομική & ομαδική Μελέτη. Αυτό το βήμα χωρίζεται σε δύο στάδια, στην ατομική μελέτη και στην μελέτη με την ομάδα. Στην φάση της ατομικής μελέτης, τα μέλη της ομάδας αναζητούν σχετική βιβλιογραφία, που μπορεί να απαντήσει στις ερωτήσεις των μαθησιακών στόχων. Μετά τη μελέτη αυτής της βιβλιογραφίας, τα μέλη της ομάδας προετοιμάζονται για να αναφέρουν τα ευρήματά τους στα μέλη της ομάδας, ώστε να μελετήσουν το πρόβλημα από κοινού.

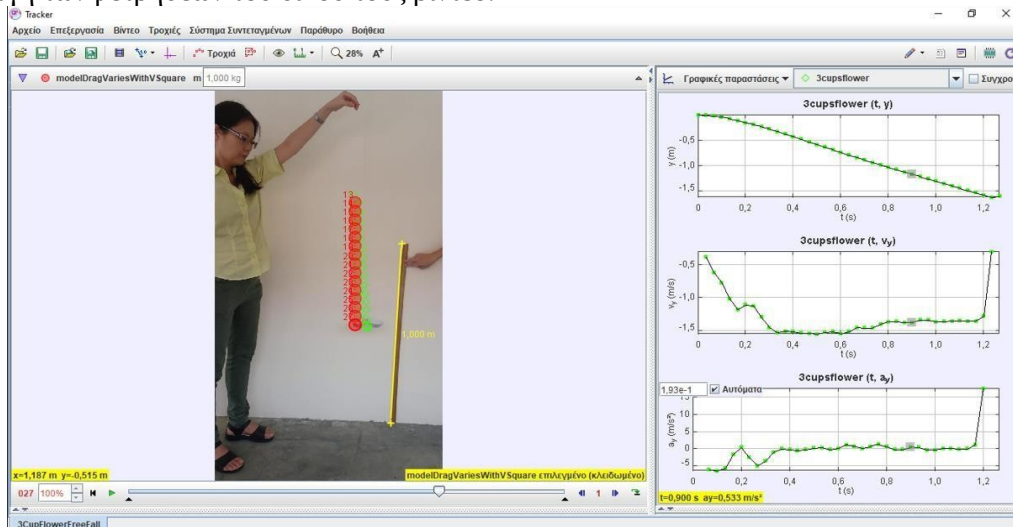
**Βήμα 7:** Παρουσίαση αποτελεσμάτων ατομικής & ομαδικής μελέτης. Το έβδομο βήμα προσαρμόστηκε σε αντιστοιχία με το 6ο βήμα. Η κάθε ομάδα παρουσιάζει στην τάξη το βίντεο που τράβηξε και πραγματοποιεί μια σύντομη παρουσίαση (10 λεπτά) της διαδικασίας που ακολούθησε για να καταλήξει στη λύση του προβλήματος. Μετά το πέρας της κάθε παρουσίασης ακολουθούν σχόλια, παρατηρήσεις και απορίες από τις άλλες ομάδες (5 λεπτά). Ο εκπαιδευτικός εδώ συντονίζει την συζήτηση και φροντίζει να τηρούνται τα χρονικά περιθώρια που έχουν τεθεί. Μετά το τέλος των παρουσιάσεων συζητούνται συνολικά τα σχόλια και οι λύσεις που προτάθηκαν και γίνεται αποτίμηση της όλης διαδικασίας. Οι μαθητές καλούνται να βαθμολογήσουν τις λύσεις των άλλων ομάδων και να επιλέξουν ποιά θεωρούν ότι είναι η καλύτερη και πιο δημιουργική λύση στο πρόβλημα.

### ***Ανάδειξη της δημιουργικότητας***

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές έρχονται σε επαφή και χρησιμοποιούν το λογισμικό Tracker ώστε να αναδειχθεί πώς το λογισμικό συνεισφέρει στην ενίσχυση της δημιουργικότητας τους.

Οι μαθητές αξιοποιούν τις δυνατότητες που προσφέρει το Tracker στο έκτο βήμα. Για τους σκοπούς του παρόντος σεναρίου το βήμα αυτό χωρίστηκε σε δύο μέρη: Την ατομική μελέτη και την ομαδική μελέτη. Αφού έχει προηγηθεί συζήτηση ιδεών στα πλαίσια της κάθε ομάδας και έχουν γίνει προτάσεις επίλυσης του προβλήματος, οι μαθητές καλούνται να αναζητήσουν πληροφορίες και εξοικειωθούν με το λογισμικό Tracker ατομικά. Ο κάθε μαθητής αναλαμβάνει να αναζητήσει πληροφορίες σχετικά με το πρόβλημα όπως παραδείγματος χάρι για τη διακομιδή, για την καρδιακή ανεπάρκεια και τις οδηγίες φύλαξης των φαρμάκων. Στη συνέχεια οι μαθητές παρακολουθούν ένα βίντεο (<http://www.newsorama.gr/>) και καλούνται να αναζητήσουν πληροφορίες σχετικά με την φυσική πίσω από την πτώση ενός σώματος. Κατόπιν οι μαθητές εξοικειώνονται με το λογισμικό παρακολουθώντας ένα βίντεο με οδηγίες και χρησιμοποιώντας ένα έτοιμο βίντεο από τη βιβλιοθήκη του Tracker για να πάρουν μετρήσεις και να παρατηρήσουν τα διαγράμματα που παράγονται από αυτές. Πιο συγκεκριμένα, έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλλουν τις μεταβλητές στους άξονες και να

μελετήσουν κάθε φορά μια διαφορετική μεταβλητή, προσπαθώντας να κατανοήσουν σφαιρικά το φαινόμενο. Επίσης τους δίνεται η ευκαιρία για την παράλληλη μελέτη έως και τριών διαγραμμάτων. Στην εικόνα 1 φαίνεται ένα στιγμιότυπο μελέτης ενός έτοιμου βίντεο από τη βιβλιοθήκη του λογισμικού. Τέλος, οι μαθητές καλό θα ήταν να εξοικειωθούν και με τη διαδικασία της αναίρεσης, της επανάληψης, της αποθήκευσης για να μπορούν να χρησιμοποιούν λειτουργικά την εφαρμογή κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων του δικού τους βίντεο.



**Εικόνα 1:** Στιγμιότυπο οθόνης Tracker από τη αντιπαραβολή πραγματικής απεικόνισης και μοντελοποίησης της κίνησης από έτοιμο βίντεο της βιβλιοθήκης του λογισμικού Tracker.

Ακολουθεί το στάδιο της ομαδικής μελέτης όπου τώρα όλα τα μέλη της ομάδας συγκεντρώνουν τις πληροφορίες που συνέλεξαν ατομικά. Η κάθε ομάδα πραγματοποιεί διερεύνηση για να εντοπίσει τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την πτώση ενός σώματος και πώς επηρεάζεται η οριακή ταχύτητα από τη μάζα και από την αντίσταση του αέρα. Στην εικόνα 1 φαίνεται ένα απόκομμα από το τετράδιο εργασιών το οποίο προτρέπει τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τη φαντασία τους για να διερευνήσουν από τι εξαρτάται η οριακή ταχύτητα ενός σώματος.

Εκτελέστε πειράματα ώστε να διαπιστώσετε από τι εξαρτάται η οριακή ταχύτητα ενός σώματος που εκτελεί πτώση στον αέρα. Για την εκτέλεση των πειραμάτων θα χρησιμοποιήσετε το λογισμικό Tracker ώστε να τραβήξετε αυτή τη φορά το δικό σας βίντεο. Έχετε στη διάθεσή σας καθημερινά υλικά. Χρησιμοποιήστε την φαντασία και τη δημιουργικότητά σας ώστε να στείλετε στον κύριο Χαράλαμπο το φάρμακό του και να τον σώσετε.

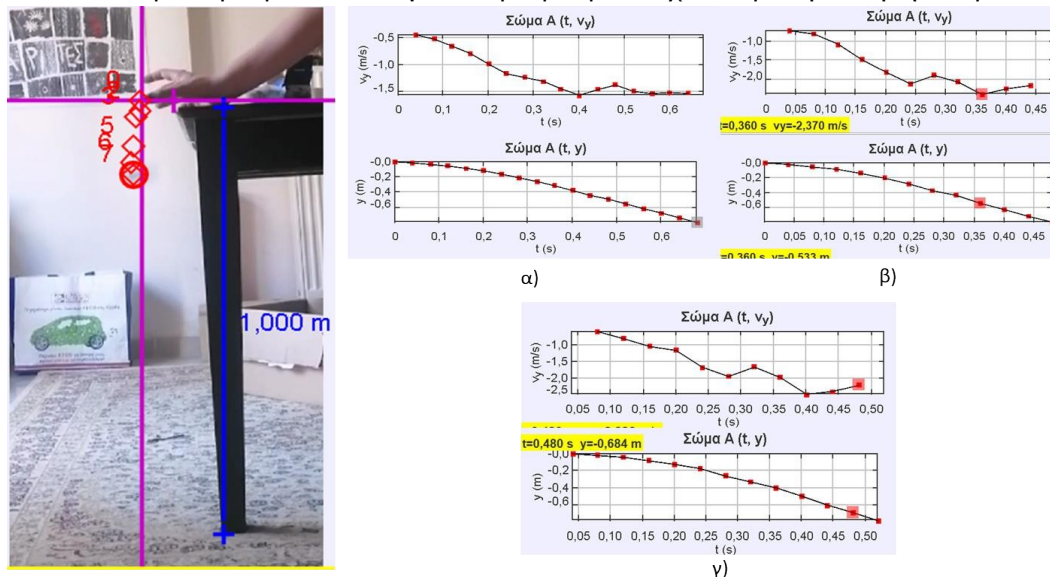
**Εικόνα 2:** Οι μαθητές προτρέπονται να χρησιμοποιήσουν τη φαντασία τους για να οδηγηθούν στη λύση του προβλήματος.

Για τη διερεύνηση της οριακής ταχύτητας οι μαθητές πραγματοποιούν πείραμα πτώσης βάσεων για cupcake. Το συγκεκριμένο πείραμα επιλέχθηκε καθώς υπάρχει επαρκής βιβλιογραφία στην οποία μπορούν να ανατρέξουν οι μαθητές κάθε στιγμή (Brown & Cox, 2009). Για να ολοκληρώσουν τη διερεύνηση οι μαθητές δημιουργούν το δικό τους βίντεο.

Η προετοιμασία του βίντεο είναι η διαδικασία στην οποία οι μαθητές καλούνται να λάβουν υπόψη τους ποιοι παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν το πείραμα τους και να οργανώσουν την όλη διαδικασία του πειραματισμού. Για την λήψη του βίντεο είναι σημαντικό οι μαθητές να σκεφτούν πως η κάμερα θα πρέπει να είναι τοποθετημένη σε ένα σταθερό σημείο ώστε να μην μεταβάλλεται η σχετική της θέση σε σχέση με το σώμα το οποίο θα βιντεοσκοπείται. Επιπλέον η λήψη θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν εστιασμένη στη περιοχή κίνησης του σώματος. Το σώμα θα πρέπει να έχει αντίθεση με το φόντο έτσι ώστε στην ανάλυση του λογισμικού Tracker να μπορεί το σώμα να ιχνηλατηθεί με ακρίβεια, και σε κάθε ρίψη του να αφήνεται από το ίδιο σημείο. Ακόμη η λήψη θα πρέπει να γίνεται με τη λιγότερη κλίση σε σχέση με το επίπεδο κίνησης του σώματος. Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις τεχνικές λεπτομέρειες, οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν τα δικά τους μοντέλα τα οποία θα πρέπει να ικανοποιούν κάποια χαρακτηριστικά ώστε το πείραμα να διεξαχθεί με

επιτυχία. Τα χαρακτηριστικά αυτά αφορούν το σχήμα του μοντέλου, το μέγεθος και το βάρος.

Αφού λάβουν το βίντεο, οι μαθητές προχωρούν στην χρήση του λογισμικού. Ανεβάζοντας το βίντεο τους στο Tracker καλούνται να επισημάνουν σε κάθε καρέ του βίντεο τη θέση του σώματος. Μετά την ολοκλήρωση της ιχνηλάτησης, το λογισμικό Tracker παρέχει τα διαγράμματα της κίνησης του σώματος, δηλαδή τις γραφικές παραστάσεις της θέσης, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης του σώματος συναρτήσει του χρόνου και από αυτές οι μαθητές καλούνται να πάρουν τα δεδομένα τους μετά από κατάλληλη επεξεργασία και να τα σημειώσουν στο τετράδιο εργασιών. Οι μαθητές από αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να εξαγάγουν συμπεράσματα σχετικά με την κίνηση του μοντέλου τους. Στην



εικόνα 3 φαίνεται ένα παράδειγμα επεξεργασίας ενός ερασιτεχνικού βίντεο στο οποίο γίνεται ρίψη βάσεων για curcake, και παρουσιάζονται τα διαγράμματα όπως αυτά απεικονίζονται στο λογισμικό. Τέλος οι μαθητές καλούνται να συζητήσουν τη σημασία των αποτελεσμάτων αυτών και να καταλήξουν στη βέλτιστη λύση του προβλήματος σύμφωνα με το μοντέλο που επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν.

**Εικόνα 3:** Στιγμιότυπο ανάλυσης βίντεο και παραδείγματα διαγραμμάτων ανάλυσης του λογισμικού Tracker κατά τη μελέτη ελεύθερης πτώσης α) μιας, β) δύο και γ) τριών βάσεων curcake.

## Συμπεράσματα

Το διδακτικό υλικό που σχεδιάστηκε αφορά τη διδασκαλία της ελεύθερης πτώσης και απευθύνεται σε μαθητές Α' Λυκείου. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, επιλέχθηκε η προσέγγιση PBL για την καλύτερη αξιοποίηση του λογισμικού Tracker με κύριο σκοπό την ενίσχυση της δημιουργικότητας των μαθητών. Η προσέγγιση της PBL ενθαρρύνει τους μαθητές να συνεργαστούν, να επικοινωνήσουν, να επιχειρηματολογήσουν, να διαφωνήσουν και να ανταλλάξουν απόψεις για τις ιδέες που έχουν πάνω σε ένα θέμα, βοηθώντας τους με αυτό τον τρόπο να βελτιώσουν τις επικοινωνιακές και τις κοινωνικές τους δεξιότητες (Barrows and Kelson, 1995) καθώς και τη δημιουργικότητά τους.

Αναφορικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, βασιζόμενοι στο μοντέλο της την Diana F. Wood (2003) σχεδιάστηκαν δραστηριότητες οι οποίες προσαρμόστηκαν κατάλληλα ώστε να αξιοποιούνται οι δυνατότητες του λογισμικού Tracker από τους μαθητές. Για τον σχεδιασμό των δραστηριοτήτων λήφθηκαν υπόψη τα μαθησιακά χαρακτηριστικά των μαθητών (ηλικία, προηγούμενες γνώσεις, δυσκολίες).

Απαντώντας στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, το λογισμικό Tracker μέσα από μια προσέγγιση μάθησης με βάση το πρόβλημα (PBL) φαίνεται να ενισχύει την δημιουργικότητα των μαθητών. Πραγματοποιώντας τις δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν καλούνται να κατασκευάσουν μοντέλα που να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις ανάλογα με το πρόβλημα το οποίο μελετάται, και να δημιουργήσουν ένα δικό τους βίντεο το οποίο στη συνέχεια μελετούν με τη βοήθεια του λογισμικού. Πέρα από τη δημιουργικότητα είναι σημαντικό να προστεθεί ότι οι μαθητές εξασκούν και άλλες δεξιότητες όπως είναι η κριτική σκέψη, η επικοινωνία και η συνεργατικότητα, καθώς δουλεύουν και ομαδικά.

Το συγκεκριμένο σενάριο αναμένεται να προωθήσει τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών και να ενισχύσει την εξοικείωση τους με τεχνολογικά μέσα όπως το λογισμικό Tracker. Μέσα από τις δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες χρήσιμες για κάθε πολίτη του 21ου αιώνα. Συγκεκριμένα οι μαθητές δημιουργούν τα δικά τους βίντεο και επιχειρηματολογούν για τις δημιουργικές τους ιδέες. Μπορούν για παράδειγμα να κατασκευάσουν ένα αερόστατο με καθημερινά υλικά, όπως καλαμάκια και κουτί από σπέρτα, και να μελετήσουν την κίνηση του με το λογισμικό Tracker ώστε να παρουσιάσουν πιθανές λύσεις για το πρόβλημα που τους δόθηκε. Ακόμη στο στάδιο του καταγισμού ιδεών ενισχύεται η δημιουργικότητα των μαθητών, καθώς εμπνέονται και ανταλλάσσουν ιδέες μέσα στο πλαίσιο της ομάδας. Ενώ η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην ανάδειξη της δημιουργικότητας των μαθητών, οι τέσσερις αυτές δεξιότητες αλληλεξαρτώνται και αναπτύσσονται παράλληλα συμβάλλοντας στην προετοιμασία των μαθητών για τη σύγχρονη κοινωνία.

Το υλικό που σχεδιάστηκε δεν έχει εφαρμοστεί αλλά αναμένεται ότι μετά από εφαρμογές και κατάλληλες προσαρμογές θα βελτιωθεί για την καλύτερη μάθηση των μαθητών.

### Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τον επιβλέπων καθηγητή μας Χαρίτων Πολάτογλου για την καθοδήγησή του στην συγγραφή της παρούσας εργασίας και την προτροπή του για την κατάθεσή της στο 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Scientix για την εκπαίδευση STEM.

Ευχαριστούμε και τον κ. Χατζηκρανιώτη, καθηγητή του τμήματος Φυσικής για την πολύτιμη συμβολή του στη συγγραφή της εργασίας.

### ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Θεολόγος-Παπαδόπουλος, Ν. (2022). Ανάπτυξη των δεξιοτήτων 21ου αιώνα (4c) μέσω της αξιοποίησης των τεχνολογιών του διαδικτυακού ραδιοφώνου [Master's thesis]. <https://doi.org/10.26262/heal.auth.ir.336949>
- Aguilar-Marín, P., Chavez-Bacilio, M., & Jáuregui-Rosas, S. (2018). Using analog instruments in Tracker video-based experiments to understand the phenomena of electricity and magnetism in physics education. *European Journal of Physics*, 39(3), 035204. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aaa8f8>
- Barrows, H. S., & Kelson, A. C. (1995). Problem-based learning in secondary education and the problem based learning institute. Springfield, IL: Problem-Based Learning Institute, 1(1), 1-5.
- Bicer, A., Boedeker, P., Capraro, R., & Capraro, M. (2015). The effects of STEM PBL on students' mathematical and scientific vocabulary knowledge. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 2(2), 69-75. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED573146.pdf>
- Brown, D., & Cox, A. J. (2009). Innovative uses of video analysis. *The Physics Teacher*, 47(3), 145- 150. <https://doi.org/10.1119/1.3081296>
- Higgins, M., & Reeves, D. (2006). Creative thinking in planning: How do we climb outside the box?. *Town Planning Review*, 77(2), 221-245. <http://dx.doi.org/10.3828/tpr.77.2.6>
- Milla, D., Jufri, A. W., & Soepriyanto, H. (2019). The effectiveness of project-based learning for biology class in developing the science processing skills and creativity of high school students. *Unnes Science Education Journal*, 8(1). <https://doi.org/10.15294/usej.v8i1.15485>
- Rusdin, N. M., & Ali, S. R. (2019). Practice of fostering 4Cs skills in teaching and learning. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(6), 1021-1035. <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v9-i6/6063>
- Triana, D., Anggraito, Y. U., & Ridlo, S. (2020). Effectiveness of environmental change learning tools based on STEM-PjBL towards 4C skills of students. *Journal of Innovative Science Education*, 9(2), 181-187. <https://doi.org/10.15294/jise.v8i3.34048>
- Tunkham, P., Donpudsa, S., & Dornbundit, P. (2016). Development of STEM activities in chemistry on “protein” to enhance 21 st century learning skills for senior high school students. *Humanities, Arts and Social Sciences Studies (Former Name Silpakorn University Journal Of Social Sciences, Humanities, And Arts)*, 217-234. <https://doi.org/10.14456/sujsha.2016.17>
- Wood, D. F. (2003). Problem based learning. *Bmj*, 326(7384), 328-330. <https://doi.org/10.1136/bmj.326.7384.328>



# Διαδικτυακή Πλατφόρμα *Citizension of Smart Cities*

**Γκόλα Κλεοπάτρα, Πιερράτου Ελευθερία, Τσιφτσιάν Ανθή, Φασουλά Γεωργία, Χυτήρης Χρήστος**

[cleo.gkola@gmail.com](mailto:cleo.gkola@gmail.com), [erypier@gmail.com](mailto:erypier@gmail.com), [anthitsiftsian5@gmail.com](mailto:anthitsiftsian5@gmail.com), [geo.fasoula@gmail.com](mailto:geo.fasoula@gmail.com), [christoshitiris@gmail.com](mailto:christoshitiris@gmail.com)

- <sup>1</sup>Υποψήφια Διδάκτορας, Τμήμα Πληροφορικής – Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
- <sup>2</sup>Φοιτήτρια, Τμήμα Μαθηματικών – Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
- <sup>3</sup>Φοιτήτρια, Τμήμα Μαθηματικών – Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
- <sup>4</sup>Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, ΠΜΣ Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες – Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- <sup>5</sup>Εξωτερικός Συνεργάτης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το *Citizension of Smart Cities* είναι μια πλατφόρμα που έχει δημιουργηθεί για να παρέχει υλικό σχετικά με το διαδίκτυο των πραγμάτων και τις έξυπνες πόλεις σε όλους τους χρήστες που επιθυμούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από τοπικούς φορείς (Δήμους, Περιφέρειες) όσο και από εκπαιδευτικές μονάδες ως μέσο για τη γνωριμία με το διαδίκτυο των πραγμάτων και τις έξυπνες πόλεις ή ως εκπαιδευτικό υλικό για τη δημιουργία κόμβων σε συμμετοχικά δίκτυα αισθητήρων.

Στην πλατφόρμα ο χρήστης θα βρει θεωρητικό υλικό για τις έννοιες που αφορούν το διαδίκτυο των πραγμάτων και τις έξυπνες πόλεις, το οποίο έχει αποδοθεί μέσα από μια διεπιστημονική προσέγγιση. Ακόμη, υπάρχουν σενάρια τα οποία βοηθούν το χρήστη να γνωρίσει την υποδομή και βήμα βήμα να δημιουργήσει το δικό του σύστημα αισθητήρων που θα λαμβάνει και θα διαχειρίζεται δεδομένα.

Απώτερος σκοπός του έργου είναι κάθε πολίτης ξεχωριστά να έρθει σε επαφή με τις έννοιες του διαδικτύου των πραγμάτων και των έξυπνων πόλεων και να μπορέσει να αποκτήσει ενεργό ρόλο στην δημιουργία έξυπνων πόλεων με σκοπό τη βέλτιστη ποιότητα ζωής.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** έξυπνες πόλεις, διαδίκτυο των πραγμάτων, δίκτυα αισθητήρων, μικροελεγκτές *Arduino*, ενεργοί πολίτες (*active citizens*)

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το *Citizension of Smart Cities* είναι μια πλατφόρμα που παρέχει εκπαιδευτικό υλικό για την εξοικείωση των χρηστών με τις έξυπνες πόλεις και το διαδίκτυο των πραγμάτων μέσα από μια διεπιστημονική προσέγγιση που συνδυάζει την πληροφορική, τα μαθηματικά και τις νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση.

Η πρώτη φάση του έργου υλοποιήθηκε στα πλαίσια του 3ου Μαθητικού και Φοιτητικού Διαγωνισμού Προγραμματισμού «Κοζάνη 2030: Κλιματικά ουδέτερη και έξυπνη πόλη» (Κοζάνη – Έξυπνη Πόλη, 2022), στην οποία δώσαμε μορφή στο όραμά μας (*vision*) που περιλάμβανε την εκπαίδευση ενεργών πολιτών (*active citizens*), οι οποίοι θα συμβάλλουν στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων (*smart cities*). Σε αυτή τη φάση αξιοποιήσαμε υλικό από δράσεις της ομάδας έργου που έγιναν τα τελευταία πέντε χρόνια πριν το ξέσπασμα της πανδημίας, όπου ως μέλη του *IEEE Student Branch University of Western Macedonia, Kastoria*, έχουμε συμμετάσχει σε πλήθος δράσεων τόσο σε σχολικές μονάδες πρωτοβάθμιας αλλά και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Συμμετέχοντας σε ημερίδες και *workshops*, αλλά και από τις επισκέψεις μας στα σχολεία μεταφέραμε τις εμπειρίες μας καθώς και γνώσεις πάνω σε θέματα *STEM* και νέων τεχνολογιών στη εκπαίδευση, τόσο σε εκπαιδευτικούς όσο και σε μαθητές, ώστε να δουν μια διαφορετική οπτική στην εκπαιδευτική διαδικασία. Μέσα από το έργο μας, *Citizension of Smart Cities* θέλουμε να μεταφέρουμε όλη αυτή την εμπειρία και τη γνώση ελεύθερα για όλους, ώστε να συμβάλουμε έτσι στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων στην Ελλάδα.

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

Το έργο μας αποτελεί μια ψηφιακή συνέχεια της δημιουργικής απασχόλησης και της προσπάθειας που καταβάλαμε μέσα από τις δράσεις μας τα τελευταία έτη, ώστε να φέρουμε κοντά σε κάθε πολίτη, ξεκινώντας από τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς, έννοιες όπως είναι οι έξυπνες πόλεις, το διαδίκτυο των πραγμάτων και τα δίκτυα αισθητήρων.

Όσον αφορά τις σχολικές μονάδες, η πλατφόρμα μας, παρέχει ανοιχτό υλικό, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιήσει ως βάση κάθε εκπαιδευτικός που επιθυμεί να εντάξει ως σχολική ή εξωσχολική δραστηριότητα την εκμάθηση τεχνολογιών που αφορούν τις έξυπνες πόλεις και το διαδίκτυο των πραγμάτων. Μέσα από αυτές τις δραστηριότητες, οι μαθητές θα μπορέσουν να εξοικειωθούν με το ελεύθερο λογισμικό και υλικό, καθώς θα έρθουν σε επαφή με μικροελεγκτές και διάφορους αισθητήρες που θα κληθούν να γνωρίσουν, να σχεδιάσουν κυκλώματα με αυτούς και να τους προγραμματίσουν. Έπειτα, με την κατάλληλη καθοδήγηση και υποδομή, κάθε μαθητής θα μπορέσει να αποτελέσει έναν κόμβο σε ένα δίκτυο αισθητήρων για τη συλλογή δεδομένων.

Εκτός από τους μαθητές, στόχος είναι σταδιακά όλοι οι πολίτες να συμβάλλουν στην προσπάθεια αυτή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη στήριξη των τοπικών φορέων, όσον αφορά την εξοικείωση των πολιτών με έννοιες όπως είναι οι έξυπνες πόλεις. Η ενεργή συμβολή των πολιτών θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία περισσότερων κόμβων σε κάθε δίκτυο αισθητήρων για τη λήψη δεδομένων, σχετικά με τον εκάστοτε Δήμο ή Περιφέρεια. Ακόμη, θα επιφέρει την αποβολή τυχόν προκαταλήψεων σχετικά με την τεχνολογία γύρω από τις έξυπνες πόλεις, καθώς κάθε πολίτης θα χτίσει το δικό του σύστημα, το οποίο θα ελέγχεται από τον ίδιο.

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Μια πόλη μπορεί να χαρακτηριστεί ως έξυπνη πόλη (Tai-hoon, Carlos, & Sabah, 2017) όταν λειτουργεί με τη χρήση αυτοματισμών στα πλαίσια του διαδικτύου των πραγμάτων. Το διαδίκτυο των πραγμάτων (Zanella, Bui, Castellani, Vangelista, & Zorzi, 2014) περιέχει πληθώρα εφαρμογών πάνω σε διάφορους τομείς, όπως είναι για παράδειγμα τα έξυπνα κτίρια, η έξυπνη στάθμευση, το έξυπνο περιβάλλον και άλλες. Η πλατφόρμα στην παρούσα φάση εστιάζει σε μια από τις εφαρμογές αυτές που αφορά το περιβάλλον και πιο συγκεκριμένα τη διαχείριση της περιβαλλοντικής ρύπανσης μέσω του ελέγχου της ποιότητας του αέρα αλλά και την ηχορύπανση κατά τόπους.

Αρχικά, το υλικό στην πλατφόρμα χωρίζεται σε δύο μέρη, το θεωρητικό και το πρακτικό μέρος. Στόχος μας είναι να αξιοποιήσουμε το υλικό που υπάρχει διαθέσιμο από το φωτόδεντρο και άλλες επίσημες εκπαιδευτικές πηγές από το υπουργείο.

Στο θεωρητικό μέρος γίνεται λεπτομερής περιγραφή των εννοιών, ώστε να γνωρίσει ο χρήστης τι είναι το διαδίκτυο των πραγμάτων, τι είναι οι έξυπνες πόλεις και πως σχετίζονται με το διαδίκτυο των πραγμάτων, πως μια έξυπνη πόλη μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη ποιότητας ζωής των πολιτών και εφαρμογές του διαδικτύου των πραγμάτων που σχετίζονται με τις έξυπνες πόλεις.

Ακόμη, μέσα από το έργο μας προσπαθήσαμε να δώσουμε μια μαθηματική προσέγγιση του διαδικτύου των πραγμάτων, όπου καθορίστηκαν οι τιμές που μελετώνται, σε αυτή την περίπτωση ασχοληθήκαμε με τις τιμές που αφορούν τη θερμοκρασία του αέρα και την ένταση του ήχου.

Έπειτα, προστέθηκε θεωρητικό υλικό στην πλατφόρμα σχετικά με την υποδομή και την υλοποίηση σεναρίων σχετικών με συστήματα διαδικτύου των πραγμάτων. Συγκεκριμένα, έγινε αναφορά στον μικροελεγκτή Arduino, τον προγραμματισμό αυτού καθώς επίσης και το ελεύθερο λογισμικό με το οποίο μπορούμε να προγραμματίσουμε τον μικροελεγκτή.

Όπως προαναφέρθηκε, στην αρχική φάση της πλατφόρμας το υλικό αφορά την ποιότητα του αέρα και την ηχορύπανση, οπότε θεωρήσαμε σημαντικό να υπάρχει το θεωρητικό υπόβαθρο γύρω από αυτές τις έννοιες, πριν δημιουργηθεί οποιοδήποτε σύστημα.

Τέλος, αναλύθηκε ο εξοπλισμός που είναι απαραίτητος για τη δημιουργία ενός συστήματος βασισμένο στο διαδίκτυο των πραγμάτων. Σημαντικότερα στοιχεία αποτελούν ο μικροελεγκτής Arduino και το ethernet shield, το οποίο αποτελεί τη σύνδεση του κυκλώματος με το διαδίκτυο, ώστε να είναι εφικτή η συλλογή και αποστολή δεδομένων. Εκτός από τον εξοπλισμό έγινε αναφορά και στους αισθητήρες που είναι απαραίτητοι για τον έλεγχο της ποιότητας του αέρα αλλά και τα ποσοστά της έντασης του ήχου.

Στη δεύτερη φάση που υλοποιείται αυτή την περίοδο στόχος μας είναι η καλύτερη τεκμηρίωση των σεναρίων με την αξιοποίηση ελεύθερων εργαλείων, όπως το GitHub (GitHub, 2022) καθώς επίσης και τη σχεδίαση και απεικόνιση εφαρμογών μέσω εργαλείων, όπως το Fritzing (Fritzing,

2022). Ακόμη, θα προστεθεί παρουσίαση συμπληρωματικών εφαρμογών όπως το Tinkercad (Autodesk, 2022), το Ubidots STEM (Ubidots, 2022) και το Node-RED (Node-RED, 2022), τα οποία μπορούν να αποτελέσουν λύσεις για την εκπαιδευτική διαδικασία των σεναρίων. Έπειτα, σκοπός μας είναι η διάχυση του έργου, ώστε να υπάρξει ανατροφοδότηση για την βελτιστοποίηση του υλικού.

Στην τρίτη φάση έχουμε σαν στόχο την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού μέσω μαζικών ανοιχτών διαδικτυακών μαθημάτων (MOOCs), ώστε να αποτελεί μια δυναμική Εξ αποστάσεως πλατφόρμα, όπου θα μπορούν όλοι οι πολίτες ανεξαρτήτως εκπαιδευτικού επιπέδου να εκπαιδευτούν σε θέματα έξυπνων πόλεων και να δομήσουν τα δικά τους συστήματα ώστε να αποτελέσουν κόμβους στα δίκτυα αισθητήρων.

## ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το δεύτερο μέρος του υλικού που υπάρχει στην πλατφόρμα αφορά το πρακτικό μέρος και συγκεκριμένα σεναρία που έχουν δομηθεί, ώστε να αποκτήσει ο χρήστης τις βασικές γνώσεις γύρω από τις έξυπνες πόλεις και το διαδίκτυο των πραγμάτων. Στόχος μας είναι η δημιουργία όλου του απαραίτητου πρακτικού υλικού, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους εκπαιδευτικούς ως βάση για να υλοποιήσουν στην αίθουσα σεναρία που βασίζονται στο STEM και να προσθέσουν νέες τεχνολογίες στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Τα σεναρία που παρουσιάζονται στην πλατφόρμα βασίζονται στην ηλεκτρονική πλατφόρμα TRYEngineering (IEEE, 2022). Το TRYEngineering έχει δημιουργηθεί από το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE) και στοχεύει στην ενδυνάμωση των εκπαιδευτικών παρέχοντας ολοκληρωμένα πλάνα μαθήματος πάνω σε τομείς της τεχνολογίας και του STEM.

Σκοπός μας μέσα από τη διάδραση που είχαμε με τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες ήταν να φέρουμε νέες ιδέες και να δώσουμε μια διαφορετική οπτική στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αυτός είναι και ο λόγος που βασιστήκαμε στα σεναρία του TRYEngineering καθώς είναι ολοκληρωμένα πλάνα μαθήματος, παρόλα αυτά προσπαθήσαμε να τα προσαρμόσουμε στα πρότυπα της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην Ελλάδα και να τα εξελίξουμε μέσα από τη διάδραση που είχαμε τόσο με τους μαθητές όσο και με τους εκπαιδευτικούς. Το πρώτο βήμα ήταν η μετάφραση των σεναρίων στην ελληνική γλώσσα, ώστε να είναι εύκολη η υλοποίησή τους από όλες τις σχολικές βαθμίδες και έπειτα η τροποποίησή τους με βάση τις γνώσεις και τις εμπειρίες μας.

Από τα σεναρία που έχουμε υλοποιήσει όλα αυτά τα έτη, έχουμε επιλέξει εκείνα που συσχετίζονται με το διαδίκτυο των πραγμάτων και κατ' επέκταση με τις έξυπνες πόλεις και τα έχουμε προσθέσει στην πλατφόρμα μας. Πιο συγκεκριμένα, τα σεναρία αφορούν τη γνωριμία με το διαδίκτυο των πραγμάτων και τα έξυπνα κτίρια, τη γνωριμία με τον μικροελεγκτή Arduino και ένα σενάριο που έχει δημιουργηθεί βασισμένο στα δυο προηγούμενα με σκοπό την υλοποίηση ενός συστήματος διαδικτύου των πραγμάτων που θα ελέγχει την ποιότητα του αέρα και την ηχορύπανση κατά τόπους.

Αναλυτικότερα, στην πλατφόρμα υπάρχουν τρία πακέτα εργασιών, όπου μπορεί να τρέξει ο χρήστης ώστε να γνωρίσει τον μικροελεγκτή Arduino και τις δυνατότητες του.

Το πρώτο πακέτο συνοδεύει το υλικό της ενότητας Arduino, ονομάζεται Arduino Blink και βασίζεται στο Arduino Blink Challenge (<https://tryengineering.org/teacher/arduino-blink-challenge/#translations>) της TRYEngineering, το οποίο μεταφράσαμε και παραμετροποιήσαμε σύμφωνα με τις ανάγκες μας. Αυτό το σενάριο μπορεί να αποτελέσει εκπαιδευτικό υλικό, ώστε ο εκπαιδευτικός να κάνει την εισαγωγή στον μικροελεγκτή Arduino, διδάσκοντας στους μαθητές του τι είναι οι αυτοματισμοί φωτός, οι αισθητήρες ελέγχου, οι εικονικές και ηχητικές εφαρμογές, τι είναι οι κοινότητες ελεύθερου λογισμικού/λογισμικού ανοικτού κώδικα και τέλος μπορεί να αποτελέσει και μια εισαγωγή στην Ρομποτική με Arduino.

Έπειτα στο φύλλο εργασίας των μαθητών γίνεται αναφορά σχετικά με το τι είναι ο Υπολογιστής ανοικτού κώδικα αλλά και στην έννοια των μικροελεγκτών και στον αναλυτικό προγραμματισμό του μικροελεγκτή Arduino. Ακόμη, γίνεται μια εισαγωγή στην θεωρία κυκλωμάτων και αμέσως μετά ξεκινάει ο πειραματισμός και η δημιουργία του πρώτου κυκλώματος. Τέλος, υπάρχει μια δραστηριότητα προβληματισμού των μαθητών, όπου καλούνται να απαντήσουν σε κάποιες ερωτήσεις σχετικά με το σενάριο και να παρουσιάσουν τις απόψεις τους στην αίθουσα.

Το δεύτερο πακέτο εργασιών συνοδεύει το υλικό της ενότητας Έξυπνες Πόλεις και ονομάζεται Έξυπνα Κτίρια και Διαδίκτυο των Πραγμάτων και βασίζεται στο σενάριο Smart Building and the Internet of Things το οποίο επεκτείναμε χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα Ubidots.

Το Ubidots STEM (Botero, 2022) είναι μια πλατφόρμα που δίνει τη δυνατότητα και τους πόρους

στους χρήστες για να συνδέσουν τα συστήματα τους με αυτή και να μπορούν να διαχειρίζονται τα δεδομένα που λαμβάνουν από τους αισθητήρες που έχουν προσθέσει σε αυτά. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα είναι αρκετά διαδεδομένη καθώς αποτελεί μια εύκολη, εύχρηστη και δωρεάν επιλογή για τη διαχείριση συστημάτων διαδικτύου των πραγμάτων. Παρόλα αυτά η δωρεάν έκδοσή της χρησιμοποιείται μόνο για την εκπαίδευση και τον πειραματισμό πάνω σε συστήματα αισθητήρων και διαδικτύου των πραγμάτων και όχι για εμπορική χρήση καθώς έχει περιορισμούς στους πόρους που παρέχει. Παρόλα αυτά είναι ιδανική για τη χρήση στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Αυτό το εκπαιδευτικό πακέτο έχει σαν στόχο να εισάγει τους μαθητές στις έννοιες «του έξυπνου κτιρίου» και του «διαδικτύου των πραγμάτων», στις αρχές σχεδιασμού και στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία έξυπνων κτιρίων, πώς οι λύσεις πληροφορικής μπορούν να υποστηρίξουν λύσεις για το κοινό καλό, πώς οι αισθητήρες, η μετάδοση των μηνυμάτων και ο χειρισμός συμβάντων υποστηρίζουν το «διαδίκτυο των πραγμάτων». Έπειτα, προτείνεται ένα εκπαιδευτικό πλάνο, ώστε να δοθούν τα απαραίτητα ερεθίσματα στους μαθητές για να ερευνήσουν θέματα που έχουν σχέση με την διαχείριση κτιρίων με έξυπνο τρόπο και πως μπορούν να υλοποιήσουν τέτοιες εφαρμογές στο σχολείο τους. Ακόμη, καλούνται να υλοποιήσουν τέσσερις προκλήσεις (εργασίες).

Στην πρώτη πρόκληση πρέπει να υλοποιήσουν μια πειραματική διάταξη με ένα Photo Resistor, ώστε να έρθουν σε επαφή με τη διάταξη του Breadboard, τη χρήση αντιστάσεων, τη καλωδίωση του μικροελεγκτή Arduino και τη λήψη δεδομένων. Στην δεύτερη πρόκληση χρησιμοποιούν τις προηγούμενες γνώσεις και μαθαίνουν την χρήση των βιβλιοθηκών με τον προγραμματισμό ενός αισθητήρα Θερμοκρασίας/Υγρασίας (DHT11). Στην τρίτη πρόκληση καλούνται να ενώσουν τις δυο πειραματικές διατάξεις ώστε να λειτουργούν ταυτόχρονα ενώ στην τέταρτη πρόκληση μαθαίνουν για το Ubidots, ώστε να υλοποιήσουν τον πρώτο τους κόμβο αισθητήρων που αποστέλλει τις τιμές της φωτεινότητας του χώρου και τα επίπεδα υγρασία και θερμοκρασίας.

Στο τρίτο πακέτο επεκτείνουμε τις γνώσεις των δυο προηγούμενων προσθέτοντας τους αισθητήρες Adafruit MAX9814 και Adafruit CCS811, ώστε να λαμβάνουμε δεδομένα για τα επίπεδα ηχορύπανσης στο χώρο αλλά και την ποιότητα αέρα (VOC&eCO2) (<http://iee.cs.uowm.gr/citizension/analysis-aisthitiron/>).

Στόχος μας είναι να προστεθεί ένα τέταρτο πακέτο που θα αφορά τη χρήση του εργαλείου Tinkercad, με το οποίο οι χρήστες θα μπορούν να δουλέψουν πάνω σε τρεις νέες προκλήσεις από το σπίτι τους χωρίς την άμεση χρήση εξοπλισμού.

Το δυο πρώτα πακέτα έχουν υλοποιηθεί πριν την πανδημία σε σχολικές μονάδες της Δυτικής Μακεδονίας, αλλά και της Σάμου, ενώ έχουν παρουσιαστεί και σε συνέδρια του Πανελληνίου Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής (Γκόλα, Φασουλά, & Χυτήρης, Εκπαιδευτικό Σενάριο με Θέμα το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, 2019) (Γκόλα & Χυτήρης, Εισαγωγή στον μικροελεγκτή Arduino μέσω των TISP, 2018).

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω αποτελεί η δημιουργία όλου του απαραίτητου πρακτικού υλικού, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους εκπαιδευτικούς ως βάση για να υλοποιήσουν στην αίθουσα σενάρια που βασίζονται στο STEM και να προσθέσουν νέες τεχνολογίες στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η προσθήκη του GitHub καθώς επίσης και των άλλων μελλοντικών προσθηκών που έχουν προγραμματιστεί θα δώσουν στην πλατφόρμα όλο το απαραίτητο υλικό, ώστε να μπορέσει να καλύψει όλες τις περιπτώσεις χρήσης τις οποίες στοχεύουμε.

## **ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ**

Το έργο Citizension of Smart Cities αποτελεί αρχικά μια πρόταση ως προς τους τοπικούς φορείς (Δήμοι, Περιφέρειες), όπου σε συνεργασία με τις σχολικές μονάδες θα μπορούν να αξιοποιήσουν το υλικό, ώστε να συμβάλλουν στη δημιουργία ενεργών πολιτών (active citizens) που μπορούν να συνεισφέρουν σε δίκτυα αισθητήρων και κατ' επέκταση στη δημιουργία των έξυπνων πόλεων.

Επιπλέον, μπορεί να λειτουργήσει ως εκπαιδευτική πλατφόρμα τόσο για την Δευτεροβάθμια όσο και για την Τριτοβάθμια εκπαίδευσης προσφέροντας υλικό για τις έξυπνες πόλεις, το διαδίκτυο των πραγμάτων και τα δίκτυα αισθητήρων συνδυάζοντας μια διεπιστημονική προσέγγιση με την Πληροφορική και τα Μαθηματικά.

Τέλος, το έργο Citizension of Smart Cities μπορεί να αποτελέσει εργαλείο για την αξιοποίηση εξοπλισμού Arduino ή Raspberry Pi για τις σχολικές μονάδες τόσο της Δυτικής Μακεδονίας όσο και της υπόλοιπης Ελλάδας (Υπουργείο Παιδείας, 2022).

## ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Στην παρούσα στιγμή που γράφεται αυτή η εργασία, η ιστοσελίδα έχει επανασχεδιαστεί, ώστε να υπάρχει μια καλύτερη εμπειρία για το χρήστη. Μέχρι την παρουσίαση της εργασίας θα έχει ολοκληρωθεί η τεκμηρίωση των εκπαιδευτικών σεναρίων στο GitHub και στο προσεχές μέλλον, λαμβάνοντας υπόψιν την ανατροφοδότηση από τους χρήστες της πλατφόρμας, έχουμε σκοπό να βελτιώσουμε το παρεχόμενο υλικό και να δημιουργήσουμε ανοιχτά διαδικτυακά μαθήματα (MOOCs).

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Autodesk. (2022). Ανάκτηση από Tinkercad: <https://www.tinkercad.com/>
- Botero, C. (2022, Αύγουστος 1). *Ubidots STEM*. Ανάκτηση από <https://help.ubidots.com/en/articles/639806-what-is-the-difference-between-ubidots-and-ubidots-stem>
- Fritzing. (2022). Ανάκτηση από <https://fritzing.org/>
- GitHub. (2022). Ανάκτηση από <https://github.com/>
- Node-RED. (2022). Ανάκτηση από <https://nodered.org/>
- Tai-hoon, K., Carlos, R., & Sabah, M. (2017). Smart City and IoT. *Future Generation Computer Systems*, 76, σσ. 159-162. doi:10.1016/j.future.2017.03.034
- Ubidots. (2022). Ανάκτηση από STEM: <https://ubidots.com/stem/>
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014, Φεβρουάριος). Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things*, σσ. 22-32. Ανάκτηση από Top 10 Applications of IoT in 2022: <https://www.spiceworks.com/tech/iot/articles/top-applications-internet-of-things/>
- Γκόλα, Κ., & Χυτήρης, Χ. (2018). Εισαγωγή στον μικροελεγκτή Arduino μέσω των TISP. Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής, Αθήνα.
- Γκόλα, Κ., Φασουλά, Γ., & Χυτήρης, Χ. (2019). Εκπαιδευτικό Σενάριο με Θέμα το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής, Θεσσαλονίκη.
- IEEE. (2022). TRYEngineering. Ανάκτηση από <https://tryengineering.org/el/>
- Κοζάνη – Έξυπνη Πόλη. (2022, Φεβρουάριος 18). Ανάκτηση από Δήμος Κοζάνης: <https://smartcity.cityofkozani.gov.gr/3os-diagonismos-energeia/>
- Υπουργείο Παιδείας. (2022, Μάιος 24). Ανάκτηση από Εξοπλισμός ρομποτικής στα σχολεία: <https://www.minedu.gov.gr/news/52221-24-05-22-30-ekatommyria-evro-gia-eksoplismo-rompotikis-sta-sxoleia-mas>

# Εποικισμός στον Πλανήτη Άρη: Προσεγγίζοντας μέσω STEM Επιστημονικές Έννοιες και Διαδικασίες

**Μπερτσέκα Χρυσούλα Μαρία , Φώτη Μαρία, Χειλάς Αθανάσιος**

[marixr.mperts@gmail.com](mailto:marixr.mperts@gmail.com), [mariafotimf0@gmail.com](mailto:mariafotimf0@gmail.com), [zankarpenisi@gmail.com](mailto:zankarpenisi@gmail.com)

Εκπαιδευτικός ΠΕ70, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων,  
Φοιτήτρια ΠΜΣ στην Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση UNIC  
Εκπαιδευτικός ΠΕ70, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων  
Εκπαιδευτικός ΠΕ70, ΜΔΕ στις Επιστήμες Αγωγής,  
2ο Πειραματικό Δημοτικό Σχολείο Ιωαννίνων

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια διδακτική παρέμβαση STEM με τίτλο «Εποικισμός στον πλανήτη Άρη», η οποία υλοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2021 – 2022 στο πλαίσιο των εργαστηρίων δεξιοτήτων. Η παρέμβαση εφαρμόστηκε σε 24 μαθητές της Ε' τάξης του 2ου Πειραματικού Δημοτικού Σχολείου Ιωαννίνων. Βασικοί στόχοι της ήταν τα παιδιά να έρθουν σε επαφή με τον κόσμο της ρομποτικής, του προγραμματισμού, αλλά και της μηχανικής, να εξοικειωθούν με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης καθώς και να συνεργάζονται για την επίλυση προβλημάτων. Διδακτικά αξιοποιήθηκαν η ομαδοσυνεργατική μέθοδος διδασκαλίας, η διερευνητική μέθοδος και η μέθοδος επίλυσης προβλήματος. Η παρέμβαση ολοκληρώθηκε με επιτυχία, οι μαθητές συμμετείχαν ενεργητικά και ενθουσιάστηκαν με τις δημιουργίες τους.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** STEM , Εκπαιδευτική Ρομποτική , Εποικισμός στον πλανήτη Άρη

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπαίδευση από τα τέλη του 20ου αιώνα και μετά είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και τη μεθοδολογία STEM, που στηρίζεται στους τομείς της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών (Science, Technology, Engineering, Mathematics – STEM) ενοποιώντας τα τέσσερα αυτά γνωστικά αντικείμενα.

Η εκπαίδευση STEM θεωρείται μια αποτελεσματική μέθοδος εκπαίδευσης για την ανάπτυξη και εξέλιξη σημαντικών πτυχών της ζωής των μελλοντικών πολιτών κάθε χώρας. Βασίζεται στη διεπιστημονική προσέγγιση (Lantz, 2009), ενώ παράλληλα προσφέρει νέους τρόπους παραγωγής και κατανόησης της γνώσης. Επιχειρεί να μετατρέψει το δασκαλοκεντρικό σύστημα διδασκαλίας σε μαθητοκεντρικό, στο οποίο η επίλυση προβλημάτων (problem solving) και η ανακαλυπτική μέθοδος (discovering – exploratory learning) παίζουν κυρίαρχο ρόλο στο σχολικό πρόγραμμα. Η εκπαίδευση με μεθοδολογία STEM μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, από την Προσχολική αγωγή έως και στην Μεταδιδακτορική εκπαίδευση, αλλά ακόμη και στη μη τυπική εκπαίδευση (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

Η εκπαίδευση μέσω STEM εστιάζει στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων μέσω της επιλογής εννοιών, μεθοδολογιών και εργαλείων από διάφορες επιστήμες (Ιατρού, 2018). Οι μαθητές στους οποίους θα έχει καλλιεργηθεί η φιλοσοφία STEM, θα μπορούν να σχεδιάζουν έρευνες, να συλλέγουν και να οργανώνουν τα δεδομένα τους, να εξαγάγουν συμπεράσματα, και κατόπιν να τα εφαρμόζουν σε νέες και καινοτόμες καταστάσεις, όπως παραδείγματος χάρη στη διαδικασία της Μηχανικής Σχεδίασης (Engineering Design Process). Παράλληλα, καλλιεργούν το δυναμισμό και την αυτοπεποίθησή τους, ενώ μαθαίνουν να δουλεύουν σε προκαθορισμένα πλαίσια.

Έρευνες που έχουν γίνει από το National Science Foundation δείχνουν ότι, μέσα από καλές πρακτικές στην Εκπαίδευση STEM, μαθητές όλων των τύπων σχολείων και βαθμίδων μπορούν να εμπλακούν σε υψηλής ποιότητας γνώσεις των φυσικών επιστημών, μαθηματικών, μηχανικής και τεχνολογίας. Αυτό που διαφοροποιεί το STEM από την παραδοσιακή διδασκαλία, είναι το περιβάλλον μεικτής εκμάθησης που δείχνει στους μαθητές πώς μπορεί να εφαρμοστεί η επιστημονική μέθοδος στην καθημερινή ζωή, για αυτό είναι πολύ σημαντικό να εφαρμοστεί το STEM στα σχολεία. (Καλαντζής & Τσιχουρίδης, 2019).

Το Πανεπιστήμιο, επιθυμώντας να εφαρμόσει τη φιλοσοφία του STEM στην πράξη, δημιουργήθηκε ένα πνεύμα συνεργασίας ανάμεσα σε αυτό και το Σχολείο. Αυτό το κλίμα, ήταν

υψίστης σημασίας για την επιτυχή διεξαγωγή του παρόντος εκπαιδευτικού σεναρίου, αλλά και μεταγενέστερων δράσεων που μπορεί να υλοποιηθούν. Μέσω αυτής της συνεργασίας, γεφυρώνεται το χάσμα μεταξύ θεωρίας και πράξης, καθώς το Πανεπιστήμιο προσφέρει όλα τα απαραίτητα εφόδια και τις θεωρητικές γνώσεις για το πώς να γίνει αποτελεσματικό το μάθημα, ενώ το Σχολείο, παρέχει τη δυνατότητα έμπρακτης εφαρμογής των θεωρητικών γνώσεων που έχουν κατακτηθεί. Επί της ουσίας, τα δύο αυτά πλαίσια αλληλοσυμπληρώνονται με αρμονικό τρόπο, καθώς και το Σχολείο χρειάζεται τους φοιτητές για την παροχή των τελευταίων μεθόδων παιδαγωγικής και συγκεκριμένα του STEM, αλλά και το Πανεπιστήμιο έχει ανάγκη το Σχολείο, για την ολοκληρωμένη κατάρτιση των φοιτητών του.

Κριτήριο επιλογής του θέματος, αποτέλεσε το ιδιαίτερο ενδιαφέρον που έδειξαν οι μαθητές κατά την διδασκαλία της 17ης ενότητας του μαθήματος της Γλώσσας, η οποία έχει τίτλο «Ταξίδια στο διάστημα». Το θέμα που απασχόλησε κυρίως τους μαθητές ήταν αυτό του εποικισμού σε έναν άλλον πλανήτη πέρα από τη Γη, το οποίο είναι ένα σύγχρονο ζήτημα στο οποίο αναζητείται ακόμα κάποια αποτελεσματική λύση. Οι μαθητές αναζήτησαν πληροφορίες για τον πλανήτη Άρη και συγκεκριμένα για ερευνητικές αποστολές που έχουν γίνει στον πλανήτη αυτό και εντόπισαν την αποστολή «Mars 2020» της Αμερικανικής Διαστημικής Υπηρεσίας (NASA). Έχοντας ως εφιαλτήριο το ρομποτικό ρόβερ «Perseverance» της αποστολής αυτής, θέλησαν να δημιουργήσουν οι ίδιοι τις δικές τους ρομποτικές κατασκευές για να υποστηρίξουν ένα σενάριο εποικισμού στον πλανήτη Άρη.

Σύμφωνα με αυτό, τα τρόφιμα δεν μπορούσαν πλέον να παραχθούν στη Γη, λόγω της έλλειψης νερού, αλλά και της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Συνεπώς, η ανθρωπότητα αναζητά διαφορετικούς τόπους εκτός της Γης να καλλιεργήσει τα απαραίτητα για τον άνθρωπο τρόφιμα. Έτσι, επιλέγει τον πιο κοντινό του πλανήτη, τον Άρη. Αρχικά, κατασκευάζεται ένα ειδικό θερμοκήπιο, το οποίο δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες και περιλαμβάνει αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας που καταγράφουν αυτές τις συνθήκες όλο το εικοσιτετράωρο. Έπειτα, έρχεται ένας προγραμματιζόμενος ρομποτικός μηχανισμός (γερανός), προκειμένου να παραλάβει τα τρόφιμα από το θερμοκήπιο και να τα μεταφέρει στο διαλογέα χρωμάτων. Εκεί επιλέγονται μόνο τα τρόφιμα που πληρούν τις κατάλληλες προδιαγραφές, μέγεθος και χρώμα, και στη συνέχεια ο γερανός τα τοποθετεί στο φορτηγό. Τέλος, το φορτηγό κατευθύνεται με την όπισθεν στην αποθήκη και μέσω του μηχανισμού ανατροπής ξεφορτώνει τα τρόφιμα στην αποθήκη.

Μέσω αυτού του θέματος, προσφέρονται μεγάλες δυνατότητες αξιοποίησης, καθώς περιλαμβάνεται πληθώρα επιμέρους ζητημάτων και μπορούμε να θέσουμε διάφορους διδακτικούς στόχους. Συγκεκριμένα, εκτείνεται σε θέματα Φυσικών Επιστημών προσεγγίζοντας πτυχές του αναλυτικού προγράμματος της Φυσικής της Ε' Δημοτικού, ενώ επιτρέπει την ένταξη μαθηματικών προβλημάτων, την αξιοποίηση της Τεχνολογίας, καθώς και την εμπέδωση γνώσεων Μηχανικής. Έτσι, μέσα από το θέμα αυτό, προσφέρεται η ευκαιρία στους μαθητές να εξετάσουν θέματα και έννοιες των Φυσικών Επιστημών όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης, καθώς και των μαθηματικών όπως η συλλογή, οργάνωση και αναπαράσταση δεδομένων.

Η Τεχνολογία ενσωματώνεται στο συγκεκριμένο σενάριο με την ένταξη του Arduino, και της αξιοποίησης του εικονιστικού περιβάλλοντος του Scratch για τον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών, καθώς και με εκπαιδευτικά προγράμματα από τη βιβλιοθήκη που προσφέρεται από το code.org στη διεύθυνση <https://code.org/educate>. Παράλληλα, οι μαθητές είχαν πρόσβαση σε βίντεο, ψηφιακές εικόνες και υλικό, από το αποθετήριο σεναρίων στη θέση <https://eduscience.lab.uoi.gr/research-approach-stem-education/>, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ώστε να διεγείρει την περιέργειά τους (ένταξη ενδιαφέροντος), να κατανοήσουν κάποια ζητήματα με πιο βιωματικό τρόπο, και να αναζητήσουν πληροφορίες για τη φύση και τον τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος.

Όσον αφορά στον τομέα της Μηχανικής, οι μαθητές εξοικειώθηκαν με τα βήματα του Μηχανικού Σχεδιασμού και κάθε ομάδα απέκτησε γνώσεις σχετικά με το πώς να κατασκευάσει είτε την καρότσα του φορτηγού με την ανατροπή, είτε τη δαγκάνα του γερανού, είτε έναν διαλογέα χρωμάτων με τη ράμπα του.

Τέλος, τα Μαθηματικά αξιοποιούνται κατά τη διάρκεια της κατασκευής, όπου οι μαθητές καλούνται να κάνουν απλούς υπολογισμούς (π.χ. υπολογισμός ύψους και πλάτους σχημάτων), καθώς και μετά την κατασκευή, όταν τους ζητείται να κάνουν τον υπολογισμό του χρόνου που χρειάζεται το φορτηγό να διανύσει την απόσταση από το θερμοκήπιο στο χώρο αποθήκευσης τροφίμων, την κλίση που πρέπει να κάνει η καρότσα του φορτηγού ώστε να ξεφορτώσει τα τρόφιμα κ.ά. Επίσης, κατά τη συζήτηση με τους μαθητές αναδύθηκαν ζητήματα και απορίες, οι οποίες λύθηκαν με τη βοήθεια

μαθηματικών υπολογισμών (π.χ. η καταγραφή αριθμητικών τιμών σε πίνακα συχνοτήτων και η δημιουργία γραφήματος, η εύρεση μέσης τιμής της θερμοκρασία που πρέπει να διατηρούμε στο θερμοκήπιο κ.ά).



**Σχήμα 1:** Γράφημα Καταμέτρησης Θερμοκρασίας, τις ώρες 13:00 έως 20:30, το οποίο κατασκευάστηκε από τους μαθητές.



**Σχήμα 2:** Γράφημα Καταμέτρησης Υγρασίας, τις ώρες 13:00 έως 20:30, το οποίο κατασκευάστηκε από τους μαθητές.

## ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της εκπαίδευσης με μεθοδολογία STEM, είναι οι μαθητές να αποκτήσουν ένα επαρκές και συνεκτικό σώμα γνώσεων από τις βασικές επιστήμες. Με αυτό τον τρόπο, να καλλιεργηθεί η κριτική τους σκέψη και η αναστοχαστική διαχείριση της γνώσης. Οι μαθητές του 21ου αιώνα καλούνται να αναπτύξουν ικανότητες ανάλυσης, σχεδιασμού και επίλυσης προβλημάτων με αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων και παράλληλα, να εξοικειωθούν στο πως μπορούν να μετατρέπουν τη θεωρητική σκέψη σε πράξη (Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012). Στα εφόδια που καλούνται να αποκτήσουν οι σημερινοί μαθητές συμπεριλαμβάνεται και η καλλιέργεια δεξιοτήτων, συνδεδεμένων με τις νέες τεχνολογίες. Η κριτική και δημιουργική σκέψη, η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και η συνεργασία είναι μερικές από τις δεξιότητες που έχουν αναγνωριστεί ως απαραίτητες για τους μαθητές του 21ου αιώνα (Partnership for 21st Century Skills, 2009). Στην ανάπτυξη τέτοιων δεξιοτήτων, τα μαθηματικά, η φυσική, η πληροφορική και η τεχνολογία συνεισφέρουν σημαντικά, τόσο με τα εργαλεία όσο και με τις δραστηριότητες που προσφέρουν (Morrison, 2006).

## ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΧΟΙ

Για την ομαλή υλοποίηση του σεναρίου χρησιμοποιήθηκαν τόσο η αίθουσα της Ε τάξης του σχολείου όσο και η αίθουσα της πληροφορικής. Το σενάριο πραγματοποιήθηκε σε πέντε φάσεις.

### 1<sup>η</sup> Φάση: Το πρόβλημα

Οι μαθητές χωρισμένοι σε ομάδες ήρθαν αντιμέτωποι αρχικά με το πρόβλημα της έλλειψης των τροφίμων στον πλανήτη Γη λόγω της έλλειψης νερού, αλλά και της υπερθέρμανσης του πλανήτη και



αναζήτησαν λύσεις πάνω σε αυτό. Έπειτα από συζήτηση κατέληξαν πως η βέλτιστη λύση είναι η δημιουργία ενός θερμοκηπίου στον πλανήτη Άρη. Επόμενο πρόβλημα προς επίλυση ήταν ο έλεγχος της ποιότητας των προϊόντων του θερμοκηπίου και η ασφαλής μεταφορά αυτών. Το σχέδιο δράσης τους για το ζήτημα αυτό ήταν η δημιουργία κατάλληλων ρομποτικών κατασκευών, οι οποίες θα μπορούσαν να προγραμματιστούν και να επιλύουν επιτυχώς τα παραπάνω ζητήματα.

Έτσι οι μαθητές στη φάση αυτή:

- Αποδέχτηκαν τη διαφορετικότητα απόψεων.
- Ανέπτυξαν την ικανότητα προσαρμογής στις αποφάσεις της πλειοψηφίας των μελών της ομάδας τους.
- Εφάρμοσαν κανόνες για την εύρυθμη λειτουργία της ομάδας.
- Δημιούργησαν ένα ευχάριστο παιδαγωγικό περιβάλλον.

## **2<sup>η</sup> Φάση: Συλλογής και επεξεργασίας πληροφοριών**

Αρχικά, οι μαθητές στην αίθουσα της πληροφορικής, χωρισμένοι σε ομάδες, έψαχναν πληροφορίες τόσο για την φωτοσύνθεση, όσο και για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού της τάξης δημιούργησαν μια παρουσίαση Power point η οποία παρουσιάστηκε στην τάξη.

Στη συνέχεια, στην αίθουσα της τάξης, ο εκπαιδευτικός έφερε και παρουσίασε ένα αυτοσχέδιο θερμοκήπιο που περιείχε αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας. Έπειτα, έδωσε διάφορες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας, κατά τη διάρκεια πρωινών, μεσημεριανών και βραδινών ωρών που είχαν καταγραφεί σε αυτό, τις οποίες οι ομάδες των μαθητών έπρεπε να τις ταξινομήσουν, να σχεδιάσουν ένα διάγραμμα στο Excel και τέλος να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους αναφορικά με τις τιμές αυτές.

Έτσι οι μαθητές στη φάση αυτή:

- Κατανόησαν ότι τα φυτά είναι αυτότροφοι οργανισμοί και εξασφαλίζουν την απαραίτητη χημική ενέργεια μετασχηματίζοντας την ηλιακή με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.
- Μπόρεσαν να περιγράψουν τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.
- Ανέφεραν ποια βασικά μέρη του φυτού συμμετέχουν στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.
- Περιέγραψαν την επίδραση του αγροτικού θερμοκηπίου στη θερμοκρασία.
- Μπόρεσαν να περιγράψουν τον τρόπο με τον οποίο δημιουργείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου στη Γη.
- Γνώρισαν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι απαραίτητο για τη ζωή στη Γη αλλά μπορεί να αποβεί καταστροφικό εξαιτίας των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων που το επιδεινώνουν.
- Μπόρεσαν να αναφέρουν συνέπειες (θετικές - αρνητικές) του φαινομένου του θερμοκηπίου για τη Γη.

## **3<sup>η</sup> Φάση: Κατασκευής και εισαγωγής σε προγραμματισμό**

Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες και κάθε μία από τις ομάδες μαθητών ανέλαβε να συναρμολογήσει μία ρομποτική κατασκευή χρησιμοποιώντας κατάλληλο πακέτο που περιελάμβανε όλα τα δομικά στοιχεία της.

Η πρώτη ομάδα κατασκεύασε έναν γερανό με ρυθμιζόμενο βραχίονα τόσο σε ύψος, όσο και σε κλίση. Η δεύτερη ομάδα, κατασκεύασε τον διαλογέα χρωμάτων στον οποίο υπήρχε υποδοχή, ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν τα τρόφιμα- τουβλάκια από το πακέτο των υλικών και η τρίτη ομάδα κατασκεύασε ένα φορτηγό με ανατρεπόμενη καρότσα φόρτωσης.

Με το τέλος των κατασκευών, οι μαθητές μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο πληροφορικής και συμμετείχαν σε δραστηριότητες του code.org.

Έτσι οι μαθητές στη φάση αυτή:

- Μπόρεσαν να συμμετάσχουν σε μια κατασκευή, αναλαμβάνοντας κατασκευαστικά τμήματά της.
- Εισήχθησαν στις βασικές αρχές του προγραμματισμού, και της στην αλγοριθμικής σκέψης.

## **4<sup>η</sup> Φάση: Προγραμματισμός κατασκευών και συντονισμός τους**

Στο κέντρο της αίθουσας τοποθετήθηκε πίστα, κατασκευασμένη από τους υπεύθυνους της παρέμβασης, φτιαγμένη από καφέ χαρτόνι και περιελάμβανε κάποια σχεδιασμένα βράχια ως διακοσμητικά στοιχεία, καθώς το σκηνικό βρισκόταν στον πλανήτη Άρη. Στην πίστα υπήρχαν: θέση για το θερμοκήπιο, θέση για το γερανό μπροστά ακριβώς από το θερμοκήπιο, καλάθι για τα τρόφιμα δίπλα από το γερανό, θέση για τον διαλογέα χρωμάτων περίπου στη μέση της και θέση για το φορτηγό μπροστά από την αποθήκη για τα τρόφιμα αντισταθμιστικά του θερμοκηπίου.

Ο εκπαιδευτικός τοποθέτησε το θερμοκήπιο και οι ομάδες των μαθητών τις κατασκευές τους στις αντίστοιχες θέσεις. Κάθε υπό-ομάδα αρχικά έπρεπε να προγραμματίσει πάνω στην πίστα την κατασκευή που είχε φτιάξει με τη βοήθεια του κώδικα που τους δόθηκε στο εικονιστικό περιβάλλον του Scratch, ώστε ο γερανός να μεταφέρει το καλαθάκι με τα τρόφιμα από το θερμοκήπιο στον διαλογέα, ο διαλογέας να επιλέξει τα κατάλληλα τρόφιμα με κριτήριο το χρώμα και το φορτηγό να παραλάβει τα επιλεγμένα από τον διαλογέα τρόφιμα και να τα αδειάσει στην αποθήκη με τη χρήση της ανατρεπόμενης καρότσας.

Στη συνέχεια οι υπο-ομάδες έπρεπε να συνεργαστούν μεταξύ τους και κάνοντας τις απαραίτητες παρεμβάσεις στον κώδικα, να συντονίσουν όλες τις ρομποτικές κατασκευές πάνω στην πίστα, ώστε να φέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα και να πετύχουν τον κοινό τους στόχο. Οι μαθητές χρειάστηκε να επαναλάβουν αρκετές φορές την διαδικασία και σε κάθε προσπάθεια τους να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους, προκειμένου να προβούν στις αλλαγές του κώδικα της κάθε ρομποτικής κατασκευής για να επιτευχθεί τελικά ο συντονισμός τους.

Έτσι οι μαθητές στη φάση αυτή:

- Απέκτησαν δεξιότητες επιστημονικής έρευνας.
- Ανέπτυξαν κριτική σκέψη και έκφραση με ποικίλα μέσα.
- Ανέπτυξαν αλγοριθμική σκέψη.
- Επινόησαν στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων.
- Ενεπλάκησαν στην ανακάλυψη λύσεων.
- Ανέλυσαν και αξιολόγησαν τα αποτελέσματα.

### **5<sup>η</sup> Φάση: παρουσίαση του έργου**

Τέλος, οι μαθητές έχοντας ολοκληρώσει επιτυχώς το σενάριό τους, παρουσίασαν στους μαθητές της Στ' τάξης ολοκληρωμένη την εφαρμογή του έργου τους: «Εποικισμός στον πλανήτη Άρη».

Έτσι οι μαθητές στη φάση αυτή:

- Ενίσχυσαν την αυτοπεποίθησή τους.
- Παρουσίασαν τα έργα τους.

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Το πρόγραμμα, πέτυχε τόσο τον κεντρικό του στόχο όσο και τους επιμέρους. Οι μαθητές συμμετείχαν ενεργά σε όλες τις φάσεις υλοποίησής του δουλεύοντας ομαδικά και ολοκληρώνοντας τον κοινό τελικό στόχο. Εντύπωση προξένησε το γεγονός ότι, οι υπό-ομάδες αν είχαν τελειώσει το δικό τους έργο ενώνονταν με τις υπόλοιπες υπό-ομάδες που εργάζονταν ακόμη και τους παρείχαν υποστήριξη. Αυτό ήταν μία ισχυρή ένδειξη του ενθουσιασμού τους για την υλοποίηση της κάθε δραστηριότητας, αλλά και της κατανόησης ότι η κάθε μία δραστηριότητα αποτελούσε ένα ενιαίο σύνολο όπου όλα τα επιμέρους κομμάτια θα έπρεπε να είναι έτοιμα για να ολοκληρωθεί. Η επιτυχία του προγράμματος, αποδεικνύει πως η κατανόηση εννοιών της σύγχρονης Φυσικής και προγραμματισμού μπορούν να κατακτηθούν από παιδιά Δημοτικού μέσα από δραστηριότητες STEM σε ένα ομαδοσυνεργατικό πνεύμα στη σχολική τάξη. Επιπρόσθετα ξετυλίγει τη δημιουργικότητά τους, αναπτύσσει την κριτική και υπολογιστή τους σκέψη, τις ικανότητες συνεργασίας και την αυτοπεποίθησή τους.

## **ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

Λόγω του περιορισμένου χρόνου της παρέμβασης (τρεις διδακτικές ώρες), οι μαθητές δεν είχαν τη δυνατότητα να κατασκευάσουν οι ίδιοι τόσο την πίστα όσο και το θερμοκήπιο με τους αισθητήρες. Ακόμη, οι μαθητές κατά την υλοποίηση της φάσης συλλογής και επεξεργασίας δεν κατέγραψαν οι ίδιοι τις μετρήσεις αλλά αυτές τους δόθηκαν έτοιμες. Τέλος, στην φάση του προγραμματισμού ο κώδικας δόθηκε στους μαθητές σχεδόν ολοκληρωμένος, αφήνοντας τους την ελευθερία μόνο για λίγες παρεμβάσεις πάνω σε αυτόν.

Το πιο χαρακτηριστικό όμως του συγκεκριμένου θέματος, είναι το γεγονός ότι προσφέρει πολλές και πλούσιες ευκαιρίες για επέκταση και εμπλουτισμό του. Αυτό σημαίνει ότι, ανάλογα με τη χρονική διάρκεια της ενασχόλησης των μαθητών με αυτό, μπορούν να μελετήσουν μια πληθώρα θεμάτων, τα οποία καλύπτουν ένα εύρος από την ύλη του αναλυτικού προγράμματος των φυσικών επιστημών της Ε' και Στ' Δημοτικού. Με αυτόν τον τρόπο, θα μπορούσε να επιτευχθεί προσέγγιση περισσότερων θεμάτων και να προστεθούν περισσότεροι διδακτικοί στόχοι. Ενδεικτικά παραδείγματα αποτελούν, το κεφάλαιο του Ηλεκτρισμού, από το μάθημα των Φυσικών (μέσω πειραματισμού και εφαρμογών με το κύκλωμα και το Arduino), της Θερμότητας (μετάδοση θερμότητας μέσα στο θερμοκήπιο, διάκριση

εννοιών θερμοκρασίας και θερμότητας), των Οικοσυστημάτων και των Χαρακτηριστικών της Ζωής, των Φυτών, του Φωτός (π.χ. του Ήλιου και τι φαινόμενα σχετίζονται με αυτό), και ποικίλων άλλων ζητημάτων που μπορεί κανείς να προσεγγίσει μέσα από το συγκεκριμένο θέμα, όπως της Μηχανικής, της Ενέργειας, αλλά και άλλων μαθημάτων, όπως αυτό των Μαθηματικών και της Πληροφορικής στον τομέα του προγραμματισμού, αλλά και της χρήσης υπολογιστή για τη δημιουργία διαγραμμάτων. Ουσιαστικά λοιπόν, το σενάριο της δημιουργίας «εποικισμού στον πλανήτη Άρη», μπορεί να αποτελέσει μια πολύ αποτελεσματική μηνιαία ή και ετήσια πρόταση STEM, μέσα στην οποία να ενταχθεί όλη η ύλη των Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού με άμεσο και βιωματικό τρόπο, να κινητοποιήσει τους μαθητές να λάβουν ενεργό μέρος στην εκπαιδευτική διαδικασία και να οδηγήσει στην αποτελεσματικότερη κατανόηση και κατασκευή των γνώσεων, χωρίς να υπάρχει απόκλιση από αυτό που ορίζει το αναλυτικό πρόγραμμα.

Επομένως, το σενάριο αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει μια πολύ καλή πρόταση ένταξης της διδασκαλίας στο πνεύμα του STEM, με έναν τρόπο ο οποίος θα συμφωνούσε με το υπάρχον αναλυτικό πρόγραμμα. Θα μπορούσε δηλαδή, να προσφέρει μια λειτουργική λύση στο ερώτημα που τίθεται τα τελευταία χρόνια και αφορά στον τρόπο με τον οποίο θα ήταν δυνατόν να ενταχθεί και να ενσωματωθεί το STEM στην ελληνική πραγματικότητα, έτσι ώστε να καλύπτονται και τα θέματα του αναλυτικού προγράμματος.

### **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τη Διευθύντριά του 2ου Πειραματικού Δημοτικού Σχολείου Ιωαννίνων κα. Κύρκου Βερενίκη που συναίνεσε στην υλοποίηση της συγκεκριμένης παρέμβασης. Επίσης τον κ. Αναστάσιο Εμβαλωτή, καθηγητή Μεθοδολογίας Εκπαιδευτικής Έρευνας στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων για την υψηλού επιπέδου κατάρτιση που μας προσέφερε σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μας και την συνδρομή του στην επίλυση των προβλημάτων που προέκυψαν στην υλοποίηση του project.

### **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Ιατρού, Π. (2018). Υπολογιστική Σκέψη και STEM ένα παράδειγμα εφαρμογής μέσω της γραμμικής συνάρτησης. Άρθρο που παρουσιάστηκε στο Συνέδριο για το STEM και την Υπολογιστική Παιδαγωγική στην Εκπαίδευση: Επιστημολογικό περιεχόμενο και εφαρμογές, 5 Μαΐου 2018.
- Καλαντζής, Γ., & Τσιχουρίδης, Χ. (2019). Το S.T.E.M. στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση ως δυναμικός παράγων ανάπτυξης στην οικονομία: Επισκόπηση της Διεθνούς Βιβλιογραφίας. Εισήγηση στο 2ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Ελλάδα-Ευρώπη 2020: Εκπαίδευση, Δια Βίου Μάθηση, Έρευνα, Νέες Τεχνολογίες, Καινοτομία και Οικονομία», Λαμία.
- Gonzalez, H., & Kuenzi, J. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer, Congressional Research Service.
- Lantz, H., (2009). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What Form? What Function? What is STEM Education?
- Morrison, J. (2006). TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education.
- Partnership for 21st Century Skills, (2009). P21 Framework Definition. Washington,
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. The Journal of Pre-College Engineering Education Research.





*Σχήμα 4: Η τελική διάταξη των ρομποτικών κατασκευών.*



*Σχήμα 5: Το θερμοκήπιο με τους αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας.*



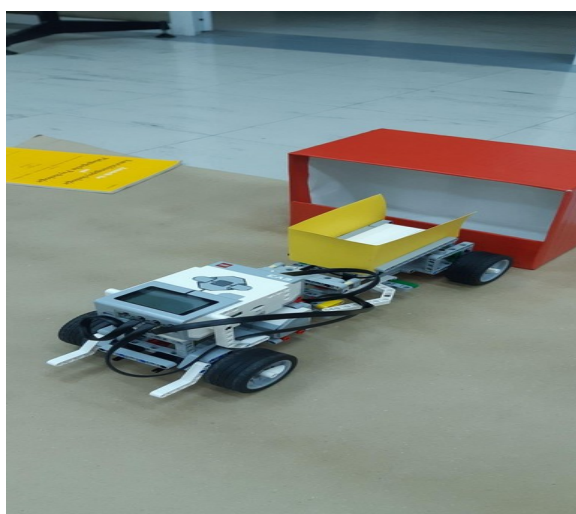
**Σχήμα 6:** Κατά τη διάρκεια της κατασκευής του φορτηγού.



**Σχήμα 7:** Ο Διαλογέας Χρωμάτων.



**Σχήμα 8:** Ο Γερανός, στη θέση μπροστά από το θερμοκήπιο με τα τρόφιμα.



**Σχήμα 9:** Το φορτηγό με τον μηχανισμό ανατροπής και η αποθήκη για τα τρόφιμα (κόκκινη).

# Αξιολόγηση Γλωσσών Προγραμματισμού για τη Σχολική Εκπαίδευση

Χάρης Β. Γεωργίου<sup>1</sup>

hgeorgiou@unipi.gr

<sup>1</sup> Μεταδιδακτορικός ερευνητής, Data Science Lab, Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διδασκαλία της Πληροφορικής και ειδικότερα η εισαγωγή στις βασικές έννοιες αλγοριθμικής σκέψης και προγραμματισμού αποτελούν μια σύνθετη διαδικασία και εκπαιδευτική πρόκληση σε πολλά επίπεδα. Ένας από τους κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας αποτελεί η κατάλληλη επιλογή των προγραμματιστικών εργαλείων, πρωτίστως της γλώσσας προγραμματισμού η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως βασικό εργαλείο.

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει ένα γενικό πλαίσιο καθορισμού των πιο σημαντικών παραγόντων αξιολόγησης, καθώς και της «βαθμολόγησης» μερικών από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού διεθνώς για το σκοπό αυτό. Σκοπός της μελέτης είναι να διερευνήσει τις διαθέσιμες επιλογές και να προτείνει τις καταλληλότερες εναλλακτικές, προτείνοντας τις απαραίτητες τροποποιήσεις και αναπροσαρμογές των σχολικών προγραμμάτων σπουδών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα μεν κριτήρια αξιολόγησης επιβεβαιώνονται ως προς τις αναμενόμενες προτεραιότητες της εκπαιδευτικής διαδικασίας σε μαθήματα βασικών εννοιών προγραμματισμού και αλγοριθμικής σκέψης, με έμφαση σε Γυμνάσια και Λύκεια, ενώ από τις γλώσσες προγραμματισμού η Python εμφανίζεται ξεκάθαρα ως η καταλληλότερη επιλογή.

Από τα αποτελέσματα της μελέτης κρίνεται σκόπιμη η άμεση αναπροσαρμογή του προγράμματος σπουδών στα σχολικά μαθήματα Πληροφορικής, έτσι ώστε τόσο η θεωρητική διδασκαλία με παραδείγματα κώδικα, όσο και η πρακτική εξάσκηση με συγγραφή απλών προγραμμάτων, να γίνεται στο εξής στη γλώσσα Python.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Πληροφορική, γλώσσες προγραμματισμού, σχολική εκπαίδευση

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα στην εκπαιδευτική διαδικασία σε μαθήματα Πληροφορικής σε σχολικό περιβάλλον, ιδιαίτερα σε επίπεδο Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αποτελεί η επιλογή και σωστή χρήση κατάλληλων προγραμματιστικών εργαλείων, γλωσσών προγραμματισμού, καθώς και σχετικού διδακτικού υλικού (Bell, 2018). Οι κύριοι στόχοι των μαθημάτων Πληροφορικής, ήδη από το επίπεδο της Πρωτοβάθμιας, ξεκινούν από την ανάπτυξη βασικής αναλυτικής σκέψης και αλγοριθμικής «σχεδίασης» λύσεων σε απλά προβλήματα, καταλήγοντας σταδιακά στη χρήση ψευδοκώδικα, λογικών διαγραμμάτων και απλού προγραμματιστικού συντακτικού για την αποτύπωση του σκελετού ενός πραγματικού προγράμματος Η/Υ με αρκετά ρεαλιστικό βαθμό λεπτομέρειας (Kanemune, 2022; Kalas, 2011).

Παρόλα αυτά, τα σημερινά προγράμματα σπουδών εμφανίζουν σημαντικές ελλείψεις και προβλήματα συνάφειας, τόσο ως προς τις πραγματικές συνθήκες και δομές μιας σύγχρονης γλώσσας προγραμματισμού γενικής χρήσης, όσο και ως προς τις δυνατότητες των σημερινών Η/Υ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η «ΓΛΩΣΣΑ» που διδάσκεται ως πρότυπη γλώσσα προγραμματισμού στα σχολικά μαθήματα Πληροφορικής στην Ελλάδα (ΥΠΕΘ-ΙΕΠ, 2017), η οποία έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας ως πρότυπο τη γλώσσα Pascal της δεκαετίας του '80. Η σχεδιαστική αυτή επιλογή είναι γενικά σωστή, όμως οι δυνατότητες της «ΓΛΩΣΣΑΣ» δεν μπορούν να καλύψουν τις σύγχρονες απαιτήσεις των αντίστοιχων μαθημάτων σήμερα, όπως η δυναμική διαχείριση μνήμης (διδασκαλία δομών δεδομένων), η διεπαφή με γραφικό περιβάλλον (διδασκαλία σχεδίασης/διαγραμμάτων), η επικοινωνία μέσω δικτύου (διδασκαλία web apps), κτλ.

Έχοντας ως στόχο τη διερεύνηση των σημερινών επιλογών ως προς τις γλώσσες προγραμματισμού και κυρίως την αξιολόγησή τους ως προς την καταλληλότητά τους στην εκπαιδευτική διαδικασία εισαγωγής στον προγραμματισμό, η παρούσα μελέτη παρουσιάζει ένα γενικό πλαίσιο καθορισμού των πιο σημαντικών παραγόντων αξιολόγησης, καθώς και της «βαθμολόγησης» μερικών από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού διεθνώς για το σκοπό αυτό. Η μελέτη βασίζεται στη μέθοδο των ανώνυμων ερωτηματολογίων με συμμετοχή κυρίως εκπαιδευτικών στον

τομέα της Πληροφορικής, με στόχευση κυρίως τη Δευτεροβάθμια και Μεταλυκειακή εκπαίδευση. Σκοπός της μελέτης είναι να διερευνήσει τις διαθέσιμες επιλογές και να προτείνει τις καταλληλότερες εναλλακτικές, δείχνοντας έτσι τους άξονες πάνω στους οποίους θα πρέπει να βασιστούν οι απαραίτητες τροποποιήσεις και αναπροσαρμογές των σχολικών προγραμμάτων σπουδών.

Το υπόλοιπο της παρούσας μελέτης περιλαμβάνει την ενότητα «Μεθοδολογία», όπου περιγράφονται οι λεπτομέρειες σχεδίασης και διεξαγωγής της συλλογής απαντήσεων μέσω online ερωτηματολογίου, την ενότητα «Αποτελέσματα» όπου παρουσιάζονται τα σημαντικότερα από αυτά, την ενότητα «Σχολιασμός» όπου επισημαίνονται οι πιο σημαντικές παρατηρήσεις που προκύπτουν από τη μελέτη, και τέλος την ενότητα «Συμπεράσματα» που ολοκληρώνει τη μελέτη.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το κύριο μέρος της αξιολόγησης των γλωσσών προγραμματισμού για τη σχολική εκπαίδευση βασίστηκε σε ανώνυμες απαντήσεις σε ερωτηματολόγιο, με στόχο την αξιολόγηση μερικών από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού, κατάλληλες για τη διδασκαλία βασικών αρχών αλγοριθμικής σκέψης και υλοποίησης αντίστοιχων προγραμμάτων-παραδειγμάτων σε αυτό το πλαίσιο.

Συγκεκριμένα, το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε σε δύο μέρη: (α) Βαθμολόγηση των επιλεγμένων γλωσσών προγραμματισμού σε σχέση με μια σειρά παράγοντες αξιολόγησης και (β) πρόταση συντελεστών βαρύτητας για κάθε έναν από τους παράγοντες αξιολόγησης, πάντοτε σε σχέση με την καταλληλότητα και την αποτελεσματικότητα στην εκπαιδευτική διαδικασία, δηλαδή τη διδασκαλία των αντίστοιχων εννοιών. Η βαθμολόγηση των γλωσσών προγραμματισμού και των συντελεστών βαρύτητας έγινε ξεχωριστά, καθώς το μέρος (β) αποτελεί γενικότερη μελέτη του προβλήματος, ανεξάρτητη από τη λίστα επιλεγμένων γλωσσών προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη μελέτη, κατά συνέπεια εφαρμόσιμη και σε άλλες παρόμοιες μελέτες, όπως για παράδειγμα μέσα διδασκαλίας, απαραίτητη υποδομή σε Η/Υ, κτλ.

Σε ό,τι αφορά την επιλογή των γλωσσών προγραμματισμού στο μέρος (α), αυτή βασίστηκε σε προγράμματα σπουδών και αντίστοιχες επιλογές που χρησιμοποιούνται σε σχολεία παγκοσμίως ως μέσο εισαγωγής στην αλγοριθμική σκέψη και στην πρώτη επαφή των μαθητών με προγραμματιστικά περιβάλλοντα. Η πλήρης λίστα γλωσσών προγραμματισμού που αξιολογήθηκε στο ερωτηματολόγιο είναι η παρακάτω:

- C
- C++
- Pascal
- Java
- Python
- Javascript
- R
- Octave
- Άλλη (σχόλιο)

Στη λίστα συμπεριλαμβάνονται και κάποιες γλώσσες που συναντώνται κατά κανόνα στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση και σε ακαδημαϊκά περιβάλλοντα, όπως Octave και R, ακριβώς για να διερευνηθούν οι διαφοροποιήσεις σε σχέση με γλώσσες που τυπικά χρησιμοποιούνται σε σχολική εκπαίδευση επιπέδου Γυμνασίου-Λυκείου.

Οι παράγοντες αξιολόγησης στο μέρος (β) αποτελούν μια πολύ σύντομη συλλογή βασικών διδακτικών επιδιώξεων και παραγόντων επιτυχίας της διδασκαλίας, πάντοτε σε σχέση με την ανάπτυξη αναλυτικής-αλγοριθμικής σκέψης και τη δυνατότητα υλοποίησης σε αντίστοιχα προγράμματα-παραδείγματα. Η πλήρης λίστα των παραγόντων αξιολόγησης (22) που χρησιμοποιήθηκε στο ερωτηματολόγιο είναι η παρακάτω:

- Ευκολία εκμάθησης (learning curve)
- Βασικό συντακτικό – keywords
- Δομές δεδομένων (κυρίως εκτός πινάκων)
- Ανοχή και αντιμετώπιση σφαλμάτων κώδικα
- Βασική είσοδος-έξοδος χρήστη (console)
- Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός (OOP)
- Διαχείριση μνήμης



- Έλεγχος τύπων (type checking)
- Γραφικές παραστάσεις (plots)
- Βάσεις δεδομένων
- Δικτυακός προγραμματισμός
- Πολυπρογραμματισμός (concurrency tools/safety)
- Εφαρμογές διαδικτύου (web apps)
- Τεχνητή νοημοσύνη – Μηχανική Μάθηση (AI)
- Προγραμματισμός μικροσυσκευών (SBC/MC)
- Ανάπτυξη γραφικού περιβάλλοντος (GUI)
- Απόδοση – ταχύτητα εκτέλεσης
- Μεταφερσιμότητα κώδικα (portability)
- Σύνδεση με επαγγελματικές δεξιότητες
- Σύνδεση με ακαδημαϊκές σπουδές
- Διαθέσιμες πλατφόρμες (IDEs/compiler)
- Διαθέσιμες πηγές – εκπαιδευτικό υλικό

Ως έννοιες οι παράγοντες αξιολόγησης καλύπτουν θέματα με πολύ μεγάλο εύρος τόσο θεωρητικών όσο και πρακτικών γνώσεων, όπως για παράδειγμα «βάσεις δεδομένων» ή «πολυπρογραμματισμός», όμως στη συγκεκριμένη μελέτη η εστίαση είναι αποκλειστικά στη δυνατότητα διδασκαλίας των πολύ βασικών εννοιών σε μαθητές αυτού του επιπέδου και πάντοτε επιλεκτικά ανάλογα με το σχολικό έτος.

Το ερωτηματολόγιο δημοσιεύτηκε online και έγινε ανοικτή πρόσκληση συμμετοχής σε πτυχιούχους Πληροφορικής που εργάζονται ως διδάσκοντες σε αντίστοιχες εκπαιδευτικές βαθμίδες στο δημόσιο και στον ιδιωτικό τομέα, χωρίς αυτό να αποκλείει και Πληροφορικούς εργαζόμενους σε άλλους τομείς. Η χρονική διάρκεια συλλογής των ανώνυμων απαντήσεων ήταν ένας ημερολογιακός μήνας, συγκεκριμένα ο Φεβρουάριος 2022. Η επιλογή του χρόνου έγινε σύμφωνα και με τα επικαιροποιημένα προγράμματα σπουδών που ανακοινώθηκαν από το Ι.Ε.Π. (Ιαν/2022), έτσι ώστε στη συνέχεια να μπορεί να προταθεί η κατάλληλη επιλογή προγραμματιστικών εργαλείων σε αυτές τις βαθμίδες. Συνεπώς απευθυνόταν κυρίως σε εκπαιδευτικό προσωπικό αυτών των βαθμίδων, με οπωσδήποτε χρήσιμη και τη συμμετοχή αντίστοιχων καθηγητών σε άλλες βαθμίδες, όπως μεταλυκειακής (IEK) και Πανεπιστημιακής (AEI) εκπαίδευσης. Οι ερωτήσεις ήταν πολλαπλής επιλογής και συνολικά απαιτούσαν περίπου 5 λεπτά για να απαντηθούν στο σύνολό τους.

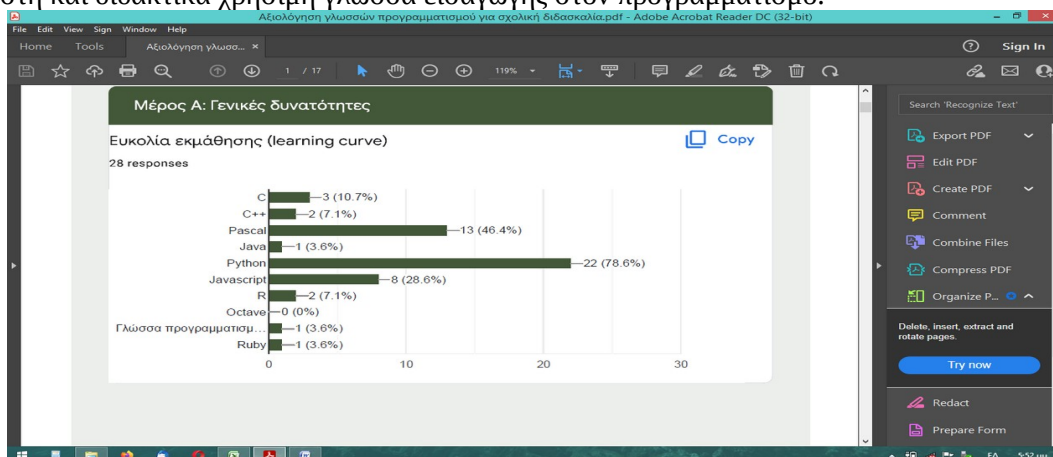
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κατά τη χρονική διάρκεια που το ερωτηματολόγιο ήταν ενεργό συγκεντρώθηκαν συνολικά 28 πλήρεις απαντήσεις διαφορετικών ατόμων, εργασιακού περιβάλλοντος και επιπέδου σπουδών. Έγιναν συνολικά τρεις δημόσιες προσκλήσεις σε κατάλληλα μέσα (mailing lists, social media, ανακοινώσεις σε websites), στοχευμένες κατά κύριο λόγο σε εκπαιδευτικούς στο δημόσιο και ιδιωτικό τομέα, χωρίς να αποκλείονται όμως άλλοι επαγγελματικοί τομείς, έτσι ώστε να συγκεντρωθεί στατιστικά σημαντικό και αντιπροσωπευτικό (unbiased) δείγμα απαντήσεων. Για τον ίδιο λόγο, κατά τη διάρκεια συγκέντρωσης απαντήσεων δεν ανακοινώθηκαν ενδιάμεσα αποτελέσματα, παρά μόνο μετά την ολοκλήρωση της έρευνας.

Λόγω του πλήθους των ερωτήσεων και εν γένει του όγκου της έρευνας, παρακάτω παρουσιάζονται μόνο μερικά ενδεικτικά αποτελέσματα που σχετίζονται με τα πιο ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Η πλήρης αποτίμηση και όλα τα σχετικά συγκεντρωτικά δεδομένα και διαγράμματα είναι διαθέσιμα online (Γεωργίου, 2022).

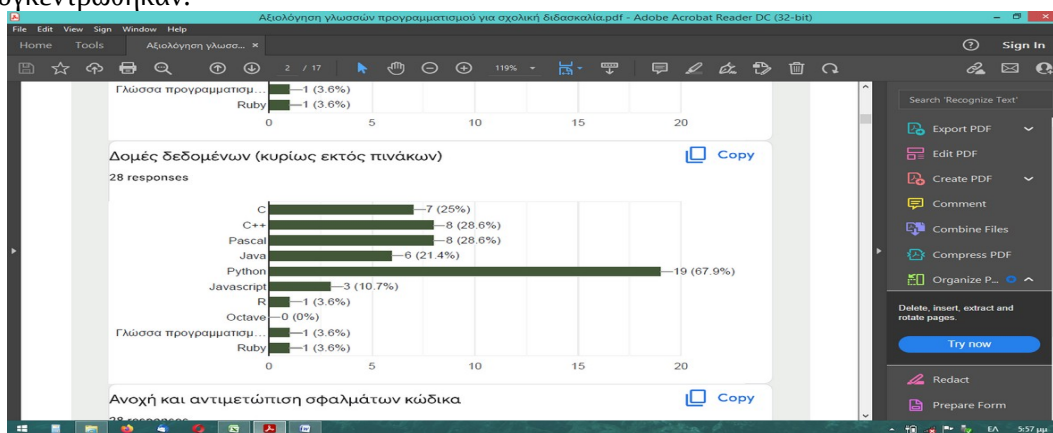
Μια από τις πιο δημοφιλείς ερωτήσεις-κριτήρια αξιολόγησης γλωσσών προγραμματισμού για την εκπαίδευση, ειδικά στις χαμηλότερες και μέσες βαθμίδες, είναι η «ευκολία εκμάθησης», η οποία είναι και η πρώτη στη λίστα του ερωτηματολογίου της έρευνας. Από το Σχήμα 1, όπου παρουσιάζεται σε μορφή διαγράμματος (ιστόγραμμα) η σύνοψη των απαντήσεων που συγκεντρώθηκαν, είναι φανερό ότι η γλώσσα Python θεωρείται ξεκάθαρα η καταλληλότερη επιλογή ως προς το κριτήριο αυτό, ακολουθούμενη αρκετά πίσω από τις γλώσσες Pascal και Javascript. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με την τάση των τελευταίων ετών να εισαχθεί όλο και περισσότερο η γλώσσα Python στο σχολικό περιβάλλον. Η γλώσσα Pascal, που εδώ παρουσιάζεται δεύτερη, αποτέλεσε για πολλά χρόνια την πρώτη γλώσσα εκμάθησης βασικών αρχών προγραμματισμού στα εισαγωγικά μαθήματα σε Πανεπιστημιακά προγράμματα σπουδών, όμως σήμερα δεν συνδέεται με κάποιο σημαντικό τομέα

ανάπτυξης λογισμικού για πραγματικές εφαρμογές και έτσι έχει σταδιακά εγκαταλειφθεί. Αντίθετα η γλώσσα Javascript, ειδικά με την προσθήκη ευέλικτων πακέτων όπως το «P5», έχει καταστεί πολύ εύχρηστη και διδακτικά χρήσιμη γλώσσα εισαγωγής στον προγραμματισμό.



**Σχήμα 1:** Συνοπτική βαθμολόγηση γλωσσών προγραμματισμού στην ερώτηση «Ευκολία εκμάθησης».

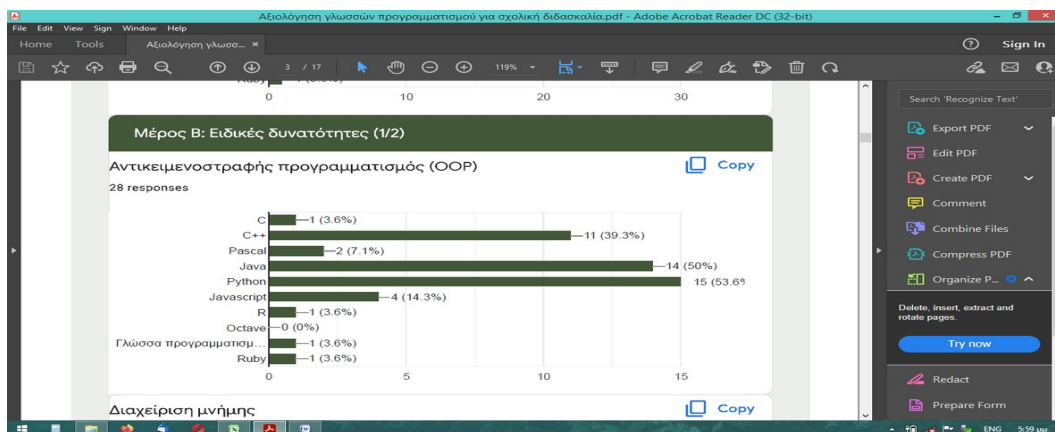
Μια εξίσου χρήσιμη ερώτηση-κριτήριο αξιολόγησης γλωσσών προγραμματισμού είναι το κατά πόσο το συντακτικό και εν γένει η σχεδίασή τους διευκολύνει τη διδασκαλία δομών δεδομένων, κυρίως επιπρόσθετα των πινάκων που κατά κανόνα υποστηρίζονται από όλες τις γλώσσες. Το κρίσιμο σχεδιαστικό ζήτημα είναι η ισορροπία μεταξύ απόλυτου ελέγχου διαχείρισης μνήμης σε χαμηλό επίπεδο, άρα μεγαλύτερου κινδύνου προγραμματιστικών σφαλμάτων όπως συμβαίνει με τις γλώσσες C και C++, και δυνατοτήτων δυναμικής διαχείρισης μνήμης αλλά με πλήρως αυτοματοποιημένο τρόπο, όπως συμβαίνει με τις γλώσσες Java και Python. Και σε αυτή την ερώτηση, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, η γλώσσα Python είναι με διαφορά η καταλληλότερη επιλογή σύμφωνα με τις απαντήσεις που συγκεντρώθηκαν.



**Σχήμα 2:** Συνοπτική βαθμολόγηση γλωσσών προγραμματισμού στην ερώτηση «Δομές δεδομένων (κυρίως εκτός πινάκων)».

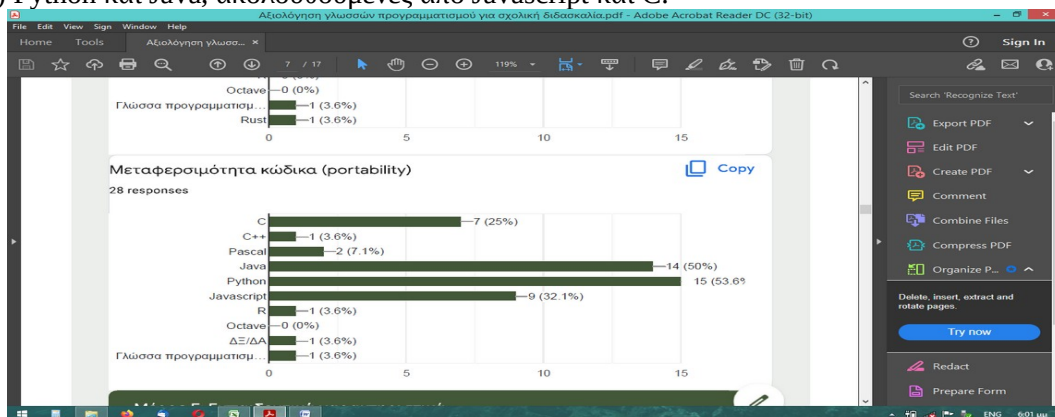
Το θέμα του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού (Object Oriented Programming – OOP) είναι μια σχετικά πιο πρόσφατη αλλά όλο και πιο σημαντική προσθήκη στα προγράμματα σπουδών στις χαμηλότερες και μέσες βαθμίδες εκπαίδευσης, ενώ για πολλά χρόνια αποτελεί βασικό συστατικό στα προγράμματα σπουδών στα Πανεπιστημιακά Τμήματα Πληροφορικής. Η διδασκαλία OOP αποτελεί συχνά πρόκληση για τον εκπαιδευτικό σε όλες τις βαθμίδες, καθώς πρέπει να συνδυάσει υψηλού επιπέδου έννοιες όπως η κληρονομικότητα (inheritance) και ο πολυμορφισμός (polymorphism) με την παρουσίαση του τρόπου που η εκάστοτε γλώσσα OOP τις υλοποιεί στο συντακτικό της. Συνεπώς, τα αποτελέσματα στο Σχήμα 3 είναι απόλυτα ερμηνεύσιμα με αυτή την οπτική, καθώς και οι τρεις γλώσσες που επιλέγονται ως καταλληλότερες υποστηρίζουν ισχυρές και καλώς ορισμένες δυνατότητες OOP. Συγκεκριμένα, η γλώσσα Python επισημαίνεται ως η πρώτη προτίμηση για εκπαιδευτικό περιβάλλον λόγω του ευκολότερου συντακτικού, ενώ οι γλώσσες Java και C++, που αποτελούν δύο από τις βασικότερες γλώσσες OOP για εφαρμογές μεγάλης κλίμακας και

βιομηχανικής παραγωγής, περιλαμβάνουν πιο σύνθετες και αυστηρές δομές υλοποίησης OOP.



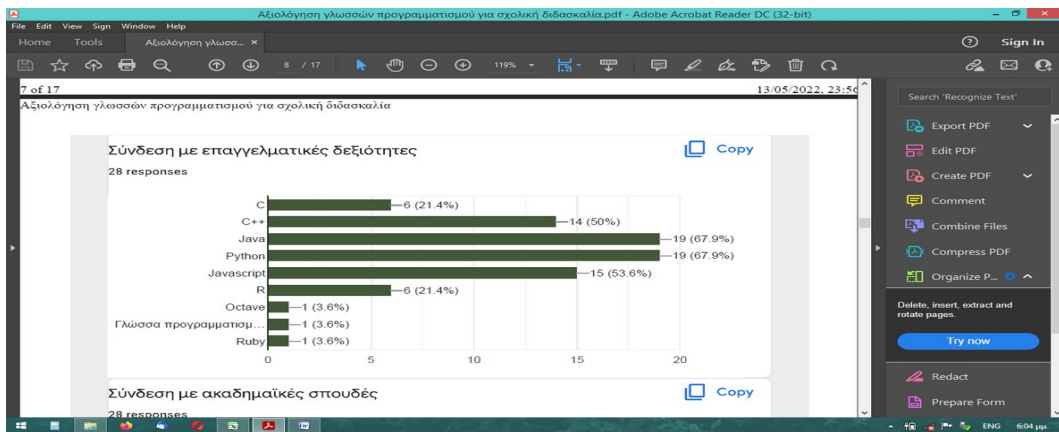
Σχήμα 3: Συνοπτική βαθμολόγηση γλωσσών προγραμματισμού στην ερώτηση «Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός (OOP)».

Αν και η μεταφερισιμότητα (portability) των προγραμμάτων συχνά δεν θεωρείται μια από τις πρώτες προτεραιότητες στο εκπαιδευτικό περιβάλλον. Εντούτοις, η δυνατότητα ανάπτυξης και δοκιμής των απλών παραδειγμάτων-ασκήσεων προγραμματισμού σε οποιονδήποτε Η/Υ και μάλιστα με περιορισμένες απαιτήσεις σε υπολογιστικούς πόρους δείχνει να συνεισφέρει σημαντικά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από την αντίστοιχη ερώτηση βαρύτητας του κριτηρίου «μεταφερισιμότητα κώδικα (portability)» στην παρούσα μελέτη, όπου οι απαντήσεις δείχνουν σταθερά αυξητική τάση, από 14,3% στη βαρύτητα «1» μέχρι 28,6% στη βαρύτητα «5» (Γεωργίου, 2022). Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται η σύνοψη των αποτελεσμάτων στη συγκεκριμένη ερώτηση, όπου όπως αναμένεται ως καταλληλότερες επιλέγονται οι γλώσσες (κατά σειρά) Python και Java, ακολουθούμενες από Javascript και C.



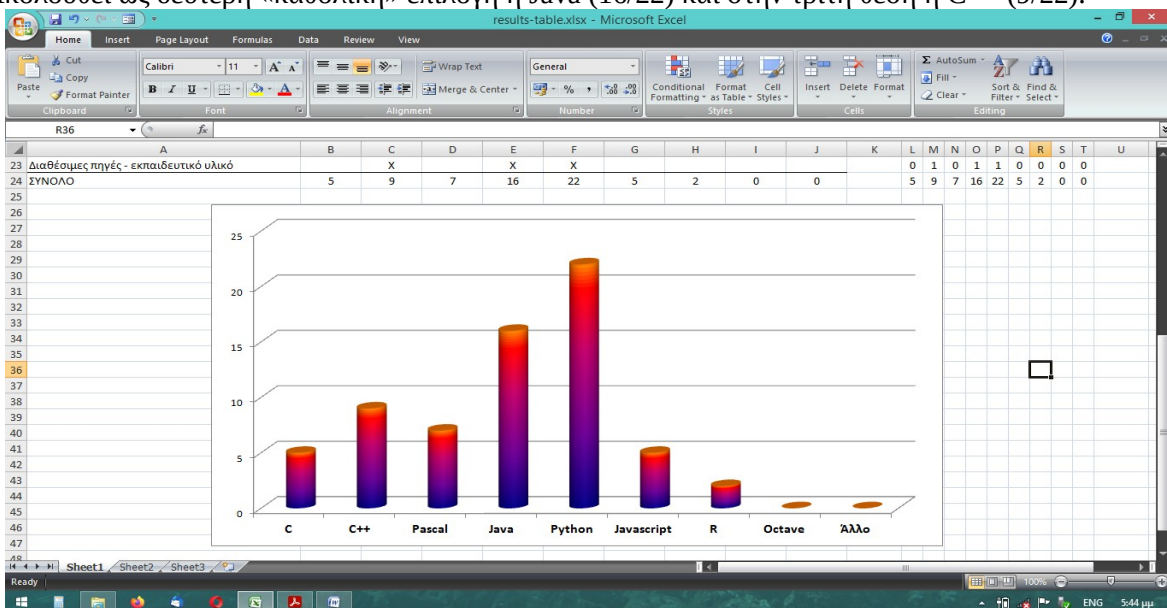
Σχήμα 4: Συνοπτική βαθμολόγηση γλωσσών προγραμματισμού στην ερώτηση «Μεταφερισιμότητα κώδικα (portability)».

Μία ακόμη ενδιαφέρουσα ερώτηση-κριτήριο αξιολόγησης γλωσσών προγραμματισμού στη διδασκαλία είναι η σχέση που έχουν, καθώς και η συνάφεια των γνώσεων που προσφέρουν, με τις αντίστοιχες επαγγελματικές δεξιότητες (e-Skills). Συγκεκριμένα, μία γλώσσα μπορεί να είναι κατάλληλη για εισαγωγή στον δομημένο προγραμματισμό (structured programming) αλλά με ελάχιστη ή καθόλου συσχέτιση με το σημερινό περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού, όπως είναι η περίπτωση της Pascal. Αντίθετα, μια γλώσσα μπορεί να είναι βασικό εργαλείο σύγχρονων εφαρμογών σήμερα αλλά η δομή και η σχεδίασή της να μη διευκολύνει την εύκολη εισαγωγή στον προγραμματισμό ως πρώτη γλώσσα, όπως είναι η περίπτωση της C. Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται ακριβώς η δύσκολη αυτή ισορροπία, όπου φαίνεται να υπάρχουν διαφορετικές επιλογές κατά περίπτωση, όμως και πάλι οι γλώσσες Python και Java φαίνεται να υπερισχύουν ως καταλληλότερες επιλογές.



**Σχήμα 5:** Συνοπτική βαθμολόγηση γλωσσών προγραμματισμού στην ερώτηση «Σύνδεση με επαγγελματικές δεξιότητες».

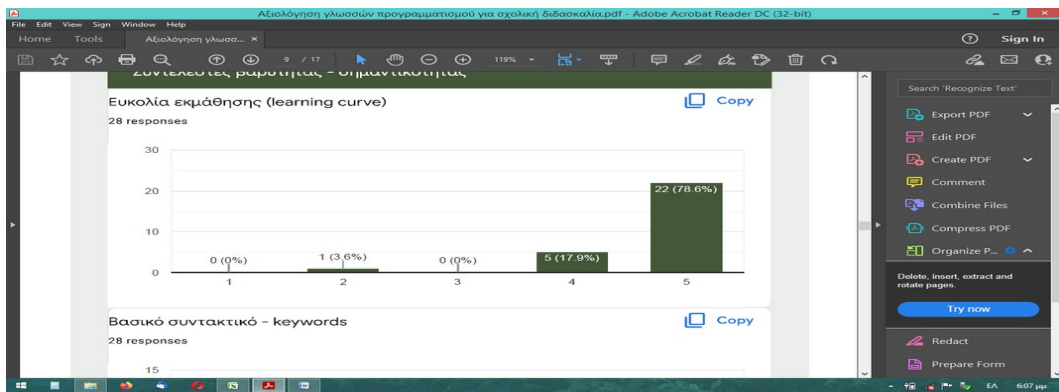
Συνοπτικά, στο Σχήμα 6 παρουσιάζεται η βαθμολόγηση των γλωσσών προγραμματισμού και για τις 22 ερωτήσεις-παράγοντες που εξετάστηκαν. Σε κάθε ερώτηση, οι τρεις πρώτες επιλογές βαθμολογούνται με ένα (1) και όλες οι υπόλοιπες με μηδέν (0). Κάθε ράβδος αντιστοιχεί στο αντίστοιχο άθροισμα ανά γλώσσα προγραμματισμού, δηλαδή πόσες φορές η συγκεκριμένη γλώσσα βρέθηκε μέσα στις πρώτες τρεις θέσεις αξιολόγησης στις απαντήσεις των συμμετεχόντων στην έρευνα. Από το διάγραμμα είναι φανερή η καθαρή «καθολική» επιλογή της Python έναντι κάθε άλλης, καθώς σε όλες τις ερωτήσεις-κριτήρια βρίσκεται εντός της πρώτης τριάδας των απαντήσεων (22/22). Ακολουθεί ως δεύτερη «καθολική» επιλογή η Java (16/22) και στην τρίτη θέση η C++ (9/22).



**Σχήμα 6:** Συνοπτική βαθμολόγηση γλωσσών προγραμματισμού αθροιστικά για τις 22 ερωτήσεις-παράγοντες που εξετάστηκαν. Κάθε ράβδος αντιστοιχεί στο πόσες φορές η συγκεκριμένη γλώσσα βρέθηκε στις πρώτες τρεις θέσεις αξιολόγησης στις απαντήσεις των συμμετεχόντων στην έρευνα.

Σε σχέση με την αξιολόγηση της βαρύτητας (σημαντικότητας) κάθε παράγοντα αξιολόγησης, αντίστοιχα εδώ παρουσιάζονται μόνο μερικά ενδεικτικά αποτελέσματα που σχετίζονται με τα πιο ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Όπως και για το μέρος (α) της μελέτης, η πλήρης αποτίμηση και όλα τα σχετικά συγκεντρωτικά δεδομένα και διαγράμματα είναι διαθέσιμα online (Γεωργίου, 2022).

Η ερώτηση-κριτήριο «ευκολία εκμάθησης», που όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι και η πρώτη στη λίστα του ερωτηματολογίου της έρευνας, παρουσιάζεται ως προς την αξιολόγηση της βαρύτητάς της στο Σχήμα 7. Όπως είναι αναμενόμενο, σε διδακτική διαδικασία εισαγωγής σε βασικές έννοιες προγραμματισμού, ειδικά σε σχολικό περιβάλλον χαμηλού ή μέσου επιπέδου εκπαίδευσης, η απλότητα και η προσβασιμότητα του αρχάριου χρήστη-προγραμματιστή στη δομή της γλώσσας προγραμματισμού αξιολογείται σχεδόν απόλυτα στον υψηλότερο βαθμό σημαντικότητας.



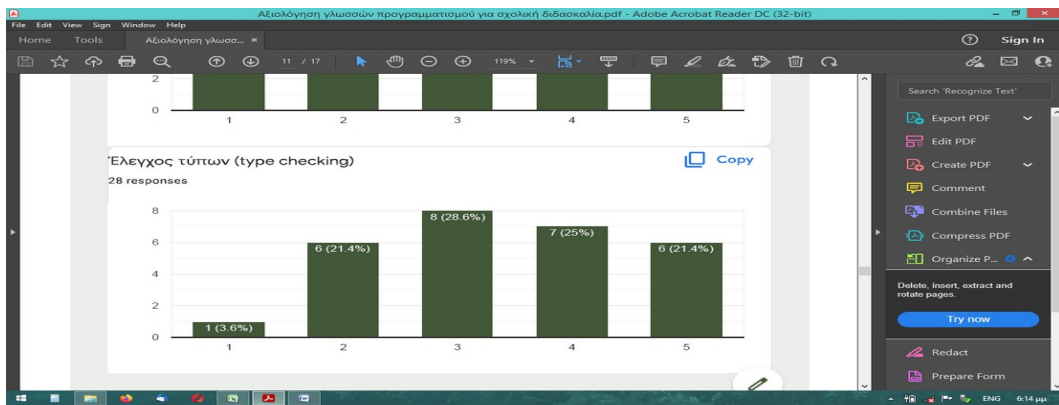
**Σχήμα 7:** Συνοπτική βαθμολόγηση συντελεστή βαρύτητας στην ερώτηση «Ευκολία εκμάθησης».

Ανάλογο είναι το αποτέλεσμα, αλλά με πιο σταδιακή κλιμάκωση της βαρύτητας, για την ερώτηση-κριτήριο «βασικό συντακτικό – keywords», όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 8. Η διαφοροποίηση εδώ κρίνεται πως οφείλεται κυρίως στο ότι ακόμα και μια γλώσσα προγραμματισμού με κάπως πιο σύνθετη δομή μπορεί να διδαχθεί επιτυχώς και με υψηλό βαθμό κατανόησης από τους μαθητές αν δοθεί ο απαραίτητος χρόνος και το κατάλληλο πλάνο διδασκαλίας της, πάντοτε φυσικά σε σχέση και με το επίπεδο εκπαίδευσης.



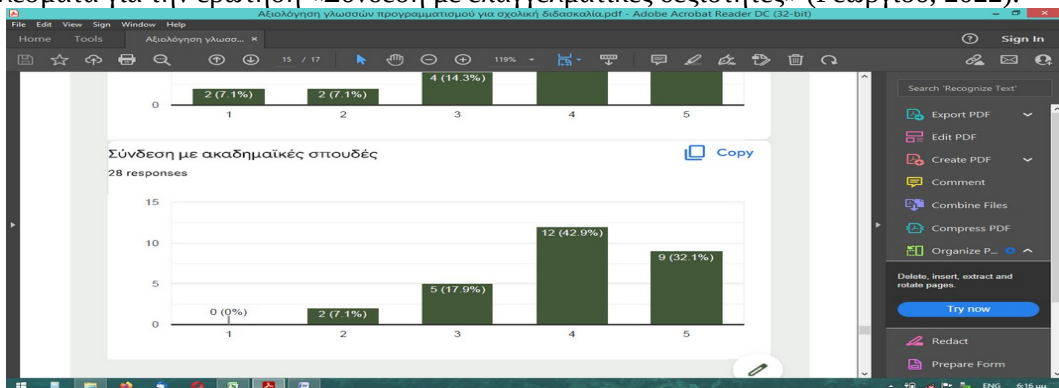
**Σχήμα 8:** Συνοπτική βαθμολόγηση συντελεστή βαρύτητας στην ερώτηση «Βασικό συντακτικό – keywords».

Ένα ζήτημα που συχνά γίνεται αντικείμενο συζήτησης σε σχέση με την αξία του στην εισαγωγική εκπαίδευση στον προγραμματισμό είναι το αν η γλώσσα που χρησιμοποιείται πρέπει ή όχι να επιβάλλει αυστηρό «έλεγχο τύπων (type checking)». Τα επιχειρήματα υπέρ αυτού είναι ότι εκπαιδεύει από νωρίς τους αρχάριους προγραμματιστές σε αυτό το πολύ σημαντικό δομικό εργαλείο, που ευνοεί την ανάπτυξη σωστά ορισμένων δομών δεδομένων και υψηλής ποιότητας κώδικα, με αποτελεσματικότερο έλεγχο αντίστοιχων σφαλμάτων. Τα επιχειρήματα κατά αυτού είναι ότι οι σύγχρονες γλώσσες προγραμματισμού είναι πολύ αποτελεσματικές στην αυτόματη διαχείριση τύπων δεδομένων εσωτερικά με διάφανο τρόπο, εξαιρετικά χρήσιμο για τον αρχάριο προγραμματιστή, ενώ για τους σύγχρονους Η/Υ η επιπλέον χρήση μνήμης για το σκοπό αυτό θεωρείται πλέον αμελητέα (Meyerovich, 2014). Στο Σχήμα 9 παρουσιάζονται τα συνοπτικά αποτελέσματα της αξιολόγησης του συγκεκριμένου κριτηρίου, όπου επιβεβαιώνεται χαρακτηριστικά η ευρεία αυτή διαφοροποίηση των απόψεων.



Σχήμα 9: Συνοπτική βαθμολόγηση συντελεστή βαρύτητας στην ερώτηση «Έλεγχος τύπων (type checking)».

Τέλος, μία ακόμη εξαιρετικά ενδιαφέρουσα αξιολόγηση της βαρύτητας είναι η ερώτηση-κριτήριο σε σχέση με τη «σύνδεση με ακαδημαϊκές σπουδές», τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται στο Σχήμα 10. Όπως αναμενόταν, είναι φανερό ότι η συσχέτιση της διδασκαλίας εισαγωγικών εννοιών προγραμματισμού σε χαμηλό και μέσο επίπεδο εκπαίδευσης, ειδικότερα στο Γυμνάσιο και Λύκειο, με τα αντίστοιχα προγράμματα σπουδών σε υψηλό επίπεδο, δηλαδή στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αξιολογείται ως πολύ σημαντική. Αξίζει να σημειωθεί ότι πανομοιότυπα είναι και τα αποτελέσματα για την ερώτηση «Σύνδεση με επαγγελματικές δεξιότητες» (Γεωργίου, 2022).



Σχήμα 10: Συνοπτική βαθμολόγηση συντελεστή βαρύτητας στην ερώτηση «Σύνδεση με ακαδημαϊκές σπουδές».

## ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Από την παρούσα έρευνα μπορούν να εξαχθούν δύο ομάδες συμπερασμάτων, αντίστοιχα με τα μέρη (α) και (β) του ερωτηματολογίου, όπως περιγράφηκε παραπάνω.

Σε σχέση με την αξιολόγηση των γλωσσών προγραμματισμού στο μέρος (α), επιβεβαιώνεται πως η κατάλληλη επιλογή είναι καθοριστική για την επιτυχημένη διδασκαλία και την εισαγωγή στις βασικές έννοιες του προγραμματισμού. Οι γλώσσες που επιλέχθηκαν φαίνεται πως σε μεγάλο ποσοστό κρίθηκαν τουλάχιστον σχετικές με αυτό το πεδίο εφαρμογής, ενώ κάποιες συγκέντρωσαν πολύ υψηλή συνολική βαθμολογία στην αξιολόγηση.

Η γλώσσα Python φαίνεται να είναι η ξεκάθαρη προτίμηση στην αξιολόγηση και συνεπώς στην επιλογή της ως πρώτη για τη διδασκαλία εισαγωγής στον προγραμματισμό σε σχολικό περιβάλλον. Πέρα από την «ευκολία εκμάθησης» (Σχήμα 1) και το «βασικό συντακτικό – keywords» (Γεωργίου, 2022), εμφανίζει μια σειρά ακόμη πλεονεκτήματα που αξιολογούνται ως σημαντικά στην εκπαιδευτική διαδικασία, τόσο σε εισαγωγικό επίπεδο όπως οι «δομές δεδομένων» και η «ανοχή και αντιμετώπιση σφαλμάτων κώδικα» (Γεωργίου, 2022), όσο και πιο σύνθετα ζητήματα και πιο εξειδικευμένες γνώσεις όπως «δικτυακός προγραμματισμός» και «τεχνητή νοημοσύνη – μηχανική μάθηση (AI)» (Γεωργίου, 2022).

Ως δεύτερη καταλληλότερη επιλογή εμφανίζεται η γλώσσα Java, με σημαντική όμως διαφορά από την πρώτη. Για τη Java τα πιο ισχυρά χαρακτηριστικά της που σχετίζονται με τη διδασκαλία φαίνεται να είναι ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός (Σχήμα 3) και φυσικά η μεταφερσιμότητα του κώδικα (Σχήμα 4) που αποτελεί εν γένει ένα από τα βασικότερα σχεδιαστικά πλεονεκτήματά της. Επιπλέον, εμφανίζεται πρώτη στην «ανάπτυξη γραφικού περιβάλλοντος (GUI)» και στις «διαθέσιμες

πλατφόρμες (IDEs/compiler)», ενώ ισοβαθεί με την Python στην πρώτη θέση στην ερώτηση-κριτήριο «σύνδεση με επαγγελματικές δεξιότητες» (Σχήμα 5).

Στην τρίτη θέση και αρκετά χαμηλότερα στη συνολική βαθμολογία (Σχήμα 6) εμφανίζεται η γλώσσα C++, η οποία τα τελευταία 15 περίπου χρόνια έχει διευρύνει το πεδίο εφαρμογής της, από εστιασμένη σε προγραμματισμό συστημάτων και βιομηχανική παραγωγή (όπως και η γλώσσα C) σε πραγματική γλώσσα γενικής χρήσης και υποστήριξης μεγάλου εύρους εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένης και της εκπαίδευσης. Στην παρούσα έρευνα επιτυγχάνει πολύ υψηλή κατάταξη στην ερώτηση-κριτήριο «αντικειμενοστραφής προγραμματισμός (OOP)» (Σχήμα 3), στη «σύνδεση με επαγγελματικές δεξιότητες» (Σχήμα 5), καθώς επίσης φυσικά και στη «διαχείριση μνήμης», «πολυπρογραμματισμός (concurrency tools/safety)» και «απόδοση – ταχύτητα εκτέλεσης» (Γεωργίου, 2022).

Από τις υπόλοιπες γλώσσες προγραμματισμού, αξίζει να σημειωθεί η πρώτη θέση που καταλαμβάνει η Javascript στην ερώτηση-κριτήριο «εφαρμογές διαδικτύου (web apps)», καθώς και η πρώτη θέση της γλώσσας C στις ερωτήσεις-κριτήρια «προγραμματισμός μικροσυσκευών (SBC/MC)» και «απόδοση – ταχύτητα εκτέλεσης» (Γεωργίου 2022). Επισημαίνεται επίσης η δεύτερη θέση στις γλώσσας R στην ερώτηση-κριτήριο «γραφικές παραστάσεις (plots)», κάτι που φαίνεται να είναι εξαίρεση στον κανόνα, καθώς οι γλώσσες R και Octave εμφανίζονται σταθερά στο χαμηλότερο δεύτερο μισό όλων των υπολοίπων κατατάξεων στην παρούσα έρευνα. Μεταξύ των δύο, η γλώσσα R φαίνεται να υπερτερεί ξεκάθαρα ως εκπαιδευτική επιλογή με βάση τα αποτελέσματα (Γεωργίου, 2022).

Σε σχέση με την αξιολόγηση της βαρύτητας (σημαντικότητας) των κριτηρίων αξιολόγησης στο μέρος (β), επισημαίνεται και πάλι πως τα συγκεκριμένα αποτελέσματα είναι εν γένει ανεξάρτητα της λίστας των επιλεγμένων γλωσσών προγραμματισμού του ερωτηματολογίου, συνεπώς μπορούν να εφαρμοστούν στην αξιολόγηση οποιασδήποτε άλλης γλώσσας προγραμματισμού ως διδακτικό εργαλείο.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι ερωτήσεις-κριτήρια «ευκολία εκμάθησης» (Σχήμα 7) και «βασικό συντακτικό – keywords» (Σχήμα 8) αξιολογούνται ξεκάθαρα ως εξαιρετικής σημασίας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επιπλέον, η «ανοχή και αντιμετώπιση σφαλμάτων κώδικα» εμφανίζεται ως σημαντικός (βαρύτητα 4) ή πολύ σημαντικός (βαρύτητα 5) παράγοντας, φτάνοντας αθροιστικά το 75% των σχετικών απαντήσεων (Γεωργίου, 2022).

Η ερώτηση-κριτήριο που συγκεντρώνει σαφέστατα πολύ χαμηλή σημαντικότητα (βαρύτητα 1) είναι «πολυπρογραμματισμός (concurrency tools/safety)» (Γεωργίου, 2022), κάτι που επιβεβαιώνει πως η καταλληλότητα της εκάστοτε γλώσσας προγραμματισμού στη διδασκαλία κρίνεται πρωτίστως ως προς τους σκοπούς και το πρόγραμμα σπουδών, αντί των πιο «επαγγελματικών» δυνατοτήτων της γλώσσας σε πραγματικές εφαρμογές. Αντίστοιχα, προγραμματιστικές γνώσεις και δυνατότητες της γλώσσας που αφορούν πιο σύνθετα ζητήματα βελτιστοποίησης και απόδοσης του υπολογιστικού περιβάλλοντος εμφανίζονται πράγματι στη μελέτη ως μέτριας σημαντικότητας (βαρύτητα 3), όπως ο «έλεγχος τύπων (type checking)» (Σχήμα 9) και «διαχείριση μνήμης» (Γεωργίου, 2022).

Τόσο η «σύνδεση με επαγγελματικές δεξιότητες» όσο και η «σύνδεση με ακαδημαϊκές σπουδές» εμφανίζονται με υψηλό (βαρύτητα 4) ή πολύ υψηλό (βαρύτητα 5) βαθμό σημαντικότητας, φτάνοντας αθροιστικά σε κάθε περίπτωση 71,4% και 75% των σχετικών απαντήσεων, αντίστοιχα. Τέλος, με υψηλό (βαρύτητα 4) ή πολύ υψηλό (βαρύτητα 5) βαθμό σημαντικότητας εμφανίζονται αντίστοιχα οι «διαθέσιμες πλατφόρμες (IDEs/compiler)» και «διαθέσιμες πηγές – εκπαιδευτικό υλικό», αντίστοιχα, όπως φυσικά είναι αναμενόμενο.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη παρουσιάστηκαν τα σημαντικότερα αποτελέσματα έρευνας που διεξήχθη με τη βοήθεια online ερωτηματολογίων, για την αξιολόγηση τόσο συγκεκριμένων γλωσσών προγραμματισμού, όσο και της βαρύτητας των ίδιων των κριτηρίων αξιολόγησής τους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα μεν κριτήρια αξιολόγησης επιβεβαιώνονται ως προς τις αναμενόμενες προτεραιότητες της εκπαιδευτικής διαδικασίας σε μαθήματα βασικών εννοιών προγραμματισμού και αλγοριθμικής σκέψης, με έμφαση σε Γυμνάσια και Λύκεια, ενώ από τις γλώσσες προγραμματισμού η Python εμφανίζεται ξεκάθαρα ως η καταλληλότερη επιλογή.

Από τα αποτελέσματα της μελέτης κρίνεται σκόπιμη η άμεση αναπροσαρμογή του προγράμματος σπουδών στα σχολικά μαθήματα Πληροφορικής, ειδικότερα σε Γυμνάσια και Λύκεια, έτσι ώστε τόσο η θεωρητική διδασκαλία με παραδείγματα κώδικα, όσο και η πρακτική εξάσκηση με συγγραφή απλών

προγραμμάτων, να γίνεται στο εξής στη γλώσσα Python.

### **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ο συγγραφέας ευχαριστεί θερμά όλους τους συμμετέχοντες στην έρευνα, με την ενδελεχή και έγκαιρη συμπλήρωση του online ερωτηματολογίου. Παρά το μικρό σχετικά χρονικό διάστημα διεξαγωγής της έρευνας, η συμμετοχή τους ήταν καθοριστική για την καταγραφή στατιστικά σημαντικού και αντιπροσωπευτικού συνόλου απαντήσεων.

### **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Γεωργίου Χάρης, (2022). Αξιολόγηση γλωσσών προγραμματισμού για σχολική διδασκαλία (αποτελέσματα έρευνας). *Zenodo*, 10/8/2022, <https://doi.org/10.5281/zenodo.6979256>
- Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων – Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2017). Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον – Βιβλίο Καθηγητή. *Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος»*.
- Bell, Tim. (2018). Computer Science in K-12 Education: The Big Picture. *Olympiads in Informatics*, 2018, Vol. 12, 3–11.
- Kalas, I., Mittermeier, R. (Eds.). (2011). Informatics in Schools Contributing to 21st Century Education. *In: 5th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives, (ISSEP 2011)*. Springer LNCS.
- Kanemune, S., Shirai, S., Tani, S. (2022). Informatics and Programming Education at Primary and Secondary Schools in Japan. *Technical report*. Osaka Electro-Communication University.
- Meyerovich, L., Rabkin, A. (2014). The Sociology of Programming Languages. *2014 StrangeLoop Conference*, 17/4/2022, <https://www.youtube.com/watch?v=M4Gsl8sVgdQ>



# Δραστηριότητα για τη Δημιουργία Συστήματος Προειδοποίησης με Προγραμματισμό του Arduino

**Δεσποτοπούλου Ευγενία**

[evg.despo@gmail.com](mailto:evg.despo@gmail.com)

Καθηγήτρια Πληροφορικής, Med ΕΚΠΑ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μία πρόταση εργασίας για μαθητές/τριες της Γ΄ Γυμνασίου αναφορικά με τον άξονα «Δημιουργώ και καινοτομώ» των εργαστηρίων δεξιοτήτων. Η δραστηριότητα περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και την κατασκευή μακέτας μίας πόλης με ανακυκλώσιμα υλικά και εστιάζει στη δημιουργία συστήματος προειδοποίησης πιθανής υπερχειλίσης ποταμού μέσω της αξιοποίησης του αισθητήρα υπερήχων και του προγραμματισμού της πλακέτας Arduino. Το σύστημα που υλοποιείται από τους/τις μαθητές/τριες ενσωματώνεται στη μακέτα της πόλης και οι δοκιμές για τη λειτουργικότητά του διενεργούνται σε πραγματικό χρόνο. Οι μαθητές/τριες, χωριζόμενοι/ες σε ομάδες, καλούνται να συμμετέχουν σε όλα τα στάδια της εργασίας, δηλαδή στο προγραμματιστικό και στο κατασκευαστικό σκέλος. Ο προγραμματισμός του Arduino μπορεί να γίνει είτε με εντολές-κείμενο στο περιβάλλον Arduino-IDE είτε μέσω οπτικού προγραμματισμού στο περιβάλλον Scratch για Arduino (S4A). Μέσα από τη συγκεκριμένη εναλλακτική διδακτική δραστηριότητα, οι μαθητές/τριες αρχικά γνωρίζουν το χρησιμοποιούμενο υλικό και λογισμικό και στη συνέχεια εξοικειώνονται με απλές διατάξεις ηλεκτρονικής και βασικές δομές προγραμματισμού. Ο συνδυασμός του σχεδιαστικού, κατασκευαστικού και προγραμματιστικού σκέλους αποτελεί καινοτόμο προσέγγιση που κινητοποιεί τους μαθητές/τριες για περαιτέρω προβληματισμό και ανάπτυξη νέων ιδεών σχετικά με την αξιοποίηση της τεχνολογίας για την πρόληψη και την αντιμετώπιση πρακτικών προβλημάτων της καθημερινότητας.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Arduino, αισθητήρας υπερήχων, σύστημα προειδοποίησης.

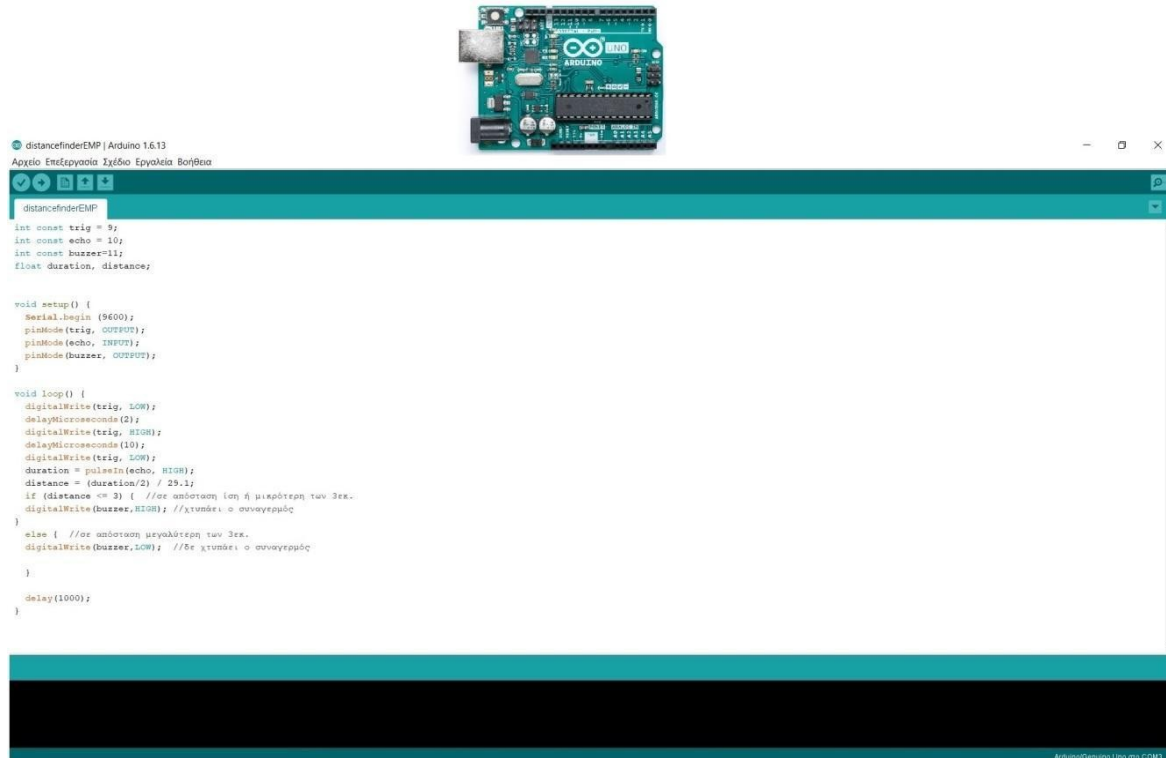
## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι συνθήκες και οι ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας είναι πολυδιάστατες, γεγονός που επηρεάζει διάφορους τομείς της καθημερινότητας του ατόμου, ακόμα και την εκπαίδευση. Το σύγχρονο εκπαιδευτικό σύστημα συμβάλλει στην απόκτηση γνώσεων, αλλά παράλληλα πρέπει να στοχεύει και στην πολύπλευρη ανάπτυξη του ατόμου, μέσω της ενίσχυσης των οριζόντιων δεξιοτήτων του (Dwita, Yustinus Ulung, & Saiful, 2020; Hunt-Gómez, Moreno Fernández, Moreno-Crespo, & Ferreras-Listán, 2020; Khalil & Osman, 2017). Για την επίτευξη αυτού, κρίνεται αναγκαία μία μαθητοκεντρική προσέγγιση, καθώς η δασκαλοκεντρική μέθοδος διδασκαλίας που επικρατούσε στο παρελθόν είναι ανεπαρκής (Gurta, 2011; Hunt-Gómez et al., 2020). Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία παρουσιάζει μία δραστηριότητα κατά την οποία ο/η μαθητής/τρια βρίσκεται στο επίκεντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας, καθώς καταπνάνεται με ποικίλες πρακτικές εφαρμογές. Ο σκοπός της εργασίας είναι η δημιουργία ενός συστήματος συναγερμού/προειδοποίησης υπερχειλίσης μέσω προγραμματισμού της πλακέτας Arduino, το οποίο τελικά θα ενσωματωθεί στη μακέτα μίας πόλης. Το σύστημα προειδοποίησης/συναγερμού και τη μακέτα θα την κατασκευάσουν οι μαθητές/τριες με τη βοήθεια και την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών. Μέσω αυτής της πρακτικής δραστηριότητας, οι μαθητές/τριες μαθαίνουν να χρησιμοποιούν ποικίλα εξαρτήματα και να προγραμματίζουν με βασικές εντολές και δομές προγραμματισμού, για την επίλυση ενός ρεαλιστικού προβλήματος. Η διερευνητική μάθηση ενισχύεται, καθώς οι μαθητές/τριες πειραματίζονται με τις ηλεκτρονικές διατάξεις και τον προγραμματισμό τους για το βέλτιστο αποτέλεσμα. Επίσης, πολύ σημαντικό είναι ότι οι μαθητές/τριες εργάζονται σε ομάδες, άρα συνεργάζονται, επικοινωνούν, ανταλλάσσουν γνώσεις και απόψεις και διαχειρίζονται πιθανές εντάσεις και συγκρούσεις. Η παρούσα δραστηριότητα απευθύνεται σε μαθητές/τριες της Γ΄ Γυμνασίου, αλλά μπορεί να πραγματοποιηθεί και από μαθητές Λυκείου στο πλαίσιο της ερευνητικής εργασίας.

## ARDUINO

Ο μικροελεγκτής Arduino είναι ένα κύκλωμα μικρού μεγέθους που χρησιμοποιείται ευρέως σε καινοτόμες επιστήμες, όπως είναι η ρομποτική (McRoberts, 2013). Παράλληλα, το Arduino (<https://www.arduino.cc>), ως πλατφόρμα ανοικτού κώδικα, αποτελεί μία ανερχόμενη τεχνολογία που

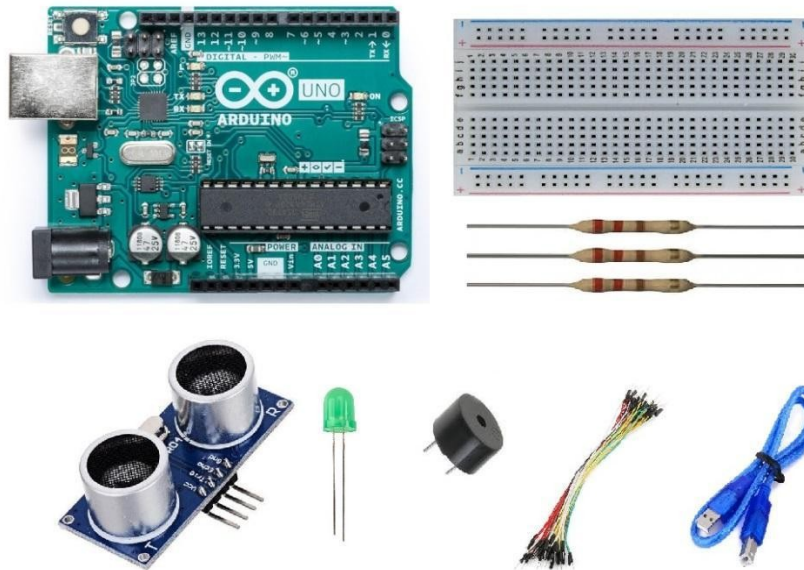
σταδιακά εδραιώνεται στην εκπαίδευση (Figueroa, Guo, Takashima, & Weyers, 2019; Roumen & Fernaeus, 2021), με στόχο τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε επίπεδο γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων (Roumen & Fernaeus, 2021). Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι είναι μία πλακέτα που μπορεί να αξιοποιηθεί σε μεγάλο εύρος εφαρμογών και έχει υψηλό βαθμό ευχρηστίας (Figueroa, Guo, Takashima, & Weyers, 2019), τόσο στο επίπεδο του υλικού (hardware) όσο και στον προγραμματισμό της (Ross, 2019). Το Arduino μπορεί να συνδεθεί με πολύ εύκολο τρόπο με ποικίλα εξαρτήματα, όπως λαμπτήρες, ηχητικές πηγές, αισθητήρες (π.χ. αισθητήρας υπερήχων, φωτός κ.α.) κ.λπ. δημιουργώντας απλές ή και πιο σύνθετες διατάξεις. Ο/Η χρήστης έχει τη δυνατότητα να προγραμματίσει μέσω εντολών με μορφή κειμένου στο περιβάλλον Arduino-IDE (Εικόνα 1) ή μέσω οπτικού προγραμματισμού στο περιβάλλον Scratch για Arduino (S4A).



**Εικόνα 1:** Η πλακέτα Arduino UNO και το περιβάλλον Arduino-IDE.

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, η χρησιμότητα και η ευκολία στη χρήση αποτελούν παράγοντες αξιοποίησης του Arduino για διάφορες εκπαιδευτικές δραστηριότητες, χρησιμοποιούμενο είτε ως το βασικό είτε ως συμπληρωματικό εκπαιδευτικό εργαλείο. Αναμφισβήτητα, το Arduino είναι μία δημοφιλής τεχνολογία για την παγκόσμια κοινότητα (Roumen & Fernaeus, 2021; Ross, 2019) και αποτελεί πρόσφορο πεδίο εκπαιδευτικής έρευνας.

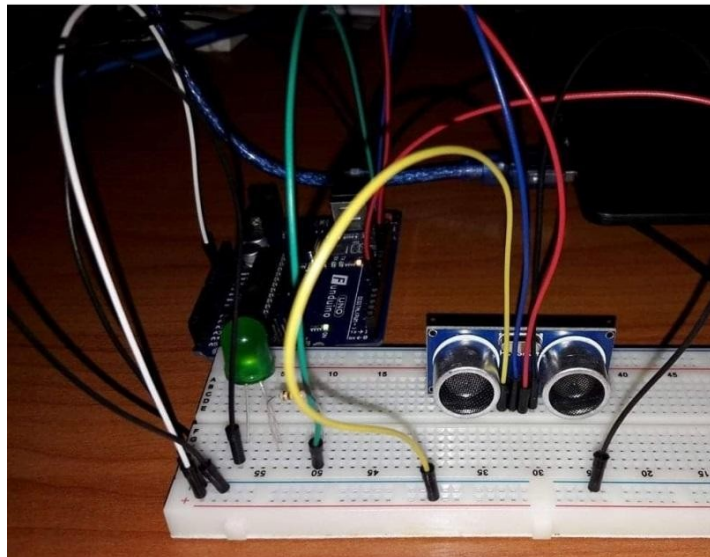
Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για τις ενδιάμεσες και την τελική διάταξη είναι τα εξής (Εικόνα 2): πλακέτα Arduino UNO, breadboard, καλώδιο σύνδεσης του Arduino με τον Η/Υ, καλώδια σύνδεσης επιμέρους εξαρτημάτων, ηχητική πηγή (buzzer), λαμπτήρας (led), αντιστάσεις 220Ω και αισθητήρας υπερήχων.



*Εικόνα 2: Εξαρτήματα δραστηριότητας.*

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μία προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση για μαθητές/τριες της Γ΄ Γυμνασίου στο πλαίσιο του άξονα «Δημιουργώ και καινοτομώ» των εργαστηρίων δεξιοτήτων, την οποία μπορούν να συντονίσουν οι καθηγητές/τριες της Πληροφορικής και της Τεχνολογίας. Ο σκοπός της δραστηριότητας είναι οι μαθητές/τριες να δημιουργήσουν ένα σύστημα προειδοποίησης σε περίπτωση πιθανής υπερχειλίσης ενός ποταμού. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες καλούνται να δημιουργήσουν μία μακέτα πόλης με ποτάμι και να ενσωματώσουν ένα σύστημα συναγερμού, χρησιμοποιώντας τον μικροελεγκτή Arduino, έναν αισθητήρα υπερήχων και μία ηχητική πηγή ή εναλλακτικά ένα μικρό λαμπτήρα (Εικόνα 3) στη θέση της ηχητικής πηγής.



*Εικόνα 3: Διάταξη με Arduino, αισθητήρα υπερήχων και λαμπτήρα.*

Οι μαθητές/τριες προγραμματίζουν το Arduino, ώστε όταν ο αισθητήρας ανιχνεύσει αντικείμενο (στη συγκεκριμένη περίπτωση το νερό) σε απόσταση που ορίζουν οι ίδιοι/ες, να ανάψει ο λαμπτήρας ή να ηχήσει η ηχητική πηγή. Πιο συγκεκριμένα, στην Εικόνα 4 φαίνεται το πρόγραμμα στο περιβάλλον Arduino-IDE, κατά το οποίο ηχητική πηγή, στην περίπτωση που ο αισθητήρας ανιχνεύσει αντικείμενο σε απόσταση ίση ή μικρότερη των 3 εκατοστών. Για μεγαλύτερη ευκολία, οι μαθητές/μαθήτριες έχουν τη δυνατότητα να προγραμματίσουν την πλακέτα Arduino στο περιβάλλον S4A που προαναφέρθηκε, μέσω οπτικού προγραμματισμού.

```

int const trig = 9;
int const echo = 10;
int const buzzer=11;
float duration, distance;

void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(trig, OUTPUT);
  pinMode(echo, INPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(trig, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trig, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trig, LOW);
  duration = pulseIn(echo, HIGH);
  distance = (duration/2) / 29.1;
  if (distance <= 3) { //σε απόσταση ίση ή μικρότερη των 3εκ.
    digitalWrite(buzzer,HIGH); //χιτυπάει ο συναγερμός
  }
  else { //σε απόσταση μεγαλύτερη των 3εκ.
    digitalWrite(buzzer,LOW); //δε χιτυπάει ο συναγερμός
  }

  delay(1000);
}

```

**Εικόνα 4:** Κώδικας συστήματος προειδοποίησης με ηχητική πηγή.

Στο πλαίσιο της δραστηριότητας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα μακρόστενο δοχείο (π.χ. πλαστικό μπουκάλι νερού) για την αναπαράσταση του ποταμού. Στο δοχείο αυτό, οι μαθητές/τριες αφού προσαρτήσουν τη διάταξη με το Arduino και τον αισθητήρα, μπορούν να ρίξουν ποσότητα νερού για να κάνουν τις απαραίτητες δοκιμές του συστήματος προειδοποίησης υπερχειλίσης. Οι στόχοι της δραστηριότητας είναι: α) η εξοικείωση με το υλικό μέρος και το λογισμικό, δηλαδή η υλοποίηση της διάταξης Arduino-αισθητήρας-ηχητική πηγή, καθώς και ο προγραμματισμός του Arduino, β) η δημιουργία μακέτας μίας πόλης με ανακυκλώσιμα υλικά της καθημερινότητας (π.χ. πλαστικό δοχείο για το ποτάμι) και γ) η κινητοποίηση των μαθητών/τριών για περαιτέρω προβληματισμό και ανάπτυξη νέων ιδεών σχετικά με την αξιοποίηση της τεχνολογίας για την αντιμετώπιση καθημερινών πρακτικών δυσκολιών. Για την υλοποίηση αυτής της δραστηριότητας, χρειάζονται σαφή βήματα και συγκεκριμένες οδηγίες από τους/τις εκπαιδευτικούς. Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της δραστηριότητας εξαρτάται από το πλήθος των μαθητών και την εμπειρία τους στον Προγραμματισμό και στην Ηλεκτρονική. Παρόλο που οι χρησιμοποιούμενες διατάξεις και ο προγραμματισμός τους ενδέχεται να είναι ήδη γνωστά στους/στις μαθητές/τριες από προηγούμενες δραστηριότητες, ο/η εκπαιδευτικός καλό είναι να κάνει μία επανάληψη μέσα από πρακτική εφαρμογή. Σε περίπτωση που οι μαθητές/τριες δεν είναι εξοικειωμένοι/ες με το υλικό και το λογισμικό, ο/η εκπαιδευτικός εξηγεί αναλυτικά όλα τα στάδια εργασίας.

Κατά την πρώτη φάση της εργασίας, ο/η καθηγητής/τρια Πληροφορικής εισάγει τους/τις μαθητές/τριες στο θέμα της δραστηριότητας, ως γενικό πλάνο εργασίας. Στη συνέχεια, ο/η εκπαιδευτικός εστιάζει στο σκέλος του συστήματος προειδοποίησης και αποσαφηνίζει τα βήματα για τη δημιουργία του συστήματος. Οι μαθητές/τριες αρχικά πειραματίζονται με τις απλές διατάξεις και τον προγραμματισμό τους, δηλαδή με την υλοποίηση του κυκλώματος για το άνοιγμα και κλείσιμο του λαμπτήρα, καθώς και την αντικατάστασή του από μία ηχητική πηγή. Στη συνέχεια, ο/η

εκπαιδευτικός αναλύει τον τρόπο λειτουργίας του αισθητήρα υπερήχων και συζητάει με τους/τις μαθητές/τριες πιθανές εφαρμογές του στην καθημερινή ζωή (π.χ. φωτοκυτόταρο, συναγερμός, sonar κ.λπ.). Αφού ο/η εκπαιδευτικός εξηγήσει αναλυτικά τον κώδικα για τη λειτουργία του αισθητήρα, καθοδηγεί τους/τις μαθητές/τριες στην υλοποίηση της διάταξης. Οι διατάξεις που υλοποιούν οι μαθητές/τριες πρέπει να περιλαμβάνουν τον αισθητήρα και έναν λαμπτήρα/μία ηχητική πηγή ή τον αισθητήρα, έναν λαμπτήρα και την ηχητική πηγή. Με την ολοκλήρωση της διάταξης και του προγραμματισμού της, οι μαθητές/τριες ελέγχουν τη λειτουργικότητά της, διαφοροποιώντας τις τιμές της απόστασης του αντικειμένου από τον αισθητήρα. Για παράδειγμα, εάν ο αισθητήρας εντοπίσει αντικείμενο σε απόσταση 25εκ., να ανάψει ο λαμπτήρας. Εάν ο αισθητήρας εντοπίσει αντικείμενο σε απόσταση 15εκ., να ηχήσει η ηχητική πηγή και σε απόσταση μικρότερη των 8εκ., να ανάψει ο λαμπτήρας και να ηχήσει η πηγή. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές/τριες έχουν ολοκληρώσει το πρώτο και βασικότερο στάδιο της εργασίας που αφορά την ηλεκτρονική διάταξη και τον προγραμματισμό τους συστήματος. Έχοντας τη γνώση για τον τρόπο σύνδεσης των επιμέρους εξαρτημάτων, καθώς και τον προγραμματισμό της συνολικής διάταξης, οι μαθητές/τριες, με την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού, είναι σε θέση να διορθώσουν τυχόν αστοχίες κατά την τελική τοποθέτηση του συστήματος ειδοποίησης στη μακέτα.

Κατά τη δεύτερη φάση της εργασίας, οι μαθητές/τριες εστιάζουν στο σχεδιαστικό σκέλος της δραστηριότητας, δηλαδή στον σχεδιασμό και στην κατασκευή της μακέτας της πόλης. Για τον σχεδιασμό της πόλης μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξειδικευμένα αλλά εύχρηστα λογισμικά, όπως είναι το SketchUp. Εναλλακτικά, οι μαθητές/τριες, χωριζόμενοι/ες σε ομάδες, μπορούν να δώσουν τις βασικές γραμμές των σχεδίων της πόλης με δικά τους σκίτσα, να τα εκθέσουν στους συμμαθητές/συμμαθήτριά τους και να τα θέσουν υπό ψηφοφορία. Όταν επιλεγθεί το προσχέδιο που θεωρείται καταλληλότερο, γίνονται προτάσεις βελτίωσής του από την ολομέλεια και τον/την καθηγητή/τρια Τεχνολογίας. Έπειτα, γίνεται καταγραφή των απαιτούμενων εργαλείων, καθώς και των ανακυκλώσιμων υλικών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή της μακέτας. Ειδικότερα, καταγράφεται η ποσότητα των αντικειμένων και ο τρόπος αξιοποίησής τους για τη δραστηριότητα· ενδεικτικά αναφέρεται η χρήση πλαστικών μπουκαλιών νερού, τα οποία μπορούν να κοπούν οριζόντια στη μέση ώστε να αναπαρασταθεί η κοίτη του ποταμού. Όταν συλλεχθούν τα απαιτούμενα υλικά και εργαλεία, οι μαθητές/τριες χωρίζονται σε ομάδες εργασίας και κάθε ομάδα είναι υπεύθυνη για την υλοποίηση συγκεκριμένου τμήματος της μακέτας, τόσο ως προς το λειτουργικό όσο και για το αισθητικό σκέλος της. Με την ολοκλήρωση των επιμέρους στοιχείων της κατασκευής, οι μαθητές/τριες με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών της Πληροφορικής και της Τεχνολογίας, προσαρτούν τη διάταξη του συστήματος προειδοποίησης στην κατάλληλη θέση της μακέτας, ώστε να διενεργήσουν δοκιμές σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας την απαραίτητη ποσότητα νερού για την προσομοίωση του ποταμού.

Αναμφίβολα, καθόλη τη διάρκεια της παρούσας εργασίας, είτε αφορά το προγραμματιστικό μέρος είτε το κατασκευαστικό, οι καθηγητές/τριες της Πληροφορικής και της Τεχνολογίας είναι αρωγοί και υποστηρικτές των μαθητών/τριών. Παράλληλα, είναι θεμιτή η ενθάρρυνση των ομάδων για επικοινωνία και ανταλλαγή απόψεων και ιδεών σε τακτική βάση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με σύντομες συναντήσεις των επιμέρους ομάδων που θα παρουσιάζουν τις εργασίες που έχουν φέρει εις πέρας μέχρι τη δεδομένη χρονική στιγμή, τις αστοχίες ή δυσκολίες που συνάντησαν και τον τρόπο αντιμετώπισής τους. Θεωρείται δε πολύ χρήσιμη η παρουσίαση ενός χρονοδιαγράμματος για τα βήματα που πρόκειται να ακολουθηθούν για την ολοκλήρωση του έργου τους. Επομένως, για να είναι αποτελεσματική η διαδικασία που προαναφέρθηκε, κρίνεται αναγκαία η δημιουργία και η διατήρηση ευχάριστου κλίματος μεταξύ των ομάδων, αλλά και ο κατάλληλος συντονισμός από τους καθηγητές/τριες που συμμετέχουν στην παρούσα δραστηριότητα.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Στην παρούσα εργασία παρουσιάστηκε μία διδακτική δραστηριότητα που εστιάζει στον προγραμματισμό της πλακέτας Arduino και στην αξιοποίηση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων (π.χ. αισθητήρας υπερήχων) για τη δημιουργία ενός συστήματος συναγερμού-προειδοποίησης. Οι μαθητές/τριες κατέχουν ενεργό ρόλο καθόλη τη διαδικασία, δηλαδή κατά τη σύνδεση των εξαρτημάτων, κατά τον προγραμματισμό της πλακέτας και κατά τη διαδικασία αποσφαλμάτωσης. Η διάταξη που δημιουργείται εντάσσεται στην ευρύτερη κατασκευή της μακέτας μίας πόλης και αποτελεί οργανικό μέρος της. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται και κατανοούν ευκολότερα τον τρόπο λειτουργίας του υλοποιημένου συστήματος, καθώς και τη σημαντικότητα της

τοποθέτησής του στη μακέτα της συγκεκριμένης δραστηριότητας. Μέσω της δραστηριότητας, προσεγγίζεται η αναπαράσταση ενός οικείου φαινομένου, αυτό της πιθανής πλημμύρας/υπερχείλισης και οι μαθητές/τριες καλούνται να διαχειριστούν το ζήτημα εστιάζοντας στην πρόληψη. Σε αυτό το πλαίσιο, οι μαθητές/τριες κινητοποιούνται αναπτύσσοντας καινούριες ιδέες σχετικά με την αξιοποίηση των τεχνολογικών μέσων για την πρόληψη και την αντιμετώπιση πρακτικών προβλημάτων της καθημερινότητας.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Arduino. (2014). What is arduino? Ανακτήθηκε 9 Αυγούστου 2022, από <http://arduino.cc/>
- Dwita, T., Yustinus Ulung, A., & Saiful, R. (2020). Effectiveness of Environmental Change Learning Tools Based on STEM-PjBL Towards 4C Skills of Students. *Journal of Innovative Science Education*, 9(2), 181–187.
- Figuroa, P.A., Guo, R., Takashima, K., & Weyers, B. (2019). Escape Room in Mixed Reality: 10th Annual 3DUI Contest. In *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)* (pp. 1407-1408). Osaka, Japan: IEEE.
- Gupta, S. (2011). Constructivism as a paradigm for teaching and learning. *International Journal of Physical and Social Sciences*, 1(1), 23-47.
- Hunt-Gómez, C.I., Moreno Fernández, O., Moreno-Crespo, P., & Ferreras-Listán, M. (2020). Escape rooms' pedagogical potential from female future teachers' perspectives. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 17(5).
- Khalil, N., & Osman, K. (2017, Jun 30). STEM-21CS Module: Fostering 21st Century Skills through Integrated STEM. *K-12 STEM Education*, pp. 225-233.
- McRoberts, M. (2013). *Beginning Arduino (1st. ed)*. New York, NY, USA: Apress.
- Ross, R. (2019). Design of an Open-Source Decoder for Educational Escape Rooms. In *2019 IEEE Access* (pp. 145777-145783). IEEE.
- Roumen, G., & Fernaeus, Y. (2021). Envisioning Arduino Action. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 100277.

# Η Διδασκαλία του Ηλεκτρομαγνητισμού μέσω Ενοποιημένης Εκπαίδευσης σε Περιβάλλον STEM

Τζώρτζη Χριστίνα<sup>1</sup>

[christinatzor@gmail.com](mailto:christinatzor@gmail.com)

<sup>1</sup> Εκπαιδευτικός ΠΕ70

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί σενάριο διδασκαλίας για το μάθημα των Φυσικών στην Στ' τάξη του Δημοτικού σχολείου με θέμα τον ηλεκτρομαγνητισμό. Με την αξιοποίηση καινοτόμων εκπαιδευτικών πρακτικών από την Εκπαίδευση Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών (STEM), οι μαθητές θα συνδέσουν τα ηλεκτρικά με τα μαγνητικά φαινόμενα, να κατανοήσουν την αμφίδρομη μεταξύ τους σχέση και να εξηγήσουν το νόημα της ονομασίας «ηλεκτρομαγνητισμός», όπως αυτά παρουσιάζονται στα Προγράμματα Σπουδών του Δημοτικού Σχολείου (Ενιαίο Διαθεματικό Πλαίσιο Σπουδών / Νέο Ενιαίο Πλαίσιο Σπουδών).

Η παιδαγωγική προσέγγιση του συγκεκριμένου σεναρίου για τον ηλεκτρομαγνητισμό στηρίζεται στις μεθόδους διδασκαλίας συμβατές με το STEM: *inquiry-based learning*, *problem-based learning*, *project-based learning*. Ειδικότερα, η μέθοδος διδασκαλίας που ακολουθείται είναι η ενοποιημένη εκπαίδευση σε περιβάλλον STEM (*Integrated stem education*) και κυρίως η καθοδηγούμενη διερεύνηση (καθοδηγούμενη ανακάλυψη). Πρόκειται για μέθοδο που στηρίζεται στην πειραματική διαδικασία και στην οποία πρωταγωνιστές είναι οι ίδιοι οι μαθητές. Ειδικότερα, δίνονται στους μαθητές η ερώτηση, τα απαραίτητα υλικά και οδηγίες για τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν και καλούνται να αυτενεργήσουν, χωρίς να έχει προηγηθεί η σχετική διδασκαλία ή να γνωρίζουν την απάντηση πριν κάνουν το πείραμα. Τέλος, περιλαμβάνει τις φάσεις: εμπλοκή, διατύπωση υποθέσεων - πειραματισμό, επεξήγηση, επεξεργασία και αξιολόγηση, οι οποίες θα αναλυθούν στην συνέχεια.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** STEM, ηλεκτρομαγνητισμός, προσομοιώσεις

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο όρος STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) αφορά μια συγκεκριμένη μέθοδο προσέγγισης στην εκπαίδευση κατά την οποία οι μαθητές διδάσκονται ταυτόχρονα και συνδυαστικά διεπιστημονικές γνώσεις από τα πεδία της επιστήμης (φυσική, χημεία, βιολογία), της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών. Το συγκεκριμένο σενάριο διδασκαλίας προσεγγίζει τον ηλεκτρομαγνητισμό, που είναι φαινόμενο της φυσικής, με την βοήθεια της τεχνολογίας (προσομοιώσεις, συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης) και της μηχανικής (ηλεκτρικό κουδούνι, δυναμό ποδηλάτου, ηλεκτρογεννήτρια κ.α.). Επίσης, από τις μεθόδους διδασκαλίας που είναι συμβατές με την εκπαίδευση STEM, στο παρόν διδακτικό σενάριο εφαρμόζεται η διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας (*inquiry-based learning*) και συγκεκριμένα η καθοδηγούμενη διερεύνηση (καθοδηγούμενη ανακάλυψη). Πρόκειται για μέθοδο που στηρίζεται στην πειραματική διαδικασία και στην οποία πρωταγωνιστές είναι οι ίδιοι οι μαθητές. Ειδικότερα, δίνονται στους μαθητές η ερώτηση, τα απαιτούμενα υλικά και οδηγίες για τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν και καλούνται να αυτενεργήσουν, χωρίς να έχει προηγηθεί η σχετική διδασκαλία ή να γνωρίζουν την απάντηση πριν κάνουν το πείραμα.

Χρησιμοποιούνται πολλές προσομοιώσεις, γίνονται πειράματα με την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή και του βίντεοπροβολέα, αλλά και πραγματικά πειράματα. Επιπροσθέτως, παρουσιάζεται και δίνεται στους μαθητές ψηφιακό υλικό μέσω της πλατφόρμας e-me, με δραστηριότητες συνεργατικής μάθησης. Πρέπει να σημειωθεί, επίσης, ότι οι προσομοιώσεις προέρχονται από το Φωτόδεντρο (Εθνικός Συσσωρευτής Εκπαιδευτικού Περιεχομένου), ενώ το ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε για το παρόν σενάριο βρίσκεται στην δημόσια κυψέλη η οποία έχει ως θέμα τον ηλεκτρομαγνητισμό: <https://4all.e-me.edu.gr/groups/Christina-Tzortzi/wall>.

Από την μηχανική διδάσκονται συνδυαστικά διεπιστημονικές γνώσεις για μηχανήματα που χρησιμοποιούν στην λειτουργία τους το φαινόμενο του ηλεκτρομαγνητισμού. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω παρατήρησης της λειτουργίας τους με φωτογραφίες, βίντεο και τους πραγματικούς μηχανισμούς. Ο προγραμματισμός της διδασκαλίας περιλαμβάνει δύο διδακτικές ώρες (90'). Η πρώτη

ώρα (45') αποσκοπεί στο να διερευνήσει το πώς από τον ηλεκτρισμό φτάνουμε στον μαγνητισμό και η δεύτερη ώρα (45') αποσκοπεί στο να διερευνήσει την αμφίδρομη σχέση ηλεκτρισμού και μαγνητισμού και να καταδείξει πως και από τον μαγνητισμό μπορούμε να φτάσουμε στον ηλεκτρισμό με πολλές εφαρμογές στην καθημερινή μας ζωή. Όλα αυτά μέσω διερεύνησης, ανακάλυψης, συνεργασίας και δημιουργικότητας.

## ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Οι μαθητές έχουν διδαχθεί τα κεφάλαια «Ηλεκτρισμός» και «Μαγνητισμός» και γνωρίζουν καλά όσα αφορούν τις έννοιες:

- Ηλεκτρισμός- Ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές
- Μαγνητισμός- Μαγνήτης (πεταλοειδής και ραβδόμορφος)
- Μαγνητικό πεδίο

Η διδακτική πορεία παρουσιάζεται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1).

**Πίνακας 1:** Διδακτική πορεία - Ο προγραμματισμός της διδασκαλίας

Φάση διδασκαλίας	Προτεινόμενες δραστηριότητες
Φάση εμπλοκής (5')	A1, A2
Φάση διατύπωσης υπόθεσης (10') – πειραματισμού (30')	B1, B2, B3, B4, B5, B6
Φάση επεξήγησης (15')	Γ1, Γ2, Γ3
Φάση επεξεργασίας (15')	Δ1, Δ2, Δ3, Δ4, Δ5
Αξιολόγηση (10')	E1, E2, E3, E4, E5

Οι προτεινόμενες δραστηριότητες A1 και A2 έχουν ως στόχο αφενός να επιτευχθεί μέσω μιας ενδιαφέρουσας κατάστασης η πρόκληση ενδιαφέροντος, έκπληξης, αμφιβολίας, αβεβαιότητας και αφετέρου να γίνει ο εντοπισμός του προβλήματος/θέματος και η σαφής οριοθέτησή του. Ακολουθεί το φύλλο εργασίας που δίνεται στους μαθητές και περιέχει οδηγίες και δραστηριότητες για τα επόμενα στάδια-φάσεις.

Η προτεινόμενη δραστηριότητα B1 στοχεύει στο να δώσει την ευκαιρία στους μαθητές να διατυπώνουν υποθέσεις σε σχέση με το υπό διερεύνηση θέμα και τα ερωτήματα που τέθηκαν. Οι προτεινόμενες δραστηριότητες B2, B3, B4, B5 και B6 (πειραματική διαδικασία) έχουν ως στόχο να συνδέσουν οι μαθητές τα ηλεκτρικά με τα μαγνητικά φαινόμενα, αφού μέσω των δραστηριοτήτων αυτών θα μπορέσουν να διαπιστώσουν πειραματικά την αμφίδρομη σχέση τους και τα μαγνητικά και ηλεκτρικά αποτελέσματα αυτής της αλληλεπίδρασης.

Οι δραστηριότητες Γ1, Γ2 και Γ3 αποσκοπούν στο να βοηθήσουν τους μαθητές να εξηγήσουν τα πειραματικά δεδομένα και να τα συγκρίνουν με τις υποθέσεις που είχαν κάνει στην αρχή. Τα σημεία Δ1, Δ2, Δ3, Δ4 και Δ5 του σεναρίου έχουν ως στόχο να αναδείξουν τη σπουδαιότητα και τις ποικίλες εφαρμογές του ηλεκτρομαγνητισμού της ηλεκτρογεννήτριας.

Με τις δραστηριότητες E1, E2, E3, E4 και E5 γίνεται αξιολόγηση της επίτευξης των στόχων της ενότητας κι έχουν περισσότερο χαρακτήρα ανατροφοδοτικό, αφού μέσω αυτών δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να επαναδιατυπώσουν, να συμπληρώσουν ή να διορθώσουν τις αρχικές ιδέες τους.

## ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Η διδακτική προσέγγιση περιλαμβάνει τα εξής πέντε βήματα - φάσεις: εμπλοκή, διατύπωση υποθέσεων - πειραματισμό, επεξήγηση, επεξεργασία και αξιολόγηση. Η/Ο εκπαιδευτικός με τη βοήθεια των μαθητών πρέπει να έχει φροντίσει πριν το μάθημα να έχει συγκεντρώσει τα απαραίτητα για το πείραμα υλικά (από το εργαστήριο του σχολείου, απλά υλικά από το σπίτι, από το διαδίκτυο, κλπ.). Κατά την εκτέλεση του πειράματος η/ο εκπαιδευτικός έχει το δύσκολο ρόλο του εμπνευστή, καθοδηγητή και παράλληλα βοηθού - αρωγού για όλες τις ομάδες, τις οποίες και επισκέπτεται, χωρίς όμως να παρεμβαίνει αν δεν είναι απαραίτητο (φθίνουσα καθοδήγηση), εξασφαλίζοντας παράλληλα και την ορθότητα των παρατηρήσεων που σημειώνουν οι μαθητές. Σε περίπτωση που δεν καταστεί δυνατό να εξασφαλιστούν τα απαραίτητα για το πείραμα όργανα-υλικά για όλες τις ομάδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο εναλλακτικές μορφές της πειραματικής διαδικασίας:

α) Χρησιμοποιείται ένας πάγκος εργασίας (δύο ενωμένα θρανία π. χ. στο κέντρο μπροστά από τον



πίνακα) και οι ομάδες των 3-4 μαθητών θα εκτελούν όλα τα πειράματα εκ περιτροπής χρησιμοποιώντας τα ίδια όργανα-υλικά.

β) Μπορεί να γίνει η εκτέλεση κάποιου πειράματος με τη μορφή επίδειξης από τον ίδιο το δάσκαλο που μοιράζει ρόλους «βοηθού» σε όσο το δυνατόν περισσότερους μαθητές ή καλεί μαθητές στην έδρα σε κάποια φάση του πειράματος, εξασφαλίζοντας την όσο το δυνατόν πιο ενεργητική συμμετοχή και ισότιμη αντιμετώπιση όλων των μαθητών.

Τα διδακτικά εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν είναι πειράματα, εικονικά πειράματα, πολλαπλές αναπαραστάσεις (εικόνες, κινούμενες εικόνες, κοκ), μεταφορές και αναλογίες, κατασκευές και παρατήρηση.

#### **ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ:**

- βιντεοπροβολέας
- Η/Υ ή tablet ή smartphone
- 2 καλώδια μονόκλωνα (περίπου 1 m)
- κροκοδειλάκια
- λαμπτήρας με βάση
- ράβδος μαλακού σιδήρου ή καρφί
- μπαταρία 4,5 volt
- απλός διακόπτης ρεύματος
- συνδετήρες
- μολύβι
- πυξίδα ή μαγνητική βελόνα σε βάση
- σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Στ' Δημοτικού

#### **ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ – ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

● Να συνδέσουν οι μαθητές τα ηλεκτρικά με τα μαγνητικά φαινόμενα και να διαπιστώσουν πειραματικά την αλληλεπίδραση και την αμφίδρομη σχέση τους.

● Να διαπιστώσουν πειραματικά οι μαθητές ότι, όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα, αποκτά μαγνητικές ιδιότητες (γύρω από ρευματοφόρο καλώδιο υπάρχει μαγνητικό πεδίο).

● Να κατασκευάσουν οι μαθητές ένα πηνίο και έναν ηλεκτρομαγνήτη και να εξηγήσουν το νόημα της ονομασίας «ηλεκτρομαγνητισμός».

● Να διαπιστώσουν πειραματικά οι μαθητές την επίδραση μαγνήτη σε ρευματοφόρο αγωγό και το αποτέλεσμα της.

● Να αναγνωρίζουν ότι η λειτουργία του ηλεκτρικού κινητήρα βασίζεται στην αλληλεπίδραση μαγνήτη με ρευματοφόρο αγωγό.

● Να διαπιστώσουν πως η επιστήμη απαιτεί και βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα.

#### **ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΘΕΜΑ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΕΜΠΟΔΙΟ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΟΥ**

Πολλοί μαθητές πιστεύουν λανθασμένα ότι οι μαγνήτες έλκουν όλα τα μέταλλα, ενώ το ορθό είναι ότι έλκουν μόνο το σίδηρο, το ασάλι, το κοβάλτιο και το νικέλιο. Ορισμένοι, πάλι, μαθητές πιστεύουν ότι όλοι οι μαγνήτες είναι φτιαγμένοι από σίδηρο. Επιπλέον, πολλοί μαθητές συγχέουν τις μαγνητικές με τις ηλεκτρικές δυνάμεις. Κάποιοι άλλοι μαθητές θεωρούν ότι η ηλεκτροστατική έλξη και άπωση είναι μαγνητικές δυνάμεις, ενώ μερικοί μαθητές και μαθήτριες θεωρούν πως μπορεί ένας ηλεκτρομαγνήτης να λειτουργήσει και με εναλλασσόμενο ρεύμα.

#### **ΤΡΟΠΟΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ**

Ένας λειτουργικός τρόπος οργάνωσης του φυσικού χώρου και διευθέτησης των θρανίων είναι να ενώσουμε δύο θρανία (κατά μήκος) και να χρησιμοποιήσουμε ομάδες των 3-4 μαθητών που και θα εκτελούν όλα τα πειράματα και θα συνεργάζονται σε όλες τις φάσεις της διαδικασίας (μετατρέποντας τα θρανία σε πάγκο εργαστηρίου). Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζεται η άνετη θέαση του πίνακα και των οπτικοακουστικών μέσων, η καλή οπτική και ακουστική επαφή των μελών της κάθε ομάδας, η

ελεύθερη πρόσβαση όλων στα διδακτικά υλικά, η μέγιστη δυνατή «απομόνωση» κάθε ομάδας από τις υπόλοιπες και, βέβαια, η απρόσκοπτη μετακίνηση του εκπαιδευτικού ανάμεσα στις ομάδες.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου Ε., Σ. Σάββας, Τσαγλιώτης Ν., Πανταζής Γ., Σωτηρίου Σ., Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Α., Καλκάνης Γ. Θ. (2013). *Φυσικά, Στ' Δημοτικού, Βιβλίο του δασκάλου*. Αθήνα: ΙΤΥΕ «Διόφαντος»
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- National Research Council (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education, Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences Education*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13158>.
- National Research Council (2012). *Monitoring progress toward successful K-12 STEM education: A nation advancing?* Washington: National Academies Press. Available at [www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=13509](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13509) (retrieved June 18, 2013).
- Σκουρδούλης Κ., Στεφανίδου Κ. (2021). *Διδακτική Μεθοδολογία των Φυσικών Επιστημών: Θεωρία και Πρακτική*. Αθήνα: Εκδόσεις Προπομπός. Σελ. 107-117, 250-254.
- ΥΠΕΠΘ-ΠΙ (2002). *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών-Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης*, τόμ. Α'. Αθήνα: ΥΠΕΠΘ-ΠΙ.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

#### Α. ΦΑΣΗ ΕΜΠΛΟΚΗΣ:

A1. Στη παρακάτω εικόνα και προσημείωση βλέπεις έναν τεράστιο και πανίσχυρο γερανό «μαγνήτη» που σηκώνει πολύ βαριά αντικείμενα (παλιοσίδηρα) τα οποία δεν είναι δεμένα. Πώς συγκρατούνται και δεν πέφτουν; Πώς θα «ξεκολλήσουν» από πάνω του; Πώς κατασκευάζεται (από τι αποτελείται) ο γερανός «μαγνήτης», τι ιδιότητες έχει και από τι εξαρτώνται αυτές οι ιδιότητες;

A2. Στις διπλανές εικόνες βλέπεις ένα δυναμό ποδηλάτου κι ένα ηλεκτρικό κουδούνι σαν αυτό που χτυπάει καθημερινά στο σχολείο μας (για την έναρξη τη λήξη και τα διαλείμματα). Αναρωτηθήκατε ποτέ από τι αποτελούνται και πώς λειτουργούν;



Σχήμα 1: Εικόνες από τα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών της Στ' τάξης.

Προσομοίωση ηλεκτρομαγνητικός γερανός: <http://users.sch.gr/gregzer/8/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CE%B3%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82%20%CE%B3%CE%B5%CF%81%CE>

Προσομοίωση ηλεκτρικό κουδούνι: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/8572>

## **B. ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ - ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ:**

### **B1. ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ:**

Θα θέλατε να προσπαθήσουμε να απαντήσουμε όλα τα παραπάνω ερωτήματα κάνοντας διάφορα πειράματα; Πριν ξεκινήσουμε την πειραματική διαδικασία θα ήθελα να σκεφτείτε και δώσετε σύντομες απαντήσεις στα εξής ερωτήματα που αφορούν το σημερινό μας μάθημα:

α) Τι συμβαίνει όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα;

.....

β) Πώς δημιουργείται ένας ηλεκτρομαγνήτης και γιατί ονομάζεται έτσι;

.....

γ) Ποιες ιδιότητες έχει ένας ηλεκτρομαγνήτης και από ποιους παράγοντες επηρεάζονται αυτές οι ιδιότητες;

.....

δ) Υπάρχει σχέση αλληλεπίδρασης ανάμεσα στον ηλεκτρισμό και τον μαγνητισμό;

.....

ε) Με ποιον τρόπο μπορούμε να φτάσουμε από τον μαγνητισμό στον ηλεκτρισμό και ποιες εφαρμογές του φαινομένου γνωρίζεις;

.....

### **B2. ΠΕΙΡΑΜΑ:**

1) **Όργανα - Υλικά:** πυξίδα, μόνιμος μαγνήτης.

2) **Εκτέλεση:** Πλησίασε τον μόνιμο μαγνήτη στην πυξίδα (όπως βλέπεις στην εικόνα):



*Σχήμα 2: Εικόνα από τα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών της Στ' τάξης.*

α) Τι παρατηρείς;

.....

### **B3. ΠΕΙΡΑΜΑ:**

1) **Όργανα - Υλικά:** πυξίδα, μπαταρία, καλώδιο 0,5 μέτρου, συνδετήρες.

2) **Εκτέλεση:** Τύλιξε το καλώδιο που έχεις μπροστά σου γύρω από την πυξίδα 4-5 φορές

φροντίζοντας οι διευθύνσεις της μαγνητικής βελόνας και των καλωδίων να είναι παράλληλες. Στη συνέχεια σύνδεσε το καλώδιο στην μπαταρία (όπως βλέπεις στην εικόνα).



*Σχήμα 3: Εικόνα από τα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών της Στ' τάξης.*

α) Τι παρατηρείς στην πυξίδα;

.....

β) Πού πιστεύεις ό,τι οφείλεται το φαινόμενο που παρατηρείς;

.....

#### **B4. ΠΕΙΡΑΜΑ:**

**1) Όργανα - Υλικά:** Ένα μονόκλωνο καλώδιο 1 μέτρου, 1 μολύβι, συνδετήρες.

**2) Εκτέλεση:** Τύλιξε το καλώδιο που έχεις μπροστά σου γύρω από το μολύβι όσες περισσότερες φορές μπορείς (αφού αφήσεις 15 εκατοστά σε κάθε άκρη για να συνδεθεί με την μπαταρία). Έπειτα τράβηξε το μολύβι προσέχοντας, ώστε το καλώδιο να διατηρήσει το κυλινδρικό σχήμα του και να δημιουργηθεί ένα πηνίο. Έπειτα χρησιμοποίησε 2 συνδετήρες, για να συνδέσεις το πηνίο στην μπαταρία και πλησίασε το πηνίο σε μερικούς συνδετήρες (όπως στην εικόνα).



*Σχήμα 3: Εικόνα από τα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών της Στ' τάξης.*

α) Τι παρατηρείς όταν πλησιάζεις το πηνίο στους συνδετήρες;

.....

Προσομοίωση πειράματος: <http://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/8577>

#### **B5. ΠΕΙΡΑΜΑ:**

**1) Όργανα - Υλικά:** Ένα μονόκλωνο καλώδιο περίπου 1 μέτρου, ράβδος μαλακού σιδήρου, συνδετήρες.

**2) Εκτέλεση:** Τύλιξε το καλώδιο 1 μέτρου γύρω από τη ράβδο μαλακού σιδήρου όσες περισσότερες φορές μπορείς (αφού αφήσεις 15 εκατοστά σε κάθε άκρη για να συνδεθεί με την μπαταρία) και στη συνέχεια σύνδεσέ το πηνίο με τον σπλισμό του στη μπαταρία(όπως στην εικόνα).



**Σχήμα 4:** Εικόνα από τα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών της Στ' τάξης.....

α) Τι παρατηρείς, όταν πλησιάζεις τη ράβδο μαλακού σιδήρου στους συνδετήρες;

.....

β) Τι θα συμβεί αν αποσυνδέεις το καλώδιο από την μπαταρία;

.....

#### **B6. ΠΕΙΡΑΜΑ:**

**1) Όργανα - Υλικά:** Ένα ποδήλατο με δυναμό.

**2) Εκτέλεση:** Χρησιμοποίησε τα χέρια ή το πεντάλ και γύρισε τη ρόδα στο ποδήλατο που είναι ακουμπισμένο ανάποδα πάνω στο θρανίο, πρώτα αργά και ύστερα γρήγορα (όπως στην εικόνα και το βίντεο: [https://www.youtube.com/watch?v=mgRFPPZGx8Y&t=14s&ab\\_channel=DIYExperiments](https://www.youtube.com/watch?v=mgRFPPZGx8Y&t=14s&ab_channel=DIYExperiments))...



**Σχήμα 5:** Εικόνα από τα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών της Στ' τάξης

α) Τι παρατηρείς στα φώτα του ποδηλάτου όταν γυρίζεις τη ρόδα;

.....

β) Τι παρατηρείς στα φώτα του ποδηλάτου όταν γυρίζεις γρήγορα τη ρόδα;

.....

γ) Πού πιστεύεις ό,τι οφείλεται το φαινόμενο που παρατηρείς;

.....

#### **Γ) ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ:**

**Γ1.** Αξιοποιώντας τις παρατηρήσεις που κατέγραψες στα πειράματα Β2 και Β3 αλλά και όλα όσα Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

έκανες σήμερα στο μάθημα μπορείς να διατυπώσεις ένα συμπέρασμα σχετικά με το τι συμβαίνει όταν ένας όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα; .  
.....

**Γ2.** Αξιοποιώντας τις παρατηρήσεις που κατέγραψες στα πειράματα B4 και B5 (αλλά και όλα όσα έγιναν σήμερα στο μάθημα) μπορείς να διατυπώσεις ένα συμπέρασμα σχετικά με ιδιότητες που αποκτά ένα πηνίο, όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα όπως και με πότε αυτές οι ιδιότητες είναι πιο ισχυρές; (μπορείς αν θέλεις να χρησιμοποιήσεις κάποιες από τις λέξεις: πηνίο, μπαταρία, ηλεκτρομαγνήτης, σιδηρομαγνητικά υλικά, έλκει)  
.....

**Γ3.** Αξιοποιώντας τις παρατηρήσεις που κατέγραψες στα πειράματα B6 (αλλά και όλα όσα έγιναν σήμερα στο μάθημα) μπορείς να διατυπώσεις ένα συμπέρασμα σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας μιας ηλεκτρογεννήτριας και του αποτελέσματος που έχει αυτή η λειτουργία;  
.....

**Γ4.** Και τώρα μπορείς να συγκρίνεις τα συμπεράσματα που διατύπωσες με τις υποθέσεις που έκανες πριν την πειραματική διαδικασία. Τι παρατηρείς; Πού συμφωνούν και πού είναι διαφορετικές; Ποιες πιστεύεις ότι είναι πιο σωστές;  
.....

**Δ) ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ:**

**Δ1.** Μπορείς να αναφέρεις μερικά παραδείγματα εφαρμογών των ηλεκτρομαγνητών και τους τρόπους με τους οποίους αξιοποιούνται στην καθημερινή μας ζωή;  
.....  
.....

**Δ2.** Μπορείς αναφέρεις αντίστοιχα παραδείγματα εφαρμογών και για την ηλεκτρογεννήτρια;  
.....

Προσομοίωση ηλεκτρογεννήτριας:

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/faraday/latest/faraday.html?simulation=generator&locale=el>

**Δ3.** Πόσο σημαντικές είναι κατά τη γνώμη σου οι παραπάνω εφαρμογές στην καθημερινή μας ζωή και ποια πιστεύεις πως θα είναι η πορεία της εξέλιξής τους τα επόμενα χρόνια;  
.....  
.....

**Δ4.** Θα επιθυμούσες να έβλεπες να κυκλοφορούν και στους δρόμους της πόλη μας τα «ιπτάμενα τραίνα» που μπορούν να ταξιδεύουν με 500 χμ/ώρα ή παρόμοιες εφαρμογές των ηλεκτρομαγνητών και της ηλεκτρογεννήτριας;  
.....

Βίντεο εργαστηριακής γεννήτριας:

[https://www.youtube.com/watch?v=9H58bmV3N64&ab\\_channel=SerafimMpitsios](https://www.youtube.com/watch?v=9H58bmV3N64&ab_channel=SerafimMpitsios)

**Δ5.** Οι εναλλακτικές μορφές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι σημαντικές και ωφέλιμες τόσο για την οικονομία όσο και για την προστασία του περιβάλλοντος. Οι κυριότερες από αυτές τις μορφές

στηρίζουν τη λειτουργία τους σε τεράστιες ηλεκτρογεννήτριες που κινούνται αξιοποιώντας φασικά φαινόμενα ή υλικά της φύσης. Μπορείς να αναφέρεις 3 τέτοιες περιπτώσεις;

.....  
 .....

**Ε) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ:**

**E1.** Τι πιστεύεις ότι πρέπει να κάνει ο χειριστής του γερανού της εικόνας για να πέσουν τα παλιοσίδερα;

	<p>.....                  ...                  .....                  ...                  .....</p>
---	--

**E2.** Έχω συνδέσει ένα καλώδιο γύρω από μια πυξίδα.

α) Τι θα συμβεί αν συνδέσω τις άκρες των καλωδίων με μια μπαταρία;

.....  
 .....

β) Τι θα συμβεί αν αποσυνδέσω ξανά τις άκρες των καλωδίων από την μπαταρία;

.....  
 .....

**E3.** Φαντάσου πως είσαι εκπαιδευτικός και θέλεις να κάνεις ένα πείραμα στους μαθητές σου σχετικά με τις ελκτικές δυνάμεις των ηλεκτρομαγνητών.

α) Μπορείς να κάνεις τη σωστή αντιστοίχιση, ώστε να καταφέρεις να σηκώσεις με τους ηλεκτρομαγνήτες τα σιδηρομαγνητικά υλικά του παρακάτω πίνακα;

**ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΕΣ**

:

**ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ  
 ΥΛΙΚΑ**

Ηλεκτρομαγνήτης με πηνίο 50 σπειρών	●	●	Καρφί από μαλακό σίδηρο 200 γραμμαρίων
Ηλεκτρομαγνήτης με πηνίο 500 σπειρών	●	●	Συνδετήρας από μαλακό σίδηρο 20 γραμμαρίων
Ηλεκτρομαγνήτης με πηνίο 5.000 σπειρών	●	●	Λεπτή καρφίτσα από μαλακό σίδηρο 2 γραμμαρίων

β) Θα μπορούσες από αυτή την αντιστοίχιση να βγάλεις ένα συμπέρασμα σχετικά με τον αριθμό των σπειρών ενός πηνίου και την ελκτική δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη;

.....

**E4.** Φαντάσου πως είσαι εκπαιδευτικός και θέλεις να κάνεις ένα πείραμα στους μαθητές σου σχετικά με τη λειτουργία της ηλεκτρογεννήτριας και την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

α) Μπορείς να κάνεις τη σωστή αντιστοίχιση πηνίων και μαγνητών στον παρακάτω πίνακα, ώστε να καταφέρεις με το πείραμά σου να πετύχεις την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος:

<b>ΠΗΝΙΟ:</b>		<b>ΜΑΓΝΗΤΗΣ</b>
Κυκλικό πηνίο	● ●	Κυκλικός μαγνήτης
Ευθύγραμμο πηνίο	● ●	Ευθύγραμμος μαγνήτης

β) Μπορείς να κυκλώσεις τη σωστή απάντηση στον τρόπο με τον οποίο θα χρησιμοποιήσεις τα πηνία και τον μαγνήτες για να πετύχεις την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος;

- 1) Θα γυρίσω τον ευθύγραμμο μαγνήτη μέσα στο κυκλικό πηνίο.
- 2) Θα γυρίσω το ευθύγραμμο πηνίο μέσα στον κυκλικό μαγνήτη.
- 3) Και τα δυο είναι σωστά.



# Παιδαγωγική Αξιοποίηση του 3d Εκτυπωτή

**Καψάλη Δέσποινα**

despkaps@gmail.com

Εκπ/κός ΠΕ70 (MSc «Ψυχοπαιδαγωγικές, διδακτικές και διαπολιτισμικές προσεγγίσεις στις Ανθρωπιστικές Επιστήμες») - Δ/ντρια, ΔΣ Νέας Καρυάς ΠΕ Καβάλας

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εισήγηση παρουσιάζει την παιδαγωγική αξιοποίηση τρισδιάστατων εκτυπωτών έτσι όπως σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε σε πολύγλωσσες τάξεις στο πλαίσιο του διαθεματικού, διαπολιτισμικού ευρωπαϊκού έργου eTwinning STEM: «GRECO – ΙΤΑΛΙΚΑ: 3D VERSION», το οποίο υλοποιήθηκε από την εκπαιδευτικό-Δ/ντρια του Δημοτικού Σχολείου Νέας Καρυάς κ. Καψάλη Δέσποινα και τους μαθητές της Ε΄ τάξης σε συνεργασία με την εκπ/κό Αγγλικών του γυμνασίου ICS "V. Vivaldi" di Catanzaro της νότιας Ιταλίας κ. Antonella Sellia και τους μαθητές της Α΄ γυμνασίου. Η εν λόγω διδακτική πρόταση συνδυάζει τη διαπολιτισμική προσέγγιση των μητρικών γλωσσών των μαθητών με την παιδαγωγική αξιοποίηση και χρήση των τρισδιάστατων εκτυπωτών. Οι μαθητές εργαζόμενοι σε διακρατικές ομάδες εργασίας παρουσίασαν τις μητρικές τους γλώσσες, γνώρισαν τις μητρικές γλώσσες των συμμαθητών τους και «ταξίδεψαν» πίσω στον χρόνο μέχρι τον ελληνορωμαϊκό κόσμο/ πολιτισμό, ώστε να βρουν κοινά σημεία αναφοράς. Το εν λόγω έργο εντάχθηκε στο πλαίσιο του Σχεδίου Δράσης του Δημοτικού Σχολείου Νέας Καρυάς: «Εγώ και εσύ μαζί» (Άξονας 9) και ήταν αποτέλεσμα της επιλογής του συγκεκριμένου σχολείου για τη συμμετοχή του στη δράση «eTwinning δράση για το STEM 3.0» και την παροχή του αντίστοιχου εξοπλισμού. Εν κατακλείδι, η διδακτική πρακτική που παρουσιάζεται στην παρούσα εισήγηση προτείνει μία εφαρμογή της συνάντησης των μαθημάτων STEM (Μαθηματικά, Φυσική, Τεχνολογία, ΤΠΕ κ.λπ.) με μη-STEM μαθήματα (Γλώσσα, Ξένες Γλώσσες, Ιστορία, Κοινωνική, Αισθητική Αγωγή κ.λπ.) στο πλαίσιο πολυπολιτισμικών/ πολύγλωσσων τάξεων υπό το πρίσμα της διαπολιτισμικής αγωγής. Τέλος, η δράση εντάχθηκε και στο πλαίσιο πιλοτικού έργου για την πολυγλωσσία HLD του ιταλικού σχολείου.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** τρισδιάστατοι εκτυπωτές, διαπολιτισμός, πολυγλωσσία

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι σύγχρονες κοινωνικές συνθήκες, η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και η παγκοσμιοποίηση αποτελούν παράγοντες οι οποίοι επιτάσσουν τον προσδιορισμό του ρόλου του ελληνικού σχολείου σε νέα βάση και τον εναρμονισμό του με άλλα εκπαιδευτικά συστήματα σε ένα ευρωπαϊκό και παγκόσμιο γίγνεσθαι, καθώς καλείται να προετοιμάσει τους αυριανούς πολίτες, όχι μόνο σε ένα εθνικό, αλλά και σε ένα ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο, οι οποίοι θα πρέπει να αντεπεξέλθουν στα δεδομένα μίας πολυπολιτισμικής, παγκόσμιας κοινωνίας. Υπό αυτές τις συνθήκες, αναμφισβήτητα, το ελληνικό σχολείο καλείται να επαναπροσδιορίσει στόχους και εκπαιδευτικές πρακτικές. Ένα σημαντικό μέρος αυτών των πρακτικών αποτελούν οι διαπολιτισμικές προσεγγίσεις, η διαθεματική-ολιστική προσέγγιση της γνώσης και τα διαθεματικά σχέδια εργασίας (τόσο από άποψη πρακτικών εφαρμογών όσο και από φιλοσοφική προσέγγιση της διδακτικής πράξης). Επιπροσθέτως, η σύγχρονη θεώρηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας προσανατολίζεται προς την άρση του κλασικού διαχωρισμού των διδακτικών αντικειμένων σε «θεωρητικά» και «θετικά» μαθήματα και τάσσεται υπέρ της ενσωμάτωσης της εκπαίδευσης STEM στα μη-STEM μαθήματα (Γλώσσα, Λογοτεχνία, Αισθητική Αγωγή κ.λπ.), ώστε να προσφέρει πρακτικές που θα βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν βαθιά επιστημονικές γνώσεις και ικανότητες επίλυσης προβλημάτων που άπτονται σε πραγματικά προβλήματα της καθημερινότητάς τους (Scientix, x.x.). Άλλωστε, σύμφωνα με τον Dewey, δεν έχουμε μια σειρά από χωριστούς κόσμους, ένας από τους οποίους είναι μαθηματικός, άλλος φυσικός, άλλος ιστορικός κ.λπ., αλλά ζούμε σ' έναν κοινό κόσμο όπου συνδέονται όλες οι πλευρές του, όλες οι επιστήμες, με έναν τέτοιο διαθεματικό τρόπο που η σύνδεση των επιμέρους επιστημών αποτελεί ζητούμενο για την εκπαίδευση, καθώς αυτή καλείται να δώσει όλα εκείνα τα απαραίτητα εφόδια στους μαθητές που ζουν σε αυτόν τον κοινό κόσμο. Οι σπουδές θα πρέπει να είναι φυσικά ενιαίες και η οριζόντια διασύνδεση των διδακτικών αντικειμένων δεν πρέπει να αποτελεί πλέον πρόβλημα, καθώς ο δάσκαλος δεν είναι υποχρεωμένος να προσφεύγει σε κάθε είδους τεχνάσματα και να συνυφαίνει λίγη αριθμητική με το μάθημα της ιστορίας, γιατί αρκεί απλά να συνδέσει το σχολείο με τη ζωή και όλες οι σπουδές θα συνδεθούν αναπόφευκτα (Dewey, 1990). Εν κατακλείδι, η διδακτική πρακτική που παρουσιάζεται στην παρούσα εισήγηση προτείνει μία εφαρμογή της συνάντησης των μαθημάτων

STEM (Μαθηματικά, Φυσική, Τεχνολογία, ΤΠΕ) με μη-STEM μαθήματα (Γλώσσα, Ξένες Γλώσσες, Ιστορία, Αισθητική Αγωγή) στο πλαίσιο πολυπολιτισμικών/ πολύγλωσσων τάξεων υπό το πρίσμα της διαπολιτισμικής αγωγής και την άμεση διασύνδεσή της με την πραγματικότητα και το πολιτιστικό κεφάλαιο των μαθητών. Πρόκειται για μία δράση παιδαγωγικής χρήσης και αξιοποίησης στη διδασκαλία των 3d εκτυπωτών, στο πλαίσιο της οποίας οι μαθητές συνεργαζόμενοι σε διακρατικές ομάδες εργασίας έπρεπε να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν ένα παιχνίδι από το κοινό πολιτιστικό παρελθόν των δύο χωρών και το οποίο θα αξιοποιούσε τις μητρικές γλώσσες τους, εξοικειώνοντάς τους παράλληλα με την πολυγλωσσία και τη χρήση των Νέων Τεχνολογιών (τρισδιάστατοι εκτυπωτές). Η δράση εντάχθηκε παράλληλα στο πλαίσιο πιλοτικού έργου HLD για την πολυγλωσσία του Ιταλικού σχολείου. Τέλος, η εισήγηση αποτελείται από δύο μέρη: α) το θεωρητικό πλαίσιο και β) την εφαρμογή στην πράξη. Στο μεν θεωρητικό πλαίσιο επιχειρείται μία προσέγγιση των όρων του διαπολιτισμού, της διαθεματικότητας και της αξίας της ένταξης των τρισδιάστατων εκτυπωτών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στο δε μέρος της εφαρμογής στην πράξη αποτυπώνεται ο τρόπος υλοποίησης σε πολυπολιτισμική/ πολύγλωσση τάξη ελληνικού δημοτικού σχολείου με 37,5% Έλληνες μαθητές και Αλβανούς 62,5% μαθητές.

### **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ**

Ως διαπολιτισμική διδακτική νοείται μία προσέγγιση που καλλιεργεί τη δυναμική και δίκαιη αλληλεπίδραση μεταξύ των επιμέρους πολιτισμικών ομάδων ενός ευρύτερου κοινωνικού συνόλου με απώτερο σκοπό τη δημιουργία όμοιων εκφράσεων πολιτισμού μέσα από τον διάλογο και τον αμοιβαίο σεβασμό (Unesco, 2006). Οι στόχοι της διαπολιτισμικής διδακτικής είναι η οικοδόμηση γνώσεων/ δεξιοτήτων που θα συμβάλλουν στην ομαλή συμβίωση με την παράλληλη διαμόρφωση της ατομικής ταυτότητας (Νικολάου, 2005; Μανουσοπούλου, 2007). Το διαπολιτισμικό μοντέλο μάθησης καλείται να διαχειριστεί τις εθνοπολιτισμικές διαφορές ομάδων/ ατόμων που συνυπάρχουν στις πολυπολιτισμικές κοινωνίες (Δραγώνα, 2007) και στοχεύει στο να παρέχει ίσες ευκαιρίες στην κοινωνία και στην εκπαίδευση. Επιζητεί τη συνάντηση των πολιτισμών, θεωρώντας την πολιτισμική ετερότητα πλούτο. Κατά τον Essiger (1990) η ενσυναίσθηση, η αλληλεγγύη, ο διαπολιτισμικός σεβασμός, η μάχη ενάντια στα στερεότυπα και στον εθνοκεντρικό τρόπο σκέψης είναι διάχυτα. Η διαπολιτισμική διδακτική επιζητεί την αλλαγή, τη μεταρρύθμιση/τον μετασχηματισμό και νοείται ως μία διαδικασία συνεχούς αλληλεπίδρασης των ατόμων με διαφορετικό πολιτισμικό υπόβαθρο (Μπελέση, 2009).

Η διαπολιτισμική αλληλεπίδραση θα πρέπει να λαμβάνει χώρα υπό τους όρους της διαπολιτισμικής ευαισθησίας, η οποία δεν αντιλαμβάνεται τον πολιτισμό του «άλλου» υπό το πρίσμα ενός είδους κοινωνικού Δαρβινισμού, κατατάσσοντάς τον σε ένα κατώτερο επίπεδο εξαιτίας αρνητικών στερεοτύπων. Μία τέτοιου είδους ιεραρχική αντίληψη των πολιτισμών οδηγεί σε μία πόλωση, στην οποία ο καθένας προσπαθεί να προστατέψει τη δική του κουλτούρα. Η αναφορά στον «άλλο» δε θα πρέπει να αρκείται μόνο σε επιφανειακές δηλώσεις ανοχής, δίχως τη βαθύτερη συνειδητοποίηση της προσφοράς του κάθε πολιτισμού σε βιώσιμες λύσεις για την οργάνωση της ανθρώπινης ύπαρξης, καθώς μία τέτοια επιπόλαιη αντίληψη ορίζεται ως αναποτελεσματική. Επιδιωκόμενος απώτερος σκοπός αποτελεί η ελαχιστοποίηση των πολιτισμικών διαφορών (το γεφύρωμα του χάσματος), ώστε να προετοιμαστεί το έδαφος για την οποιαδήποτε αναγκαία διαπολιτισμική αποδοχή και προσαρμογή. Η προσαρμογή είναι εφικτή μόνο όταν αποτελεί συνειδητή επιλογή των μελών μιας πολυπολιτισμικής κοινωνίας μέσα από την πραγματική αλληλεπίδραση των ανθρώπων από διαφορετικές κουλτούρες. Μόνο μέσα από την καλλιέργεια της ενσυναίσθησης και μόνο αν κοινή αφετηρία όλων αποτελεί η αναζήτηση των κοινών/ όμοιων σημείων αναφοράς ανάμεσα σε ανθρώπους με διαφορετικές πολιτισμικές ταυτότητες, τα μέλη της πολυπολιτισμικής κοινωνίας μπορούν να οδηγηθούν σε μια τροποποιημένη συμπεριφορά, η οποία θα ρέει φυσικά μέσα από αυτή την εμπειρία και θα συντελέσει στην επαναδιατύπωση της πολιτισμικής ταυτότητας της ίδιας της κοινωνίας (Μπίκος, 2007; Bennett, 2011; Αναστασάκη, 2016).

Συνοψίζοντας, το ζητούμενο της διαπολιτισμικής διδακτικής είναι η καλλιέργεια του διαπολιτισμικού γραμματισμού. Ένας πολιτισμικά εγγράμματος μαθητής αφενός διαθέτει ενσυναίσθηση και ευαισθησία απέναντι στην ταυτότητα, την κληρονομιά και την κουλτούρα του «άλλου» και αφετέρου έχει οικοδομήσει μία δυναμική πολιτισμική ταυτότητα που χαρακτηρίζεται από πολιτισμικό πλουραλισμό, ποικίλες αφηγήσεις, ιδέες και πολιτισμικά έργα (Ροδοσθένους- Μπαλάφα, 2019). Επιβάλλεται, λοιπόν, να δοθεί η δυνατότητα στους μαθητές μιας πολυπολιτισμικής τάξης να έρθουν σε γνωριμία με τον πολιτισμό του «άλλου», να ασκηθούν στο να τον «ακούν»/να τον

αποδέχονται (ακόμα και αν οι γλωσσικοί/ λοιποί κώδικες δε συμπίπτουν καθόλου), να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν μέσω της μη λεκτικής επικοινωνίας, να γνωρίσουν το αξιακό πλαίσιο κάθε πολιτισμού και της πραγματικότητας του «άλλου» (Dănescu, 2015) και να μάθουν να εξετάζουν ένα θέμα πολύπλευρα χωρίς στερεότυπα και προκαταλήψεις.

Ως μέθοδος στη διδακτική λογίζεται το αποτελεσματικότερο σχέδιο και η διαδικασία βάσει των οποίων ο εκπαιδευτικός θα βοηθήσει τους μαθητές του να προσεγγίσουν με επιτυχία όλους τους σκοπούς και στόχους της διδασκαλίας. Η επιλογή κάθε φορά της καταλληλότερης μεθόδου εξαρτάται από τη στοχοθεσία της διδασκαλίας, γιατί αυτή καθορίζει τις ειδικές γνώσεις και τις συγκεκριμένες δεξιότητες που πρέπει να αποκτήσουν οι μαθητές (Ιωαννίδου- Κουτσελίνη, 1991). Αναφορικά με τη διαπολιτισμική διδακτική, το σχολείο αποτελεί για όλους έναν χώρο ενταγμένο στο κοινωνικό πλαίσιο που αφουγκράζεται τις νέες απαιτήσεις των καιρών και είναι ανοιχτό στην κοινωνία, δίνοντας τη δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να προσεγγίσουν ενεργά και με κριτικό τρόπο τη γνώση, καλλιεργώντας τους πολυγραμματισμούς και γεφυρώνοντας τις ανισότητες (Νικολάου, 2007). Ο σύγχρονος εκπαιδευτικός καλείται να δημιουργήσει ένα ανοικτό, καινοτόμο πλαίσιο μάθησης που θα απαιτεί μεγαλύτερη αυτονομία, αυτενέργεια και δημιουργικότητα από τον μαθητή. Η νέα πραγματικότητα που έχει δημιουργηθεί εξαιτίας της μετακίνησης πληθυσμών έχει δημιουργήσει ετερόκλητες πολυπολιτισμικές κοινωνίες με εντελώς διαφορετικά εθνικά και πολιτισμικά χαρακτηριστικά ανάμεσα στα κοινωνικά υποσύνολά τους, έχοντας ως συνέπεια μία κατάσταση ανισότιμης πολυγλωσσίας και θέτοντας ζητήματα ίσων ευκαιριών στην εκπαίδευση σε πολύγλωσσες πλέον τάξεις, εκεί όπου παραδοσιακά φοιτούσαν μόνο μονόγλωσσοι μαθητές. Η αναθεώρηση της παραδοσιακής γλωσσικής διδασκαλίας είναι πλέον μία επιτακτική ανάγκη, καθώς ο ελλιπής γλωσσικός γραμματισμός αναντίρρητα συνδέεται με τη σχολική αποτυχία. Εξάλλου, μία διαπολιτισμική κοινωνία οφείλει να σέβεται τη γλώσσα του «άλλου». Στόχος της διαπολιτισμικής εκπαίδευσης, λοιπόν, είναι όλοι οι εκπαιδευόμενοι να είναι σε θέση να κατανοούν (λειτουργικός γραμματισμός) και να επεξεργάζονται κριτικά (κριτικός γραμματισμός) τα διάφορα είδη λόγου, ώστε να μπορούν να ελέγχουν το περιβάλλον στο οποίο ζουν. Η δημιουργία προγραμμάτων τα οποία λαμβάνουν υπόψη στη διδακτική διαδικασία τις συνθήκες επικοινωνίας των εμπλεκόμενων, τις πολιτισμικές καταβολές των μαθητών (οι οποίες ορίζουν διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης), τα διαφορετικά πολιτισμικά πρότυπα και ενδεχομένως τα διαφορετικά κριτήρια αξιολόγησης αποτελούν ζητούμενο της σύγχρονης εκπαιδευτικής πραγματικότητας (Ντίνας, 2004).

Στο πλαίσιο μιας πολυπολιτισμικής τάξης η διδασκαλία της γλώσσας οφείλει να είναι πολύγλωσση και να εκκινεί από τη διδασκαλία στη μητρική γλώσσα των μαθητών. Η «πολύγλωσση» εκπαίδευση καθιερώθηκε ως έννοια το 1999, κατά την 30η Γενική Διάσκεψη της Unesco και αναφέρεται στη χρήση πολλών γλωσσών στη μαθησιακή διαδικασία: α) μητρική γλώσσα, β) μια περιφερειακή ή εθνική γλώσσα και γ) μια διεθνή γλώσσα. Θεωρείται ότι η πολύγλωσση εκπαίδευση, που βασίζεται στη μητρική γλώσσα, στα πρώτα χρόνια της σχολικής εκπαίδευσης διαδραματίζει βασικό ρόλο στην ενίσχυση του σεβασμού της ποικιλομορφίας και της αίσθησης διασύνδεσης μεταξύ χωρών και πληθυσμών, οι οποίες αποτελούν βασικές αξίες της έννοιας της πολιτειότητας σε παγκόσμιο επίπεδο και σχετίζονται με την παγκόσμιο στόχο της ποιοτικής εκπαίδευσης. Τα Προγράμματα Σπουδών είναι πιο συναφή και ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες των εκπαιδευομένων, όταν σχετίζονται με το κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον τους, όταν καλλιεργούν την πολυγλωσσία και υποστηρίζουν τη κατανόηση σε διαπολιτισμικό επίπεδο στο πλαίσιο μιας μακροχρόνιας εκπαίδευσης. Παράλληλα, έχει οριστεί η 21 η Φεβρουαρίου ως Διεθνής Ημέρα Μητρικής Γλώσσας (IMLD) (Unesco, 2019). Εξάλλου, το ότι η γλώσσα διδασκαλίας καθώς και η γνώση των γλωσσών παίζουν ουσιαστικό ρόλο στη μάθηση, στην εν γένει σχολική επιτυχία των εκπαιδευομένων, στην ενδυνάμωση της αυτοεκτίμησης και της πολιτιστικής τους περηφάνιας είναι ένα αδιαμφισβήτητο γεγονός. Η εκμάθηση μιας γλώσσας συνεπάγεται την εκμάθηση του ίδιου του πολιτισμού του οποίου αποτελεί μέσο έκφρασης. Η πολιτιστική ταυτότητα διατηρείται από την αξιοποίηση της μητρικής γλώσσας, ενώ η καλλιέργεια της πολυγλωσσίας συμβάλλει στην προσέγγιση των πολιτισμών. Σε καταστάσεις όπου μια κοινότητα αγωνίζεται να διατηρήσει ή να αναβιώσει μια απειλούμενη μειονότητα ή γηγενή γλώσσα, η ουσιαστική και αποτελεσματική εκπαίδευση σε αυτήν τη γλώσσα μπορεί να έχει πολύ θετικά γλωσσικά και ψυχολογικά αποτελέσματα (Unesco, 2011).

Σύμφωνα με τα προλεγόμενα, η διαπολιτισμική εκπαίδευση αφορά ένα εκτενές σύνολο από δεξιότητες και γνώσεις, που πρέπει να κατακτηθούν από τους μαθητές μιας πολυπολιτισμικής τάξης. Αυτό το ευρύ φάσμα επεκτείνεται σε όλα τα διδακτικά αντικείμενα μιας τάξης με κοινό ζητούμενο την ολιστική προσέγγιση, στην οποία θα διαπλέκονται και θα αλληλοσυμπληρώνονται όλες αυτές οι

γνώσεις/ δεξιότητες. Η αρχή της διαθεματικότητας αφορά μία ενοποιητική διδακτική προσέγγιση, η οποία τείνει να ενώσει τους στόχους των επιμέρους διδακτικών αντικειμένων. Η σχολική γνώση παρουσιάζεται ενοποιημένη και όχι κατακερματισμένη. Ως αφετηρίες επιλέγονται θέματα/πραγματικά προβλήματα που άπτονται των εμπειριών των μαθητών. Οι μέθοδοι εργασίας που ακολουθούνται χαρακτηρίζονται από τη φυσική εποπτεία, την αυτενέργεια των μαθητών και τον προβληματισμό. Η συγκρότηση της γνώσης και των νέων εννοιών προκύπτει από τη δημιουργική σύνθεση διαφόρων γνωστικών πεδίων. Η γνώση δε χαρακτηρίζεται από στατικότητα, αλλά οικοδομείται και ανακατασκευάζεται σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό πλαίσιο. Η αξιοποίηση των βιωμάτων όλων των μαθητών σε μία διαπολιτισμική τάξη είναι αυτή που επιτρέπει την ελεύθερη διακίνηση ατομικών και κοινωνικών εμπειριών, δημιουργεί προϋποθέσεις για κριτική στάση απέναντι σε βαθιά εδραιωμένα στερεότυπα και δίνει το βήμα στον απαραίτητο κριτικό αναστοχασμό (Καρατζιά- Σταυλιώτη, 2005; Καρούντζου, 2011).

Όσον αφορά τη διαθεματική προσέγγιση, αυτή άπτεται της ολιστικής προσέγγισης που επιδιώκει την πολύπλευρη ανάπτυξη των μαθητών και καλλιεργεί την πεποίθηση ότι όλα τα πράγματα συνδέονται στον χώρο και στον χρόνο. Η μαθησιακή διαδικασία ξεκινά από την αξιολόγηση των γνωστικών, ηθικών, αισθητικών, βιολογικών και πνευματικών αναγκών των μαθητών, καλλιεργεί την αλληλεξάρτηση και την αλληλεγγύη με την παράλληλη αξιοποίηση των εμπειριών μιας διαπολιτισμικής τάξης και έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων κοινών εμπειριών (Μορτάκη, 2018). Η έννοια της ολότητας απορρέει από τα πορίσματα της μορφολογικής ψυχολογίας, στα οποία θεμελιώνονται οι θεωρητικές βάσεις των διαθεματικών προσεγγίσεων. Σύμφωνα με τους μορφολογικούς ψυχολόγους οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τα αντικείμενα/ τις έννοιες ως ολότητες με συγκεκριμένη δομή και οργάνωση και όχι ως σύνολα ασύνδετων γνώσεων. Βάσει αυτής της οπτικής, η μάθηση δεν έχει αθροιστικού τύπου μορφή και αναζητά εννοιολογικές διασυνδέσεις ανάμεσα στα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα. Η γνώση διαχέεται ανάμεσα στα διακριτά μαθήματα και οι μαθητές αποκτούν σφαιρικότερη αντίληψη της πραγματικότητας, αναπτύσσουν την κριτική και δημιουργική τους ικανότητα, κατανοούν και εφαρμόζουν καλύτερα τη σχολική γνώση, η οποία επεκτείνεται και εφαρμόζεται στην επίλυση των σύνθετων προβλημάτων της καθημερινής ζωής (Μπούρας, 2017).

Η διαθεματική προσέγγιση προσφέρει έναν δημιουργικό τρόπο ανάπτυξης δεξιοτήτων, γνώσεων και κατανόησης, παρακινώντας τους μαθητές να μάθουν μέσα από ενδιαφέροντα, αλληλοσυνδεόμενα θέματα. Ξεπερνώντας τα στεγανά όρια των επιστημών, επιτρέπει δραστηριότητες που εμπλέκουν τη φαντασία των παιδιών, παρέχοντας ταυτόχρονα στους εκπαιδευτικούς ευκαιρίες ενθάρρυνσης της ενεργούς συμμετοχής των μαθητών τους και την ανάληψη πρωτοβουλιών. Η διαθεματική προσέγγιση οργανώνεται γύρω από ένα βασικό θέμα, το οποίο εξακτινώνεται στα υπόλοιπα διδακτικά αντικείμενα με την απαραίτητη συνοχή ανάμεσά τους (Barnes, 2015).

Σχετικά με τη χρήση των τρισδιάστατων εκτυπωτών στην εκπαιδευτική πράξη, υπό τον όρο ότι η εκπαίδευση πρέπει να συμβαδίζει με την εξέλιξη της τεχνολογίας και να είναι άμεσα συνδεδεμένη με εμπειρίες επαγγελματικού προσανατολισμού και τη γνωριμία με νέα επαγγέλματα, είναι κοινά αποδεκτό ότι η τρισδιάστατη εκτύπωση επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να σχεδιάζουν/ προσφέρουν πλούσιες μαθησιακές εμπειρίες στους μαθητές τους για βαθιές θεωρητικές κατασκευές που φέρνουν τη μάθηση από τις θόκες υπολογιστών στα χέρια των μαθητών, κάνοντας τη μάθηση πιο ελκυστική και ενδιαφέρουσα για αυτούς, δημιουργώντας παράλληλα ισχυρά κίνητρα για μάθηση και καλλιεργώντας τη δημιουργική σκέψη. Τα τρισδιάστατα μοντέλα που μπορούν να παράγουν οι μαθητές μπορεί να διαθέτουν εντυπωσιακές λεπτομέρειες που είναι ακριβείς και ανθεκτικές. Οι μαθητές βλέπουν τις ιδέες τους να υλοποιούνται και μπορούν πλέον να τις κρατήσουν, να τις μετρήσουν και να τις βελτιώσουν λειτουργώντας ανατροφοδοτικά και αναπτύσσοντας μεταγνωστικές ικανότητες και δεξιότητες. Η τεχνολογία που χρησιμοποιούν πολλοί ενήλικες στην εργασία τους είναι πλέον η ίδια τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην τάξη, γεγονός που εναρμονίζεται με τις σύγχρονες απαιτήσεις της αγοράς εργασίας. Επιπλέον, η εκπαίδευση χρησιμοποιεί αυτή τη μορφή της τεχνολογίας για να ξεκλειδώσει τις κρυφές δυνατότητες των μαθητών, αφού οι μαθητές μαθαίνουν πώς να δίνουν υλική/ τρισδιάστατη υπόσταση στις ιδέες τους (The University of Texas at Arlington).

## **ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ**

Η εν λόγω πρακτική εφαρμόστηκε κατά τη σχολική χρονιά 2021- 2022 και είχε ως στοχοθεσία:

- την προώθηση της κοινωνικής και εκπαιδευτικής αξίας της Ευρωπαϊκής Πολιτιστικής Κληρονομιάς και της προσφοράς της στον κόσμο.
- την προώθηση της συνειδητοποίησης της σημασίας της πολιτιστικής και γλωσσικής

ποικιλομορφίας εντός της Ευρώπης, καλλιεργώντας τον γλωσσικό και διαπολιτισμικό γραμματισμό των μαθητών

- την καλλιέργεια της ανοχής στη διαφορετικότητα.
- τη γνωριμία με τον πολιτισμικό/ γλωσσικό υπόβαθρο των μαθητών και τον τονισμό των κοινών σημείων αναφοράς.
- τη βελτίωση δεξιοτήτων που σχετίζονται με την εκπαίδευση STEM (Μαθηματικά, σχέδιο κ.λπ.).
- τη γνωριμία και την εξοικείωση με τη χρήση των τρισδιάστατων εκτυπωτών.
- την αξιοποίηση του peer teaching.
- τη χρήση της Αγγλικής γλώσσας σε αυθεντικές καταστάσεις επικοινωνίας.
- την καλλιέργεια του ψηφιακού και τεχνολογικού γραμματισμού των μαθητών
- τη σύνδεση της STEM εκπαίδευσης με το πλαίσιο μη- STEM διδακτικών αντικειμένων.

Η δε υλοποίηση της διδακτικής πρακτικής διορθώθηκε ως εξής:

- Γνωριμία των μαθητών και δημιουργία διακρατικών ομάδων με τη χρήση συνεργατικού διαδικτυακού εργαλείου και εργαλείου τηλεδιασκέψεων. Έρευνα για κοινές αναφορές στη μυθολογία της του ελληνικού και ρωμαϊκού πολιτισμού και επιλογή των ονομάτων των διακρατικών ομάδων βάσει αυτής της έρευνας. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν ονόματα συμβόλων κοινών θεών από το πάνθεον και των δύο πολιτισμών.
- Καθορισμός κανόνων του eSafety για τη σωστή εξ αποστάσεως συνεργασία και χρήση των διαδικτυακών εργαλείων.
- Εξ αποστάσεως συνεργασία ανάμεσα στα μέλη των διακρατικών ομάδων για την από κοινού δημιουργία προτεινόμενου λογότυπο του έργου και διαδικτυακός διαγωνισμός για την τελική επιλογή του λογότυπου του έργου.
- Γνωριμία με τη χρήση του τρισδιάστατου εκτυπωτή (μέρη, λειτουργία), γνωριμία με τη λογική της λειτουργίας του και σύνδεση με τα αντίστοιχα κεφάλαια του διδακτικού αντικειμένου της Φυσικής της Ε΄ τάξης (τήξη- πήξη) και των Μαθηματικών (γεωμετρία στερεών σωμάτων), γνωριμία με τη χρήση λογισμικών τρισδιάστατης σχεδίασης.
- Δοκιμαστικές εκτυπώσεις. Οι μαθητές εργαζόμενοι με το λογισμικό τρισδιάστατης εκτύπωσης σχεδίασαν και εκτύπωσαν κάποια έργα δοκιμαστικά. Εφαρμόστηκε η αρχή της «δοκιμής και πλάνης» και τα λάθη αξιοποιήθηκαν παιδαγωγικά.
- Εργασία σε διακρατικές ομάδες και γνωριμία με τις μητρικές γλώσσες των μαθητών. Δημιουργία συνεργατικών ηλεκτρονικών λεξικών με λέξεις μεταφρασμένες στα Αγγλικά και σε όλες τις μητρικές γλώσσες των μαθητών.
- Έρευνα στην κοινή ιστορία του ελληνικού και του ρωμαϊκού πολιτισμού και επινόηση επιτραπέζιου παιχνιδιού με αναφορές στον ελληνορωμαϊκό πολιτισμό και τις μητρικές γλώσσες των μαθητών. Έμπνευση αποτέλεσε η ιστορική φράση «Ο κύβος ερρίφθη» (alea jacta est) που φέρεται να αναφώνησε ο Ιούλιος Καίσαρας το 49 π.Χ., επιστρέφοντας από τη Γαλατία και κατευθυνόμενος προς τη Ρώμη, όταν αποφάσισε να περάσει με το στρατό του τον Ρουβίκωνα ποταμό, κάτι που σήμανε την έκρηξη του εμφυλίου πολέμου. Η ίδια φράση υπάρχει ακόμη και σήμερα και στην ελληνική και στην ιταλική γλώσσα (“Il dado è tratto”), με την ίδια ακριβώς σημασία, και η οποία αποδίδεται στον Μένανδρο, αγαπημένο αρχαίο Έλληνα ποιητή του Καίσαρα (Βικιπαίδεια, χ.χ). Βάσει αυτής της ιστορικής φράσης ως επιτραπέζιο παιχνίδι επιλέχθηκαν «οι κύβοι» (τα ζάρια) που έπαιζαν οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι. Το παιχνίδι παίζεται με δύο ζάρια, στο ένα ζάρι αναγράφονται λέξεις (που έχουν ένα κοινό θέμα) στα Αγγλικά και στο άλλο οι ονομασίες των γλωσσών από τις μητρικές γλώσσες των μαθητών. Ο παίχτης, αφού ρίξει τα δύο ζάρια, θα πρέπει να πει τη λέξη που έφερε το ένα ζάρι στη γλώσσα που έφερε το άλλο. Οι μαθητές αρχικά αναζήτησαν πληροφορίες για το ιστορικό για το ιστορικό πλαίσιο της φράσης "Ο κύβος ερρίφθη" και την έγραψαν/ πρόφεραν στις διάφορες γλώσσες (διδακτικό αντικείμενο: Γλώσσα, Ιστορία, Αγγλικά), έπειτα εξερεύνησαν τις τρεις διαστάσεις και τα γεωμετρικά στερεά και προσπάθησαν να τα σχεδιάσουν χρησιμοποιώντας τις αρχές τις προοπτικής (διδακτικό αντικείμενο: Μαθηματικά, Εικαστικά), κατόπιν συνεργαζόμενοι σε διακρατικές ομάδες έφτιαξαν ένα ηλεκτρονικό πολυγλωσσικό λεξικό αποτελούμενο από τρεις ενότητες (χαίρετισμοί, οικογένεια, αριθμοί) στο οποίο οι λέξεις μεταφράστηκαν σε όλες τις μητρικές γλώσσες των μαθητών και στα Αγγλικά (διδακτικό αντικείμενο: ΤΠΕ, Αγγλικά), στη συνέχεια

συνεργαζόμενοι διαδικτυακά σε τρεις διακρατικές ομάδες έφτιαξαν στο ίδιο λογισμικό από ένα ζάρι που αναγράφει στα Αγγλικά έξι λέξεις από μία ενότητα του ηλεκτρονικού πολυγλωσσικού λεξικού (διδακτικό αντικείμενο: ΤΠΕ) και έγραψαν τους κανόνες του παιχνιδιού στα Αγγλικά (διδακτικό αντικείμενο: ΤΠΕ, Αγγλικά). Τέλος, σε κάθε σχολείο με τη χρήση του τρισδιάστατου εκτυπωτή εκτυπώθηκαν τα μέρη του επιτραπέζιου παιχνιδιού που σχεδίασαν οι μαθητές.

- Έρευνα πεδίου και επιλογή αντικείμενου ως αναμνηστικού δώρου για σχεδίαση και εκτύπωση με τον τρισδιάστατο εκτυπωτή. Σε αυτή τη δράση τα δύο σχολεία αντάλλαξαν αναμνηστικά δώρα, χρησιμοποιώντας τον 3d εκτυπωτή. Και τα δύο σχολεία, αφού επέλεξαν ένα αξιοθέατο της περιοχής τους που αναφέρεται στον πολιτισμό της άλλης χώρας, επέλεξαν και σχεδίασαν (στο χαρτί- σύνδεση με την Αισθητική Αγωγή- αλλά και με το σχεδιαστικό πρόγραμμα) ένα στοιχείο του χώρου και έστειλαν το 3d σχέδιο στο εταιρικό σχολείο μαζί με τις σχετικές πληροφορίες. Το σχολείο παραλαβής εκτύπωσε το αντικείμενο που είχαν σχεδιάσει οι μαθητές της άλλης χώρας και πήραν κατ' αυτόν τον τρόπο το αναμνηστικό δώρο τους. Το ιταλικό σχολείο επέλεξε το "Capo Colonna". Ως Λακίνιο Άκρο (σήμερα: Κάπο Κολόνα) ήταν γνωστό στην αρχαιότητα ακρωτήριο στην είσοδο του Κόλπου του Τάραντος, 7 μίλια νοτιοανατολικά του Κρότωνα και το ανατολικότερο σημείο της Καλαβρίας. Πήρε το όνομά του από το Λακίνιο, ήρωα της Ιαπυγίας. Σε αυτό υπήρχε ιερό της Λακινίας Ήρας, όπου ο Αννίβας αφιέρωσε επιγραφή για την εισβολή του στην Ιταλία. Από το Ηραίο αυτό σώζεται μία μόνο κολώνα ύψους 8,2 μέτρων, από την οποία προέρχεται και το ιταλικό σημερινό όνομα του ακρωτηρίου, Capo delle Colonne ή Nao (πρβλ. και την ονομασία «Κάβο-Κολώνες» για το Σούνιο) και η οποία ήταν σημαντικό σημείο αναφοράς για τους ναυτικούς λόγω του ύψους της (Βικιπαίδεια, χ.χ.). Σε αυτόν τον αρχαιολογικό χώρο, σήμερα, οι Ιταλοί αναβιώνουν στιγμές από το μακρινό εκείνο παρελθόν. Την κολώνα αυτή επέλεξαν οι Ιταλοί μαθητές να σχεδιάσουν και να στείλουν ως δώρο στους φίλους τους από την Ελλάδα. Οι μαθητές της Ε΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου Νέας Καρυάς, αφού εξερεύνησαν τον αρχαιολογικό χώρο των Φιλίππων κατά τη διάρκεια της ημερήσιας εκδρομής τους, επέλεξαν να σχεδιάσουν και να στείλουν ως δώρο στους φίλους τους από την Ιταλία ένα ομοίωμα του αρχαίου θεάτρου. Τέλος οι μαθητές και από τα δύο σχολεία συνδημιούργησαν σχετικές, ψηφιακές καλοκαιρινές, ευχετήριες κάρτες με τη χρήση διαδικτυακών συνεργατικών εργαλείων.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αναστασάκη, Μ. (2016). Η αναγκαιότητα της ουσιαστικής αλληλεπίδρασης της ταυτότητας με την ετερότητα στο πλαίσιο της πολυπολιτισμικής σχολικής κοινότητας. *Θεωρία και Έρευνα στις Επιστήμες της Αγωγής*, 7, 9-23. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <http://periodiko.inpatra.gr/issue/issue7/>.
- Βικιπαίδεια. (χ.χ). Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση [Ο κύβος ερρίφθη - Βικιπαίδεια \(wikipedia.org\)](http://el.wikipedia.org).
- Βικιπαίδεια. (χ.χ). Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση [Caro Colonna - Wikipedia](http://el.wikipedia.org/wiki/Caro_Colonna).
- Δραγώνα, Θ. (2007). *Ταυτότητες και Ετερότητες: Ταυτότητα και εκπαίδευση*. Αθήνα: ΥΠΕΠΘ, Πανεπιστήμιο Αθηνών. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/3244/942.pdf>.
- Ιωαννίδου- Κουτσελίνη, Μ. (1991). *Ενεργητική Μάθηση και Συνεργασία- Απάντηση στις προκλήσεις της εποχής*. Λευκωσία: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου.
- Καρατζιά, Ε. & Σπινθουράκη, Η. (2005). Διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών σε θέματα διαπολιτισμικής εκπαίδευσης. Στο Π. Γεωργιογιάννης (Επιμ.) *Διαπολιτισμική Εκπαίδευση. Ελληνικά ως δεύτερη ή ξένη γλώσσα (Τόμος III)*. Πάτρα: Κέντρο Διαπολιτισμικής Εκπαίδευσης, Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Πατρών, 58- 60.
- Καρούντζου, Γ. Α. (2011). *Διαθεματική διδασκαλία και πολυπολιτισμικά προγράμματα στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα*. Διδακτορική διατριβή. Ρόδος: Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ.. Διαθέσιμο στο Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/30435#page/1/mode/2up>.
- Μανουσοπούλου, Α. (2007). *Ταυτότητες και Ετερότητες. Επικοινωνία και ταυτότητες σε μία πολύγλωσση οικογένεια*. Αθήνα: ΥΠΕΠΘ, Πανεπιστήμιο Αθηνών. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/3245/943.pdf>.
- Μπελέση, Δ. (2009). *Πολιτισμική ετερότητα και διαπολιτισμική μάθηση στο σχολείο. Μία πρόταση*

- διαπολιτισμικής διδακτικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Διδακτορική διατριβή. Ρόδος: Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ.. Διαθέσιμο στο Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/19162#page/1/mode/2up>.
- Μπίκος, Κ. (2007). Κοινωνικές Σχέσεις Συμμαθητών και Πολιτισμικές Ιδιαιτερότητες. Εισήγηση που παρουσιάστηκε στο Επιμορφωτικό σεμινάριο «Διαπολιτισμική Αγωγή και Κοινωνική Αλληλεπίδραση στο σχολείο». Μουδανιά. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/363/101.pdf>.
- Μπούρας, Α. Ν. (2017). *Επιδράσεις της διαθεματικότητας στις ικανότητες των μαθητών και τις επαγγελματικές δεξιότητες των εκπαιδευτικών: στάσεις των εκπαιδευτικών*. Διδακτορική διατριβή. Αθήνα: Τ.Φ.Π.Ψ.. Διαθέσιμο στο Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/41198#page/1/mode/2up>.
- Νικολάου, Γ. (2005). *Διαπολιτισμική διδακτική: Το νέο περιβάλλον. Βασικές αρχές*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Νικολάου, Γ. (2007). Ετερότητα και διαπολιτισμική εκπαίδευση μέσα από το πρίσμα της κριτικής θεωρίας: το Σχολείο της Ένταξης. *Συγκριτική και διεθνής εκπαιδευτική Επιθεώρηση*, 9, 79- 106 Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση [Untitled-5 \(cier.edu.gr\)](http://www.cier.edu.gr/Untitled-5).
- Ντίνας, Κ. Δ. (2004). Γραμματισμός- Πολυγραμματισμοί και διαπολιτισμική γλωσσική διδασκαλία. Στα πρακτικά του 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου, 193- 20.
- Ροδοσθένους-Μπαλάφα, Μ. (2019). Πολιτισμικός Γραμματισμός μέσα από τον Διάλογο και την Επιχειρηματολογία στη Δημοτική και Μέση Εκπαίδευση: Ένα παράδειγμα διδακτικής πράξης. Στο Γ. Παδαδημητρίου, & Χ. Κοσταρής (Επιμ.), *Εκπαίδευση στον 21ο αιώνα: Σχολείο και Πολιτισμός*, 79-91.
- Barnes, J. (2015). An Introduction to Cross- Curricular Learning. *ResearchGate*. Retrieved on the 10th of August 2022 from [https://www.researchgate.net/profile/Jonathan\\_Barnes5/publication/274313611\\_An\\_Introduction\\_to\\_CrossCurricular\\_Learning/links/551b2ab60cf251c35b5080db/An-Introduction-to-Cross-Curricular-Learning.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jonathan_Barnes5/publication/274313611_An_Introduction_to_CrossCurricular_Learning/links/551b2ab60cf251c35b5080db/An-Introduction-to-Cross-Curricular-Learning.pdf).
- Bennett, M. J. (2011). A Developmental Model Of Intercultural Sensitivity. *ResearchGate*. Retrieved on the 10th of August 2022 from [DMIS IDRI \(researchgate.net\)](http://www.researchgate.net/publication/274313611_An_Introduction_to_CrossCurricular_Learning/links/551b2ab60cf251c35b5080db/An-Introduction-to-Cross-Curricular-Learning.pdf).
- Dănescu, E. (2015, May 5). Intercultural Education from the Perspective of Training Didactic. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 180, 537 – 542, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.02.156.
- Dewey, J. (1990). *The School and Society: The Child and the Curriculum*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Essinger, H. (1990). Interkultureller Erziehung in multiethnischen Gesellschaften. *Die Bruecke*, 52, pp. 22-31.
- Scientix. (x.x.). Retrieved on the 10th of August 2022 from [STEM out of the box - Scientix](http://www.scientix.org/).
- The University of Texas at Arlington (x.x.). Retrieved on the 10th of August 2022 from [3D Printers Improve Student Education Online and in the Classroom \(uta.edu\)](http://www.uta.edu/).
- Unesco. (2006). *Unesco Guidelines on Intercultural Education*. Paris: Unesco. Retrieved on the 10th of August 2022 from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000147878>.
- Unesco. (2011). Enhancing learning of children from diverse language backgrounds: mother tongue- based bilingual or multilingual education in the early years. *Unescodoc* Retrieved on the 10th of August 2022 from [Enhancing Learning of Children from Diverse Language Backgrounds: Mother Tongue-based Bilingual or Multilingual Education in the Early Years | UNESCO Bangkok](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000147878).
- Unesco. (2019). *Languages in education*. Retrieved on the 10th of August 2022 from <https://en.unesco.org/themes/gced/languages>.

# Η Κλιματική Αλλαγή και ο Ρόλος της Εκπαίδευσης: Μία Διδακτική Προσέγγιση με τη Χρήση του Εργαλείου της NetLogo

Μπενίση Αικατερίνη<sup>1</sup>, Τόλιου Αργυρώ<sup>2</sup>, Γκιόλμας Αριστοτέλης<sup>3</sup>,  
Στούμπα Αρτεμισία<sup>4</sup>, Χαλκίδης Άνθιμος<sup>5</sup>, Σκορδούλης Κωνσταντίνος<sup>6</sup>

[abenisi@primedu.uoa.gr](mailto:abenisi@primedu.uoa.gr), [atoliou@primedu.uoa.gr](mailto:atoliou@primedu.uoa.gr), [agkiolm@primedu.uoa.gr](mailto:agkiolm@primedu.uoa.gr),  
[artemis.stoumpa@gmail.com](mailto:artemis.stoumpa@gmail.com), [achalkid@gmail.com](mailto:achalkid@gmail.com), [kskordul@primedu.uoa.gr](mailto:kskordul@primedu.uoa.gr)

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής έχει γίνει πιο έντονο και πιο απειλητικό σε σχέση με παλαιότερα. Γι' αυτό κρίνεται απαραίτητη η ευαισθητοποίηση των πολιτών, η οποία μπορεί να επιτευχθεί μέσω της εκπαίδευσης. Προτείνεται και περιγράφεται μία διδακτική παρέμβαση λίγων διδακτικών ωρών, μεθοδολογικά στηριγμένη στην καθοδηγούμενη διερεύνηση με χρήση μοντέλου της NetLogo. Επιλέξαμε το μοντέλο της Κλιματικής Αλλαγής («Climate Change») με το οποίο επιθυμούμε να εισάγουμε τους μαθητές στους παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης. Υπάρχουν παρόμοιες έρευνες πάνω στο συγκεκριμένο διδακτικό μοντέλο, αλλά εμείς εστιάζουμε περισσότερο στον τρόπο με τον οποίο το σχολείο μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να ευαισθητοποιηθούν για την κλιματική αλλαγή και να αποκτήσουν μια θετική στάση απέναντι στο περιβάλλον. Η παραπάνω προσέγγιση υλοποιείται σε δείγμα μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, από σχολείο της Αθήνας. Στόχος μας είναι οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και την επίδρασή του στην κοινωνία και στο περιβάλλον. Τέλος, για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν σε ερωτηματολόγιο *pre-test* και *post-test* πριν και μετά τη διδακτική προσέγγιση. Τα ευρήματα από την εμπειρική έρευνα παρουσιάζονται και αξιολογούνται, με τους περιορισμούς φυσικά που έχει το δείγμα και οι συνθήκες.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Κλιματική αλλαγή, Ευαισθητοποίηση, Προσομοίωση, NetLogo.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κλιματική αλλαγή έχει γίνει πιο απειλητική από ποτέ με τις συνέπειές της να έχουν ήδη αρχίσει να επηρεάζουν τη ζωή των ανθρώπων. Το συγκεκριμένο φαινόμενο γίνεται αντιληπτό στην καθημερινότητα των ανθρώπων μέσα από τα ακραία καιρικά φαινόμενα, τις ανεξέλεγκτες πυρκαγιές και τις διαταραχές στην εναλλαγή των εποχών. Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής κρίνεται αναγκαία η ευαισθητοποίηση των πολιτών και η απόκτηση οικολογικής συνείδησης, στοιχεία που είναι ωφέλιμο να προάγονται μέσω της εκπαίδευσης.

Η παρούσα εργασία στηρίζεται στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Α' Γυμνασίου στο 2ο Πειραματικό Γυμνάσιο Αθηνών με σκοπό οι μαθητές να ευαισθητοποιηθούν για την κλιματική αλλαγή, μέσα από την ενασχόληση τους με το αντίστοιχο μοντέλο της NetLogo. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η κλιματική αλλαγή αποτελούν έννοιες που ίσως είναι δυσνόητες για τους μαθητές. Γι' αυτό θέλαμε να αναδείξουμε τις πιθανές παρανοήσεις που μπορεί να είχαν και μέσω της συγκεκριμένης προσομοίωσης να αλλάξουμε την αντίληψή τους πάνω στο θέμα. Καθώς πλέον οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι με την τεχνολογία θεωρήσαμε κατάλληλο το μοντέλο της NetLogo καθώς θα τους προκαλούσε το ενδιαφέρον και θα τους κρατούσε την προσοχή καθόλη τη διάρκεια της διδακτικής μας παρέμβασης. Εκτός από αυτό, οι μαθητές θα λειτουργήσουν σε ένα ομαδοσυνεργατικό περιβάλλον αλληλεπιδρώντας με την προσομοίωση με αποτέλεσμα να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία. Στόχος μας ήταν μέσω του συγκεκριμένου μοντέλου οι μαθητές να αποκτήσουν μια καλύτερη εικόνα του φαινομένου του θερμοκηπίου και του ρόλου του διοξειδίου του



άνθρακα πάνω σε αυτό.

## **NETLOGO: CLIMATE CHANGE**

Η NetLogo δημιουργήθηκε το 1999 από τον Uri Wilensky στο Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling (CCL), στο Tufts University ενώ το 2000 το CCL μετακινήθηκε στο Northwestern University (Chicago area) (Wilensky, 1999). Ειδικότερα, είναι ένα περιβάλλον προγραμματισμού πολλών «πρακτόρων» (multi agent based programming environment) και παράλληλα ένα περιβάλλον προσομοιώσεων για φυσικά και κοινωνικά φαινόμενα. Οι προσομοιώσεις που δημιουργούνται στο περιβάλλον δεν στηρίζονται σε αυστηρά διατυπωμένα μαθηματικά μοντέλα, αλλά στη «συμπεριφορά» που έχει «ενσωματωθεί» στους πράκτορες/agents που συμμετέχουν στην προσομοίωση. Η NetLogo διαθέτει μια πλούσια βιβλιοθήκη με έτοιμα ελεγμένα μοντέλα και παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες να τροποποιήσουν τον πηγαίο κώδικα κάθε μοντέλου (Εκ των συγγραφέων, 2013).

Αξιοποιήσαμε το μοντέλο της Κλιματικής Αλλαγής («Climate Change») (Tinker&Wilensky, 2007). Υπάρχουν κάποιες παρόμοιες διδακτικές προσεγγίσεις που έχουν αξιοποιήσει το συγκεκριμένο μοντέλο αλλά έχουν επικεντρωθεί περισσότερο στην κατανόηση των πολύπλοκων συστημάτων και στις έννοιες της θετικής και αρνητικής ανάδρασης (Γκαράς et al, 2015, 2019, 2020). Εμείς διαφοροποιούμαστε, γιατί στόχος μας αποτελούσε κατά βάση η ευαισθητοποίηση των μαθητών. Επιθυμούσαμε να διερευνήσουμε τις αντιλήψεις και παρανοήσεις των μαθητών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την κλιματική αλλαγή καθώς και να εστιάσουμε περισσότερο στο ρόλο που έχει το διοξείδιο του άνθρακα στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

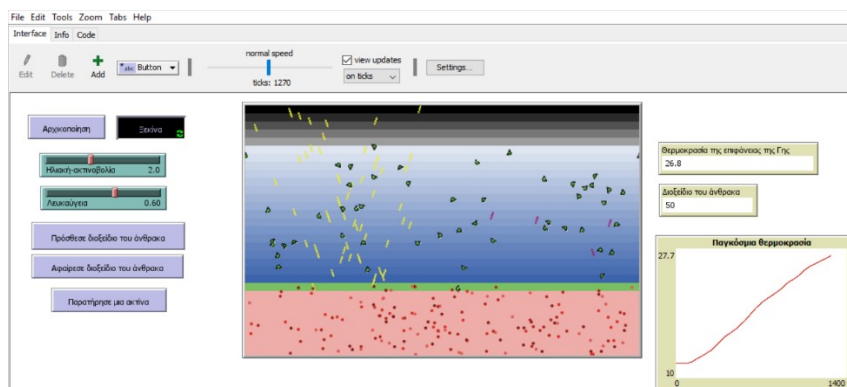
## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑ**

Η έρευνα μας πραγματοποιήθηκε στο 2ο Πειραματικό Γυμνάσιο Αθηνών σε μαθητές Α' Γυμνασίου σε δύο τμήματα. Στο τμήμα Α4 (21 μαθητές) ήταν η πιλοτική μας προσπάθεια όπου δεν λάβαμε τα επιθυμητά αποτελέσματα, ενώ στο τμήμα Α3 (22 μαθητές), επειδή είχαμε προετοιμαστεί περισσότερο, παρατηρήσαμε καλύτερα αποτελέσματα, τα οποία επιλέξαμε να παρουσιάσουμε σε αυτή την εργασία. Η διδακτική μας προσέγγιση βασίζεται στην καθοδηγούμενη διερεύνηση και στον κοινωνικό εποικοδομητισμό, καθώς οι μαθητές συνεργάζονται μεταξύ τους ανακαλύπτοντας μόνοι τους την γνώση με την κατάλληλη υποστήριξη από τον εκπαιδευτικό. Χρησιμοποιήσαμε ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική μας παρέμβαση (pre-test και post-test) και φύλλα εργασίας κατά τη διάρκεια της διδακτικής μας προσέγγισης.

Υπήρχαν κάποιοι περιορισμοί καθώς είχαμε μόνο δύο διδακτικές ώρες και στην πραγματικότητα 90 λεπτά οπότε λόγω έλλειψης χρόνου έπρεπε να προχωράμε γρήγορα τις δραστηριότητες για να τις προλάβουμε όλες. Επιπλέον, είχαμε κάποια τεχνικά προβλήματα όσον αφορά τους υπολογιστές αλλά και το ίδιο το μοντέλο κάτι το οποίο μας καθυστέρησε στην αρχή με συνέπεια να χάσουμε πολύτιμο χρόνο. Δεν θα πρέπει να παραλείψουμε την κούραση και απόσπαση της προσοχής των μαθητών ακόμη και από το ίδιο το μοντέλο, αφού κάποιοι μαθητές άρχισαν να επεξεργάζονται τον κώδικα και να πειραματίζονται μόνοι τους.

## **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ**

Αξιοποιήσαμε το μοντέλο «Climate Change», το οποίο είναι ένα μοντέλο ροής ενέργειας της Γης, ιδιαίτερα θερμικής ενέργειας. Όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 1, η Γη αναπαρίσταται ως ροζ χρώμα και η επιφάνεια του πλανήτη αντιπροσωπεύεται από μια μαύρη λωρίδα. Πάνω από τη λωρίδα υπάρχει μια μπλε ατμόσφαιρα και μαύρος χώρος στην κορυφή που συμβολίζει το διάστημα. Σύννεφα και μόρια διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) μπορούν να προστεθούν στην ατμόσφαιρα. Τα μόρια CO<sub>2</sub> αντιπροσωπεύουν τα αέρια θερμοκηπίου που εμποδίζουν το υπέρυθρο φως που εκπέμπεται από τη Γη να φύγει προς το διάστημα και το επανεκπέμπουν πίσω στη Γη. Επεξεργαστήκαμε το συγκεκριμένο μοντέλο και αλλάξαμε τα κουμπιά στα ελληνικά. Στη συνέχεια, αφαιρέσαμε τα κουμπιά «Πρόσθεσε σύννεφα» και «Αφαίρεσε σύννεφα», γιατί δεν θα είχαμε χρόνο να ασχοληθούμε με αυτή την παράμετρο.



**Σχήμα 1:** Το τροποποιημένο μοντέλο «Climate Change» της NetLogo.

Για να ξεκινήσει το μοντέλο πατάμε το κουμπί «Αρχικοποίηση» και μετά το κουμπί «Ξεκίνα». Τα κίτρινα βελάκια ρέουν προς τα κάτω αντιπροσωπεύοντας την ενέργεια του ηλιακού φωτός. Αν αυξήσουμε την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, αυξάνεται σταδιακά η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης. Μέρος του ηλιακού φωτός ανακλάται από την επιφάνεια της Γης, ενώ κάποιο μέρος του απορροφάται από τη Γη. Αυτό εξαρτάται από την «Λευκαύγεια». Όταν η «Λευκαύγεια» είναι στην τιμή 1 απορροφάται όλη η ηλιακή ακτινοβολία ενώ στην τιμή 0 ανακλάται. Η λευκαύγεια, δηλαδή, είναι η ικανότητα της επιφάνειας της Γης να ανακλά την ηλιακή ακτινοβολία. Όταν το ηλιακό φως απορροφάται από τη Γη, μετατρέπεται σε μια κόκκινη κουκίδα, που αντιπροσωπεύει τη θερμική ενέργεια. Οι κόκκινες κουκίδες κινούνται τυχαία γύρω από τη Γη και η θερμοκρασία της σχετίζεται με τον συνολικό αριθμό των κόκκινων κουκίδων. Όσο αυξάνονται οι κόκκινες κουκίδες, τόσο αυξάνεται η συνολική θερμική ενέργεια με συνέπεια να αυξάνεται και η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης.

Κάποιες κόκκινες κουκίδες μεταμορφώνονται σε υπέρυθρο φως που κατευθύνεται προς το διάστημα, μεταφέροντας ενέργεια. Η πιθανότητα μιας κόκκινης κουκίδας να γίνει φως υπέρυθρων εξαρτάται από τη θερμοκρασία της Γης. Η ενέργεια αντιπροσωπεύεται από ένα κόκκινο βέλος. Κάθε ένα φέρει την ίδια ενέργεια με ένα κίτρινο βέλος και με μια κόκκινη κουκίδα. Το υπέρυθρο φως μπορεί να αναπηδήσει από τα μόρια του διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό είναι και μια απλοποίηση του μοντέλου καθώς στην πραγματικότητα ένα μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας απορροφάται από το διοξείδιο του άνθρακα και επανεκπέμπεται πίσω στη Γη. Επιπλέον, η Γη δεν έχει μια ενιαία θερμοκρασία ή μόνο μία λευκαύγεια. Κανένα μοντέλο δεν είναι απόλυτα ακριβές. Αυτό που είναι σημαντικό είναι ότι ένα μοντέλο αντιδρά με κάποιους τρόπους όπως το σύστημα που υποτίθεται ότι μοντελοποιεί. Το συγκεκριμένο μοντέλο το κάνει αυτό, δείχνοντας πώς ενισχύεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου από το διοξείδιο του άνθρακα αλλά και από τα αέρια που απορροφούν το υπέρυθρο φως (Tinker & Wilensky, 2007).

## ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε στον σκοπό και στους στόχους της διδακτικής μας προσέγγισης. Συγκεκριμένα, σκοπός της διδασκαλίας μας ήταν: Να ευαισθητοποιηθούν οι μαθητές για την κλιματική αλλαγή μέσω του εργαλείου της NetLogo. Τα ερευνητικά μας ερωτήματα ήταν: a) μπορούν οι μαθητές μέσω διδακτικής παρέμβασης να συνειδητοποιήσουν το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής; b) μπορούν να αναγνωρίσουν την ευθύνη που έχουν οι άνθρωποι απέναντι στην κλιματική αλλαγή; c) είναι σε θέση να αξιοποιήσουν το λογισμικό της NetLogo και ειδικότερα το μοντέλο «Climate Change»; d) πώς σχεδιάζουν την πορεία της ηλιακής ακτινοβολίας, όταν αυτή εισέρχεται στην ατμόσφαιρα, e) καταφέρνουν να διαχωρίσουν -μέσω της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης- το φαινόμενο του θερμοκηπίου από την κλιματική αλλαγή;

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

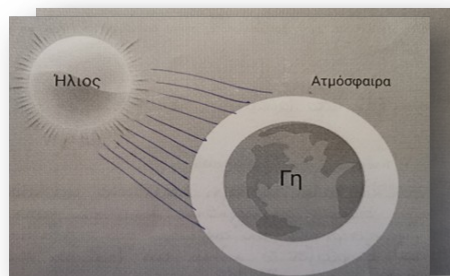
Όπως έχει ειπωθεί και παραπάνω, μοιράσαμε στους μαθητές στην αρχή από ένα ερωτηματολόγιο (pre-test), όπως παρουσιάζεται στο παράρτημα. Έπειτα, τα παιδιά χωρίστηκαν σε ομάδες των 2 ατόμων και κατά τη διάρκεια της διδακτικής μας προσέγγισης συμπλήρωσαν το Φύλλο Εργασίας, το

οποίο βρίσκεται στο Παράρτημα. Στο τέλος της διδασκαλίας οι μαθητές ατομικά -ξανά- συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο (post-test) που τους είχε δοθεί στην αρχή. Με τη συμπλήρωση 2 ίδιων ερωτηματολογίων θέλαμε να παρατηρήσουμε τις γνώσεις και αντιλήψεις που είχαν στην αρχή οι μαθητές (γύρω από την κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου) και πως αυτές τροποποιήθηκαν ή όχι μετά την διδακτική μας παρέμβαση και ειδικότερα με τη χρήση του μοντέλου της NetLogo.

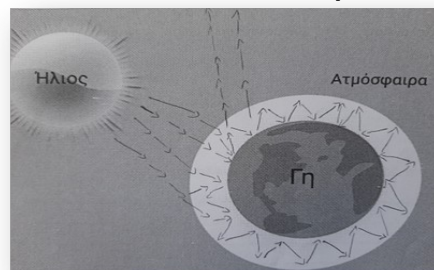
Στη συνέχεια, ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων που λάβαμε από τα ερωτηματολόγια των παιδιών, για κάθε ερώτηση. Η πρώτη ερώτηση «Τι νομίζετε ότι είναι η κλιματική αλλαγή;» ήταν ανοιχτού τύπου ερώτησης, οπότε γνωρίζαμε από πριν ότι θα λάβουμε πολλές και διαφορετικές απαντήσεις. Σε γενικές γραμμές δεν παρατηρούμε ιδιαίτερες αλλαγές στις απαντήσεις των παιδιών ανάμεσα στα 2 ερωτηματολόγια σχετικά με την 1<sup>η</sup> ερώτηση. Οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν ότι η κλιματική αλλαγή είναι η αλλαγή του κλίματος, η αλλαγή θερμοκρασίας και ευθύνη του ανθρώπου. Όπως και η 1<sup>η</sup> ερώτηση είναι ανοιχτού τύπου έτσι είναι και η 2<sup>η</sup> «Που πιστεύετε ότι οφείλεται η κλιματική αλλαγή;». Στο pre-test πολλοί μαθητές απάντησαν ότι η κλιματική αλλαγή οφείλεται σε ενέργειες του ανθρώπου, ενώ κανείς δεν έδωσε ως απάντηση το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Στο post-test παρατηρούμε ότι και πάλι η πλειοψηφία των παιδιών απάντησε τις ενέργειες του ανθρώπου, αλλά υπήρξαν και 7 μαθητές που απάντησαν ότι η κλιματική αλλαγή οφείλεται στο CO<sub>2</sub>, κάτι το οποίο αποτελεί αξιόλογη αναφορά στα αποτελέσματά μας.

Περνώντας στην 3<sup>η</sup> ερώτηση, «Πως νομίζετε ότι συμπεριφέρεται η ηλιακή ακτινοβολία όταν εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης; Μπορείτε να σχεδιάσετε (να συμπληρώσετε) ότι θέλετε στην εικόνα για να κατανοήσουμε την άποψή σας.», οι μαθητές αρχικά έπρεπε να δώσουν κάποια γραπτή απάντηση και μετά να σχεδιάσουν την άποψή τους πάνω στην εικόνα που τους είχε δοθεί. Με αυτόν τον τρόπο μπορέσαμε να κατανοήσουμε καλύτερα τη γραπτή απάντηση που έδωσαν. Στο πρώτο ερωτηματολόγιο 5 παιδιά απάντησαν την ανάκλαση των ηλιακών ακτινών, ενώ στο 2<sup>ο</sup> ερωτηματολόγιο αυξήθηκαν στα 7 παιδιά. Παράλληλα, στο post-test 3 μαθητές αναφέρθηκαν στον όρο της λευκαύγειας, ο οποίος πριν από την διδακτική μας προσέγγιση δεν είχε αναφερθεί καθόλου από τα παιδιά.

Τώρα, όσον αφορά τα σχέδια που έκαναν οι μαθητές πάνω στις εικόνες, παρατηρούμε ότι στο pre-test η πλειοψηφία των παιδιών σχεδίασε ευθείες ακτίνες από τον Ήλιο προς τη Γη, ενώ μετά τη διδασκαλία μας, στο post-test σχεδίασε την ανάκλαση και την απορρόφηση των ηλιακών ακτινών από τη Γη. Στα σχήματα 2 και 3 φαίνονται κάποια ενδεικτικά σχέδια των μαθητών και για τα 2 ερωτηματολόγια. Στο pre-test οι μαθητές κατά κύριο λόγο έχουν σχεδιάσει ακτίνες/γραμμές προς τη Γη, αλλά και την ανάκλαση και απορρόφηση των ηλιακών ακτινών από τον Ήλιο. Στο post-test και πάλι οι περισσότεροι μαθητές σχεδίασαν ακτίνες προς τη Γη (Σχήμα 2), αλλά υπήρχαν και μαθητές που σχεδίασαν την ανάκλαση των ακτινών, οι οποίες ακτίνες άλλες φεύγουν από το διάστημα και άλλες απορροφούνται (Σχήμα 4). Βέβαια, θα πρέπει να τονίσουμε ότι πολλά από τα παιδιά έδιναν διαφορετική γραπτή απάντηση σε σχέση με το σχέδιο που έκαναν στην εικόνα. Επίσης, διαπιστώσαμε ότι αρκετοί μαθητές προτίμησαν να σχεδιάσουν στις εικόνες από το να γράψουν κάποια απάντηση, κάτι το οποίο παρατηρήσαμε περισσότερο στα post-test και ίσως να οφείλεται στην κούραση των μαθητών.



Σχήμα 2: Ακτίνες/Γραμμές προς τη Γη.



Σχήμα 4: Ανάκλαση ακτινών/Κάποιες ακτίνες φεύγουν στο διάστημα και κάποιες απορροφούνται.

Χ  
ή

α

κ

λ

α

σ

η

κ

α

ι

α

π

ο

ρ

ρ

ό

φ

η

σ

η

α

κ

τ

ι

ν

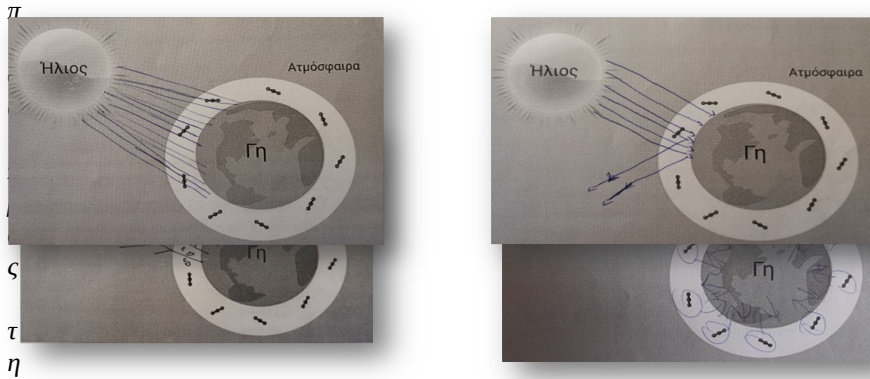
Έπειτα, η 4<sup>η</sup> ερώτηση «Τι νομίζετε ότι θα συμβεί αν υπάρχουν μόρια διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα της Γης; Μπορείτε να σχεδιάσετε (να συμπληρώσετε) ότι θέλετε στην εικόνα για να κατανοήσουμε την άποψή σας.», είναι ίδιου τύπου με την ερώτηση 3. Με λίγα λόγια, τα παιδιά και σε αυτό το ερώτημα αρχικά έπρεπε να δώσουν κάποια γραπτή απάντηση και μετά να σχεδιάσουν την άποψή τους πάνω στην εικόνα που τους είχε δοθεί. Στο 1<sup>ο</sup> ερωτηματολόγιο παρατηρήσαμε ότι τα παιδιά έδωσαν λιγότερο συγκεκριμένες γραπτές απαντήσεις από ότι στο 2<sup>ο</sup> ερωτηματολόγιο. Ειδικότερα, στο pre-test κάποιοι μαθητές απάντησαν ότι ο ουρανός θα γίνει μουντός και γκρι και κάποιοι απάντησαν ότι θα αυξηθεί η τρύπα του όζοντος. Αντίθετα, στο post-test, οι μαθητές είχαν πιο στοχευμένες απόψεις και οι περισσότεροι απάντησαν την αύξηση θερμοκρασίας τη Γης.

Όσον αφορά τα σχέδια της 4<sup>ης</sup> ερώτησης δεν παρατηρούμε ιδιαίτερες διαφορές στις απαντήσεις των παιδιών μεταξύ των δυο ερωτηματολογίων. Βέβαια, αρκετοί μαθητές σχεδίασαν την ηλιακή ακτινοβολία να ανακλάται πίσω προς τη Γη, όταν αυτή συναντηθεί με το διοξείδιο του άνθρακα. Και

Σ		Σ
Χ		Χ
ή		ή
μ		μ
α		α
5		6
:		:
A		A
κ		ν
τ		ά
ί	Σ	κ
ν	Χ	λ
ε	ή	α
ς	μ	σ
/	α	η
Γ	τ	
ρ	α	η
α		λ
μ	7	ι
μ		α
έ	κ	κ
ς	α	ώ
	ι	ν
π		
ρ	8	α
ς		τ
	A	ι
τ	ν	ν
η	ά	ώ
		ν

σε αυτή την ερώτηση αρκετοί μαθητές σχεδίασαν ακτίνες/γραμμές προς τη Γη (Σχήμα 5) και την ανάκλαση των ηλιακών ακτινών (Σχήμα 6) και στα δυο ερωτηματολόγια. Όμως, όπως αναφέραμε και παραπάνω, στα post-test αρκετά ήταν τα παιδιά που σχεδίασαν την ηλιακή ακτινοβολία να ανακλάται πίσω προς τη Γη, όταν αυτή συναντηθεί με το διοξείδιο του άνθρακα (Σχήματα 7 και 8). Παρόλα αυτά διαπιστώσαμε ότι οι μαθητές δυσκολεύτηκαν στο να καταγράψουν ότι η υπέρυθη ακτινοβολία απορροφάται από το CO<sub>2</sub> και επανεκπέμπεται προς τη Γη. Τέλος, και στη 4<sup>η</sup> ερώτηση, οι μαθητές έδιναν διαφορετική γραπτή απάντηση από τα σχέδια που έκαναν, ενώ παρατηρήσαμε ότι δυσκολεύτηκαν να απαντήσουν περισσότερο σε σχέση με την ερώτηση 3.

Η 5<sup>η</sup> και τελευταία ερώτηση του ερωτηματολογίου «Τι είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου;» ήταν κλειστού τύπου με τις εξής επιλογές απαντήσεων: Α) Φυσικό φαινόμενο, Β) Αποτέλεσμα ενεργειών του ανθρώπου, Γ) Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ. Σε αυτή την ερώτηση παρατηρούμε τεράστιες



διαφορές στις απαντήσεις των μαθητών ανάμεσα στο pre και post-test. Συγκεκριμένα, στο post-test οι 17 στους 21 μαθητές απάντησαν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό φαινόμενο σε σχέση με το pre-test που μόνο οι 3 στους 21 απάντησαν σωστά. Στο 1<sup>ο</sup> ερωτηματολόγιο η πλειοψηφία των παιδιών απάντησε ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι αποτέλεσμα ενεργειών του ανθρώπου, κάτι το οποίο άλλαξε μετά τη διδακτική μας προσέγγιση. Βέβαια, θα πρέπει να τονίσουμε ότι επιμείναμε αρκετά σε αυτό το θέμα, γιατί υπάρχουν πολλές παρανοήσεις και θεωρήσαμε ιδιαίτερα σημαντικό να κατανοήσουν ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό φαινόμενο και όχι αποτέλεσμα ενεργειών του ανθρώπου.

Θεωρούμε ότι αξίζει να αναφερθούμε στην αξιολόγηση της διδακτικής μας προσέγγισης που πραγματοποιήσαμε οι ίδιες μετά το πέρας της διδασκαλίας μας. Αρχικά, παρατηρήσαμε ότι οι μαθητές συνάντησαν δυσκολία στο να σχεδιάσουν στις εικόνες των ερωτήσεων 3 και 4. Αυτό θεωρούμε συνέβη, διότι οι περισσότεροι μαθητές και ειδικά οι μαθητές Γυμνασίου/Λυκείου δεν είναι συνηθισμένοι στο να σχεδιάζουν/ζωγραφίζουν, όσο στο να γράφουν κείμενα. Επίσης, κατά τη διάρκεια της διδακτικής μας προσέγγισης διαπιστώσαμε ότι τα παιδιά δυσκολεύονταν στην κατανόηση ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό φαινόμενο και όχι αποτέλεσμα ενεργειών του ανθρώπου.

Παράλληλα, στα post-test, οι μαθητές έδωσαν λιγότερο αναλυτικές απαντήσεις από ότι στα pre-test, κάτι το οποίο συνέβη λόγω κούρασης των παιδιών. Καθοριστικό ρόλο στην κούραση των μαθητών έπαιξε το γεγονός ότι η διδασκαλία μας πραγματοποιήθηκε τις τελευταίες μέρες του σχολικού έτους. Βέβαια, παρόλο που οι απαντήσεις στα 2<sup>α</sup> ερωτηματολόγια ήταν σύντομες, τα παιδιά έδωσαν πιο συγκεκριμένες και στοχευμένες απαντήσεις μετά τη διδακτική μας προσέγγιση. Σε γενικές γραμμές όμως, αυτό που πρέπει να τονίσουμε είναι ότι οι μαθητές και πριν αλλά και μετά τη διδασκαλία μας έθεσαν ως υπεύθυνο της κλιματικής αλλαγής τον άνθρωπο.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στη συνέχεια, όσον αφορά την επέκταση της διδακτικής μας προσέγγισης, θα μπορούσαμε να προσθέσουμε σύννεφα στη προσομοίωση και να παρατηρήσουμε την αλλαγή της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Γης. Ακόμη, θα ήταν ωφέλιμο να εστιάσουμε περισσότερο στην απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας από το CO<sub>2</sub>. Επιπλέον, σκεφτόμασταν οι μαθητές να επεξεργαστούν τον κώδικα της προσομοίωσης, τροποποιώντας στοιχεία και παραμέτρους του προγράμματος, έτσι η προσέγγισή μας θα γίνει περισσότερο διερευνητική-ανακαλυπτική και όχι τόσο καθοδηγούμενη.

Επίσης, κατά τη διάρκεια της διδακτικής μας παρέμβασης είχαμε περιορισμούς ως προς το δείγμα των μαθητών (21 παιδιά), το οποίο ήταν σχετικά μικρό, ως προς τις διδακτικές ώρες, οι οποίες ήταν λίγες με αποτέλεσμα να επιταχύνουμε αρκετά τον ρυθμό της διδασκαλίας μας και να μην επιμείνουμε σε κάποια σημεία όσο επιθυμούσαμε. Ακόμη, συναντήσαμε αρκετά τεχνικά προβλήματα όσον αφορά τους υπολογιστές της αίθουσας, αλλά και οι μαθητές προς το τέλος της διδακτικής μας παρέμβασης φάνηκαν να έχουν κουραστεί και να αποσπάζεται η προσοχή τους. Παράλληλα, παρατηρήθηκαν πολλές παρανοήσεις από την πλευρά των μαθητών σχετικά με το τι είναι η κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όμως, το εργαλείο της NetLogo συνέβαλλε στην καλύτερη και βαθύτερη κατανόηση της κλιματικής αλλαγής και του φαινόμενου του θερμοκηπίου. Άλλωστε, είναι γνωστό ότι η ένταξη των Νέων Τεχνολογιών στην εκπαίδευση βοηθάει τόσο στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών όσο και στην κατανόηση δυσνόητων εννοιών, όπως είναι ο όρος της λευκαύγειας. Παράλληλα, ο εκπαιδευτικός κατέχει σημαντικό ρόλο για την ορθή χρήση των νέων τεχνολογιών και για την ευαισθητοποίηση και την καλλιέργεια συνείδησης των μαθητών για την κλιματική κρίση. Επομένως, κρίνουμε ότι η NetLogo μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο, τόσο για την ευαισθητοποίηση και την καλλιέργεια συνείδησης των μαθητών όσο και για την ενασχόλησή τους με την τεχνολογία, τον προγραμματισμό και τη δημιουργία προσομοιώσεων.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Γκαράς, Γ., Βλάσση, Μ., Γιάτας, Δ. (2015). Εισαγωγή στις θετικές και αρνητικές αναδράσεις της Κλιματικής Αλλαγής με προσομοίωση NetLogo. Παρουσιάστηκε στο 7<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο ΠΕΕΚΠΕ, Βόλος, 8-10 Μαΐου. Ανακτήθηκε 15 Μαΐου από το Διαδίκτυο: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/69786229/NetLogo20210916-6241-lbrl0r-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1654767870&Signature=>
- Γκαράς Γ., Σταθά Α., Κατσιάπη Ν., & Πόλκας Λ. (2019). Κλιματική αλλαγή, Κοινωνία και Περιβαλλοντική ηθική. *Open Schools Journal for Open Science*, 2(1), 301–310. Ανακτήθηκε στις 15 Μαΐου από το Διαδίκτυο: <https://doi.org/10.12681/osj.19523>
- Εκ των συγγραφέων, (2013). Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών: Διδασκαλία της Πολυπλοκότητας στα Οικοσυστήματα. Διδακτορική Διατριβή. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Ανακτήθηκε 20 Ιουλίου 2022 από το Διαδίκτυο: <https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/38714?lang=el&fbclid=IwAR1UhgCHFEVqyIS1jJisfh4hnGOIYBdVqBda4bXDZyMomBUO9qKGQyhloG4#page/1/mode/2up>
- Ζαφειρόπουλος Κ., Τσορμπατσόγλου Ε., Σαρτζετάκης Δ., Γκαράς Γ., & Γιάτας Δ. (2020). Προσομοιώνοντας τις Αναδράσεις της Κλιματικής Αλλαγής. *Open Schools Journal for Open Science*, 3(7). Ανακτήθηκε στις 15 Μαΐου από το Διαδίκτυο: <https://doi.org/10.12681/osj.24345>
- Tinker, R. and Wilensky, U. (2007). NetLogo Climate Change model. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL. Ανακτήθηκε 15 Μαΐου 2022 από το Διαδίκτυο: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/ClimateChange>.
- Wilensky, U. (1999). NetLogo. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL. Ανακτήθηκε 15 Μαΐου 2022 από το Διαδίκτυο: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### Pre-test και post-test:

### Κλιματική Αλλαγή – Ερωτηματολόγιο

Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αναφέρεται στην κλιματική αλλαγή. Καλείστε να το απαντήσετε πριν και μετά τη ενασχόλησή σας με την NetLogo, ώστε να μπορέσουμε να βελτιώσουμε την διδακτική μας προσέγγιση.

Μη ξεχνάτε, ότι το παρόν ερωτηματολόγιο προορίζεται για ερευνητικούς σκοπούς.

ΔΕΝ αξιολογείστε, ούτε βαθμολογείστε, οπότε απαντήστε ελεύθερα και με ειλικρίνεια!

**Όνοματεπώνυμο:**.....

**Τμήμα:**.....

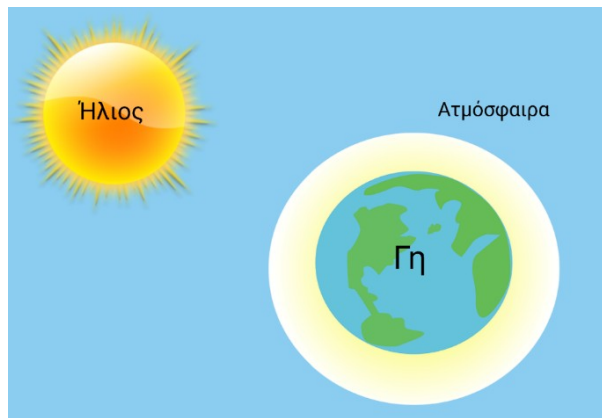
1. Τι νομίζετε ότι είναι η κλιματική αλλαγή;

.....  
.....

2. Πού πιστεύετε ότι οφείλεται η κλιματική αλλαγή;

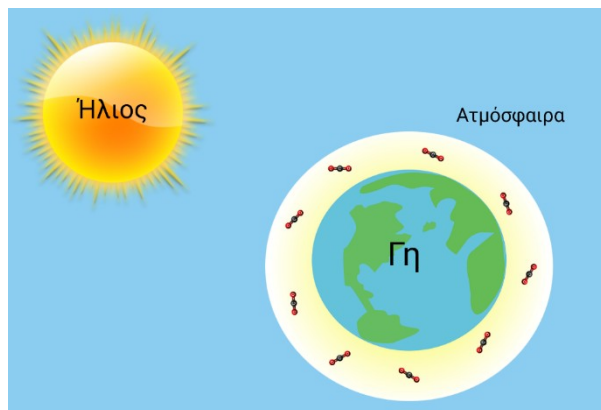
.....  
.....

3. Πώς νομίζετε ότι συμπεριφέρεται η ηλιακή ακτινοβολία όταν εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης; Μπορείτε να σχεδιάσετε (να συμπληρώσετε) ό,τι θέλετε στην εικόνα για να κατανοήσουμε την άποψή σας.



.....  
.....

Τι νομίζετε ότι θα συμβεί αν υπάρχουν μόρια διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα της Γης; Μπορείτε να σχεδιάσετε (να συμπληρώσετε) ό,τι θέλετε στην εικόνα για να κατανοήσουμε την άποψή σας.



.....  
.....



Φύλλο Εργασίας:

## NETLOGO ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ «Κλιματική Αλλαγή»

**Όνοματεπώνυμο Μαθητών:** .....

**Τμήμα:** ..... **Ομάδα:** ..... **Ημερομηνία:** .....

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα «Climate Change» της NetLogo, ώστε να παρατηρήσουμε την αλλαγή της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης, με βάση κάποιες παραμέτρους που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή.

### ΑΣ ΞΕΚΙΝΗΣΟΥΜΕ...

Τρέξτε μία – δύο φορές την προσομοίωση της NetLogo δοκιμαστικά, για να εξοικειωθείτε, χωρίς να αλλάξετε τις ρυθμίσεις της ηλιακής ακτινοβολίας και της λευκαύγειας. Πατήστε το κουμπί «Αρχικοποίηση» για να οριστικοποιηθούν οι ρυθμίσεις σας και στη συνέχεια το κουμπί «Ξεκίνα» για να ξεκινήσει το πρόγραμμα.

Τι παρατηρείτε;

Τι πιστεύετε ότι συμβολίζουν τα κίτρινα βελάκια, οι κόκκινες κουκίδες και τα κόκκινα βελάκια;

.....  
.....

Παράλληλα, θα πρέπει να λάβετε υπόψη ότι η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης είναι περίπου στους 15ο C.

### ΜΙΚΡΗ ΔΙΑΚΟΠΗ

Σε αυτό το σημείο ας συζητήσουμε σύντομα όλοι μαζί για να ξεκαθαρίσουμε τι συμβολίζουν αυτά τα τρία «πραγματάκια». Είναι σημαντικό!!!

**ΚΑΙ ΤΩΡΑ ΣΥΝΕΧΙΖΟΥΜΕ!!!**

### 1η Φάση

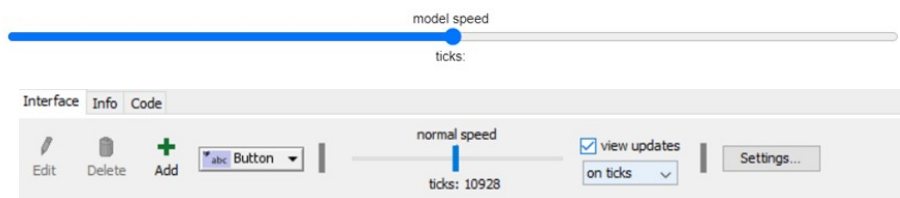
α) Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί αν αυξήσουμε την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας; (Απαντήστε πριν κάνετε κάποιες δοκιμές και μην αλλάξετε την απάντησή σας εκ των υστέρων)

.....  
 .....

β) Τώρα, τρέξτε την προσομοίωση, αυξάνοντας την τιμή της ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς να αλλάξετε τις άλλες παραμέτρους (Ενδεικτική τιμή της λευκαύγειας: 0.6).

Τι παρατηρείτε; Επιβεβαιώθηκαν οι υποθέσεις σας που κάνατε στη αρχή;

.....  
 .....



γ) Αλλάξτε την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα. Αφήστε την προσομοίωση να τρέξει αρκετή ώρα μέχρι να σταθεροποιηθεί αρκετά η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης. Μπορείτε να αλλάξετε την ταχύτητα της προσομοίωσης (speed) για να δείτε πιο γρήγορα τα αποτελέσματα.

Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας	Μέση Θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης
0.2	
1	
2	
3	
4	
5	

δ) Αφού συμπληρώσετε τον παραπάνω πίνακα, καταγράψτε τα συμπεράσματά σας.

.....  
.....

## 2η Φάση

α) Τι νομίζετε ότι είναι η λευκαύγεια;

Τρέξτε την προσομοίωση, βάζοντας 2-3 διαφορετικές τιμές και συγκρίνετε τα αποτελέσματα που βρήκατε, χωρίς να αλλάξετε τις υπόλοιπες παραμέτρους (Ενδεικτική τιμή της ηλιακής ακτινοβολίας: 2.4).

.....  
.....

β) Αλλάξτε κάποιες φορές την ηλιακή ακτινοβολία και την λευκαύγεια και συμπληρώστε τον πίνακα.

Για τη «Μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης» κάντε μια εκτίμηση ανάλογα με τις τιμές που βλέπετε να αλλάζουν ή σημειώστε μια περιοχή τιμών «Από ... Έως»)

Ηλιακή ακτινοβολία	Λευκαύγεια	Μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης
0.2	0.9	
0.2	0.6	
0.2	0.1	
4.4	0.2	
2.4	0.2	
0.4	0.2	
4.4	1	
2.4	0.5	

γ) Τι παρατηρείτε; Καταγράψτε τα συμπεράσματά σας.

.....  
.....

### 3η Φάση

α) Τι πιστεύετε ότι θα γίνει αν προσθέσουμε διοξείδιο του άνθρακα στην προσομοίωση;

(Απαντήστε πριν κάνετε κάποιες δοκιμές και μην αλλάξετε την απάντησή σας εκ των υστέρων)

.....  
.....

β) Τρέξτε την προσομοίωση με την ηλιακή ακτινοβολία να βρίσκεται στο 3 και την λευκαύγεια στο 0.6. Πόση είναι η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης;

.....

γ) Τώρα, προσθέστε σταδιακά διοξείδιο του άνθρακα στην προσομοίωση. Τι παρατηρείτε να συμβαίνει στη θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης;

.....  
.....

δ) Τώρα, αφαιρέστε σταδιακά διοξείδιο του άνθρακα στην προσομοίωση. Τι παρατηρείτε να συμβαίνει στη θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης;

.....  
.....

ε) Πατήστε το κουμπί «Παρατήρησε μια ακτίνα» και δείτε πως συμπεριφέρεται η ηλιακή ακτινοβολία, όταν συναντάται με το διοξείδιο του άνθρακα. Τι παρατηρείτε;

(Μάλλον θα χρειαστεί να δοκιμάσετε μερικές φορές πριν σχηματίσετε κάποια άποψη)

.....  
.....

στ) Σύμφωνα με όσα έχετε παρατηρήσει και καταγράψει ως τώρα, πως νομίζετε ότι επιδρά το διοξείδιο του άνθρακα στην αλλαγή της θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης;

.....  
.....

# Μέτρηση της Μάζας σε Συνθήκες Μικροβαρύτητας: Εκτοξεύοντας την Εκπαίδευση στο Διάστημα

**Τσαντίλας Σωτήριος**

tsantilas77@gmail.com

Μαθηματικός - Αστροφυσικός (PhD, MSc), Ζάννειο Πρότυπο Λύκειο Πειραιά

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένας από τους καλύτερους τρόπους για να επιτευχθεί η συμπερίληψη των μαθητών στη διδακτική πράξη είναι η υλοποίηση πειραμάτων και οι hands on δραστηριότητες που μπορούν να πραγματοποιηθούν εντός της σχολικής τάξης, του σχολικού εργαστηρίου ή ακόμα και σε εξειδικευμένα εργαστήρια. Μέχρι πού μπορεί όμως να φτάσει αυτή η δυνατότητα πειραματισμού;

Στις 11 Δεκεμβρίου στις 17:53:11 UTC εκτοξεύτηκε από το Τέξας των ΗΠΑ η αποστολή NS-12 της αεροδιαστημικής εταιρείας BLUE ORIGIN η οποία μετέφερε στο διάστημα το πείραμα των μαθητών του Ομίλου Διαστημικής και Ρομποτικής SPACE του Ζαννείου Προτύπου Λυκείου. Στόχος του πειράματος ήταν να μετρηθεί η μάζα ενός σώματος εκεί όπου δεν μπορούν να λειτουργήσουν οι ζυγαριές, δηλαδή κατά τη σύντομη χρονική περίοδο που ο πύραυλος βρισκόταν σε κατάσταση έλλειψης βαρύτητας ή πιο σωστά σε συνθήκες μικροβαρύτητας. Στην εργασία αυτή θα αναπτύξω τον τρόπο υλοποίησης του πειράματος, το επιστημονικό υπόβαθρο που χρησιμοποιήθηκε, την επιτυχή ολοκλήρωσή του και κυρίως τα διδακτικά και εκπαιδευτικά οφέλη των μαθητών από αυτή την εξαιρετικά ενδιαφέρουσα δράση STEM.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Διαστημική, Όμιλοι, Πείραμα, Μικροβαρύτητα

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι Όμιλοι Αριστείας και Δημιουργικότητας (Δ.Ε.Π.Π.Σ., 2013) αποτελούν εδώ και χρόνια ένα σημαντικό κομμάτι του διδακτικού έργου των εκπαιδευτικών στα Πρότυπα και Πειραματικά σχολεία. Είναι το κομμάτι εκείνο στο οποίο -με πολύ μεγάλη χαρά είναι η αλήθεια- πειραματιζόμαστε με δράσεις STEM και καινοτόμους τρόπους διδασκαλίας. Στον Όμιλο Διαστημικής και Ρομποτικής SPACE που λειτουργεί από το 2014 στο Ζάννειο Πρότυπο Λύκειο Πειραιά, έχουμε εξερευνήσει πάρα πολλούς από αυτούς, παίρνοντας πάντοτε αφορμή και έμπνευση από το Διάστημα ή και από τεχνολογίες αιχμής. Κάθε χρόνο συμμετέχουμε σε 3-4 σχολικούς διαγωνισμούς, εθνικούς, ευρωπαϊκούς ή και διεθνείς, όπως είναι για παράδειγμα οι διαγωνισμοί Zero Robotics (Zero Robotics, 2015), CanSat (The European Space Agency, 2020), Astro Pi (The European Space Agency, 2021), STEM Stars (STEM Stars Greece, 2022), Beamline for Schools (CERN, 2016), κ.α. που διοργανώνονται από σημαντικούς φορείς όπως η ESA, η NASA, το MIT, το CERN, το ΥΠΑΙΘ και η Πρεσβεία των ΗΠΑ.

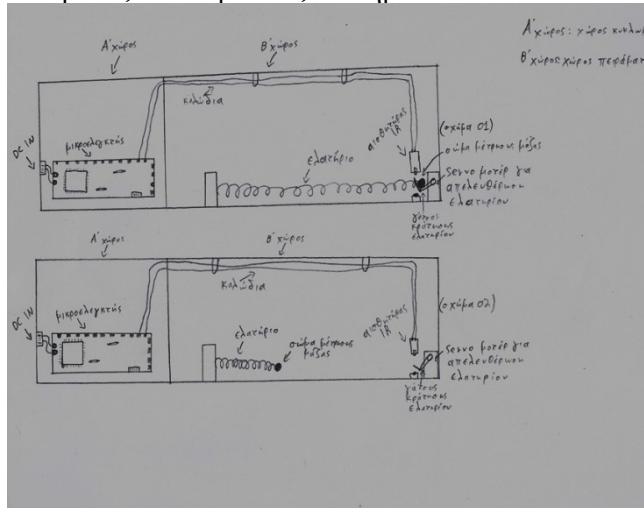
Τον Νοέμβριο του 2018, συμμετείχαμε στον 1<sup>ο</sup> Διαγωνισμό Αεροδιαστημικής που διοργάνωσε η Ένωση Ελλήνων Φυσικών. Το θέμα του διαγωνισμού ήταν η πρόταση και υλοποίηση ενός πειράματος σε συνθήκες μικροβαρύτητας και το βραβείο ήταν η αποστολή του πειράματος στην Karman line (επίσημο όριο του διαστήματος) με τον πύραυλο New Shepard της αεροδιαστημικής εταιρείας BLUE ORIGIN. Η συμμετοχή μας αυτή εξελίχθηκε σε ένα από τα πιο σημαντικά εγχειρήματα από διδακτικής και εκπαιδευτικής πλευράς, αλλά ταυτόχρονα και ένα από τα πιο δύσκολα, η ολοκλήρωση του οποίου δείχνει πραγματικά τις απίστευτες δυνατότητες που έχουν οι μαθητές μας φέρνοντας εις πέρας ένα έργο το οποίο φάνταζε τιτάνιο.

## ΟΡΓΑΝΩΣΗ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Για τη συμμετοχή στο διαγωνισμό ενδιαφέρθηκαν 10 από τους 18 μαθητές του ομίλου, αφού οι υπόλοιποι είχαν επιλέξει άλλα θέματα, πάντοτε σχετικά με τη διαστημική και το STEM. Το πρώτο στάδιο ήταν η εύρεση του θέματος του πειράματος και ο αρχικός σχεδιασμός του ώστε να μπορεί να αξιολογηθεί από την επιτροπή του διαγωνισμού ως ενδιαφέρον και υλοποιήσιμο. Η ιδέα του πειράματος ξεκίνησε από μια απλή όσο και περίεργη ερώτηση που έθεσαν οι μαθητές: Πώς μπορούμε να «ζυγίσουμε» πράγματα σε συνθήκες μηδενικής βαρύτητας; Αποφασίσαμε λοιπόν να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε μια διάταξη που θα μπορούσε να κάνει αυτό ακριβώς το πράγμα: Να

«ζυγίσουμε», δηλαδή να υπολογίσουμε τη μάζα ενός αντικειμένου σε συνθήκες μηδενικής βαρύτητας.

Η ιδέα που έδωσα στα παιδιά για να μπορέσουν να κινηθούν προς μια λύση του προβλήματος ήταν να συσχετίσουν τη μάζα με την ταλάντωση και μάλιστα τα ώθησα να ψάξουν να βρουν πώς έχουν λύσει αυτό το πρόβλημα οι αστροναύτες του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού οι οποίοι σίγουρα θα πρέπει να παρακολουθούν το «βάρος» τους δεδομένου ότι παραμένουν σε συνθήκες μηδενικής βαρύτητας για αρκετούς μήνες. Δεν άργησαν να βρουν βίντεο στο Youtube με συσκευές στις οποίες ανέβαιναν οι αστροναύτες και μέσω ταλαντώσεων μετρούσαν τη μάζα τους. Ξεκινώντας από αυτή την αφετηρία τα παιδιά σχεδίασαν μια διάταξη (Σχήμα 1) μέσω της οποίας θα μπορούσαν να μετρήσουν τη μάζα ενός δοκιμαστικού σώματος στο άκρο ενός ελατηρίου.



Σχήμα 1: Ένα πρόχειρο πρώτο σχέδιο της διάταξης που σχεδίασαν οι μαθητές για το πείραμά τους.

Όπως φαίνεται στο σχήμα, η διάταξη περιελάμβανε ένα ελατήριο στην άκρη του οποίου βρισκόταν το σώμα του οποίου θα μετρούσαμε τη μάζα, έναν μικροεπεξεργαστή, ένα αισθητήρα IR απόστασης και ένα σερβοκινητήρα για να απελευθερώσει το ελατήριο τη στιγμή που θα υπήρχε μηδενική βαρύτητα.

## Η ΦΥΣΙΚΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Θεωρούμε ένα αβαρές ελατήριο σταθερά  $k$  με ένα σώμα μάζας  $m$  συνδεδεμένο στην άκρη του. Ο νόμος του Hooke μας δίνει:

$$F_s = -kx \quad (1)$$

Όμως η σταθερά  $k$  του ελατηρίου ισούται με:  
 $k = m(2\pi f)^2 = 4m\pi^2 f^2 k = m(2\pi f)^2 = 4m\pi^2 f^2$   
 και τελικά με:

$$k = \frac{4m\pi^2}{T^2} \quad (2)$$

όπου  $f$  είναι η συχνότητα και  $T$  η περίοδος της ταλάντωσης.

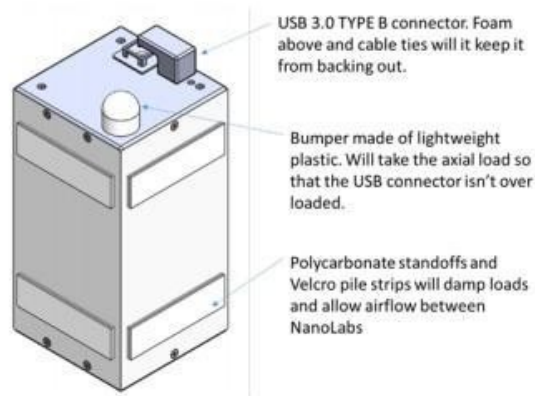
Λύνοντας την (2) ως προς  $m$  έχουμε τον τύπο που συνδέει τη μάζα με την περίοδο της ταλάντωσης:

$$m = \frac{kT^2}{4\pi^2} \quad (3)$$

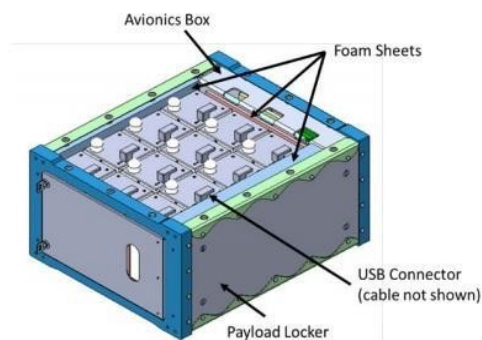
Παρατηρείστε ότι η περίοδος ταλάντωσης δεν επηρεάζεται από την επιτάχυνση της βαρύτητας, άρα παραμένει ίδια είτε στο σχολικό εργαστήριο στη Γη είτε σε συνθήκες μικροβαρύτητας στο διάστημα. Στόχος μας λοιπόν ήταν να υπολογίσουμε την τιμή της περιόδου ταλάντωσης  $T$ .

## Η ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΚΑΙ Η ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΟΥ ΣΤΟΝ ΠΥΡΑΥΛΟ NEW SHEPARD

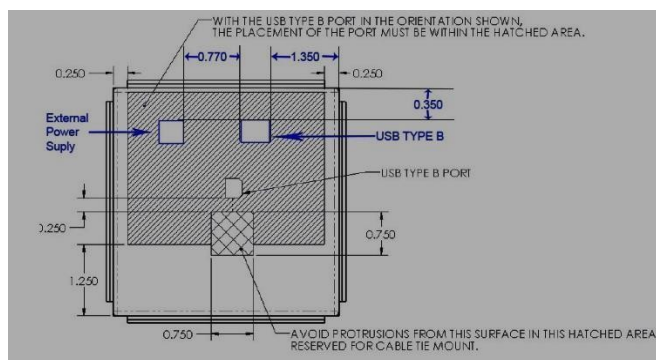
Τον Φεβρουάριο του 2019 και 3 μήνες μετά από τη διάκρισή μας στον διαγωνισμό, επικοινωνήσαμε μαζί μου στέλεχος της εταιρείας NANORACKS η οποία είναι επιφορτισμένη με την ενσωμάτωση επιστημονικών πειραμάτων στον πύραυλο New Shepard. Με ενημέρωσε ότι θα έχουμε τακτικές τηλεδιασκέψεις –περίπου 2-3 κάθε μήνα – στις οποίες θα τους ενημερώνουμε για την πρόοδο της κατασκευής σύμφωνα με τα χρονοδιαγράμματα, αλλά – κυρίως – θα ελέγχεται το πείραμά μας αν πληροί τις αυστηρές προδιαγραφές ασφαλείας και συμβατότητας με τον πύραυλο. Το πείραμα - NanoLab θα έπρεπε να έχει διαστάσεις και μορφή τύπου 2U, δηλαδή ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο διαστάσεων  $4 \times 4 \times 8 \text{ in} \times 4 \times 8 \text{ in}$  (Σχήμα 2) ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί στο σύστημα NanoRacks Feather Frame NRFF (Σχήμα 3) μέσα στην κάψουλα του πυραύλου New Shepard. Επίσης δεν θα έπρεπε να ξεπερνά σε βάρος τα 1.1 lbm (0.499 Kg). Πέρα από τους περιορισμούς σε διαστάσεις και βάρος το NanoLab θα έπρεπε να αντέχει σε επιταχύνσεις μέχρι 12 g, να μην ξεπερνάει τα 900 mA έντασης ρεύματος, αλλά και να έχει δομική αντοχή 15 lb στο διαμήκη άξονα και 10 lb στους δύο κάθετους. Οι οδηγίες συμπεριελάμβαναν και λεπτομερή σχέδια (blueprints) για τις διαστάσεις και την θέση όλων των υποδοχών (Σχήμα 4).



Σχήμα 2: NanoLab. Οι διαστάσεις του είναι  $4 \times 4 \times 8 \text{ in} \times 4 \times 8 \text{ in}$ .



Σχήμα 3: NanoRacks Feather Frame. Είναι σχεδιασμένο να περιέχει μέχρι 12 NanoLabs.



**Σχήμα 4:** Διάγραμμα top view για το NanoLab.

Οι μαθητές χώρισαν το συνολικό έργο σε 4 τομείς:

- Ηλεκτρονικά/Ηλεκτρολογικά
- Προγραμματισμός
- 3D Σχεδίαση / Μηχανολογικό
- Δοκιμή Συστημάτων / Επεξεργασία Δεδομένων

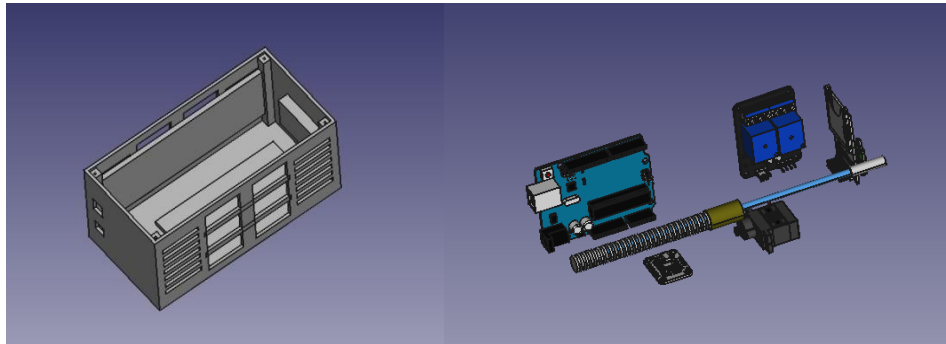
και το τελικό NanoLab κατασκευάστηκε με τη βοήθεια 3D εκτύπωσης από εταιρεία-χορηγό μας. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα που περιελήφθη στο Bill Of Materials (BOM) ο οποίος συνόδευσε την τελική αναφορά μας προς την NANORACKS.

**Πίνακας 1:** Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για το NanoLab όπως παρουσιάζονται στο BOM (Bill Of Materials).

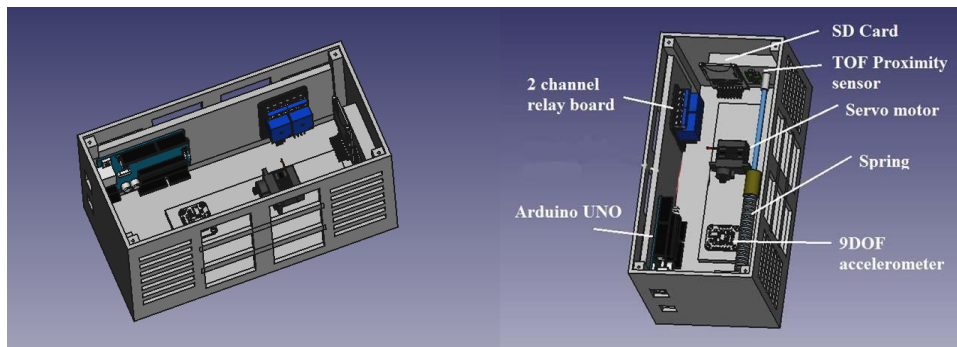
<i>Description</i>	<i>Quantity</i>	<i>Mass (g)</i>
Arduino UNO	1	25
Micro SD Card Adapter Reader Module for Arduino	1	3.5
SD card	2	1
servo motor SG90	1	14.7
2 Channel 5V Optical Isolated Relay Module	1	30
BNO055 Absolute Orientation Sensor	1	3
VL6180X Proximity sensor	1	1.4
Spring (Made of steel)	1	3
Plastic Body (PLA)	1	20
Plastic Axle (PLA)	1	20
Main Box of NanoLab (PLA)	1	263.4
Screws	20	5
Total		390

Για την 3D σχεδίαση χρησιμοποιήθηκε το δωρεάν λογισμικό FreeCad, ενώ για το ηλεκτρολογικό σχέδιο χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό fritzing. Στα Σχήματα 5-7 παρουσιάζονται διάφορες φάσεις του σχεδιασμού του NanoLab καθώς και το πλήρες ηλεκτρολογικό σχέδιο.

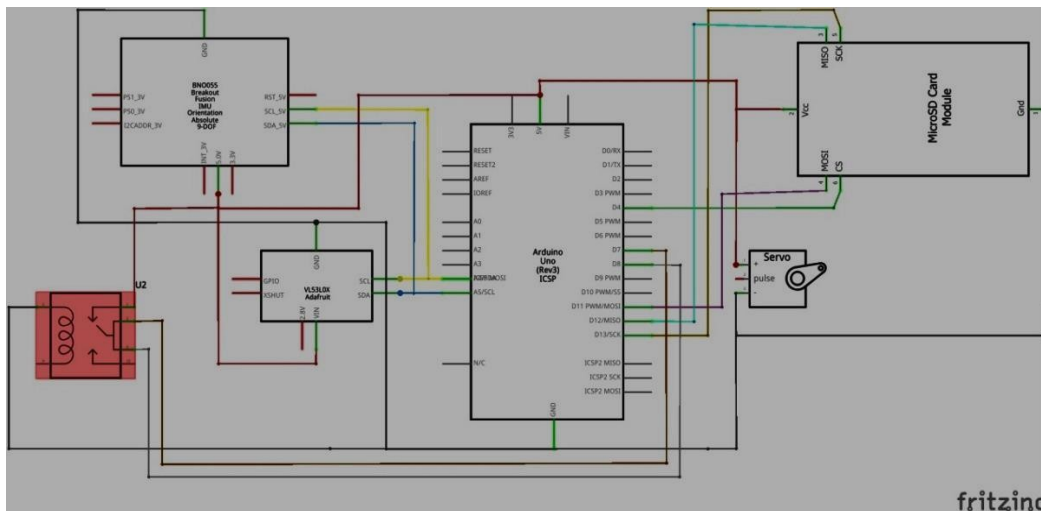




Σχήμα 5: 3D απεικόνιση του NanoLab και των περιεχομένων του.



Σχήμα 6: 3D απεικόνιση του NanoLab και των περιεχομένων του.



Σχήμα 7: Πλήρες ηλεκτρολογικό σχέδιο του NanoLab.

Ως μικροεπεξεργαστής χρησιμοποιήθηκε το Arduino Uno, το οποίο αν και σχετικά μεγάλο είναι εξαιρετικά αξιόπιστο (Προκόπης, 2017). Χρησιμοποιήθηκε ένας αισθητήρας BNO055 Absolute Orientation Sensor για την καταγραφή όλων των κινήσεων του NanoLab και κατ' επέκτασιν του πυραύλου, αλλά κυρίως για την μέτρηση των επιταχύνσεων ώστε να καταγραφεί με ακρίβεια η περίοδος μικροβαρύτητας. Για την μέτρηση της περιόδου της ταλάντωσης του ελατηρίου που ήταν και ο κεντρικός στόχος του πειράματος, χρησιμοποιήθηκε το VL6180X Proximity sensor το οποίο είναι laser χαμηλής ισχύος και μετρά την απόσταση αντικειμένων από τον αισθητήρα του. Για τον έλεγχο του ελατηρίου χρησιμοποιήθηκε το servo motor SG90 στο οποίο τοποθετήθηκε custom βραχίονας για να κρατάει συμπιεσμένο το ελατήριο. Επιπλέον, τοποθετήθηκε το ρελέ 2 Channel 5V Optical Isolated Relay Module μέσω του οποίου θα γινόταν ο έλεγχος μικροκάμερας η οποία θα ξεκινούσε αυτόματα να καταγράφει λίγα δευτερόλεπτα πριν την απελευθέρωση του ελατηρίου σε κατάσταση

μικροβαρύτητας. Η μικροκάμερά μας όμως δεν είχε σχεδιαστεί για αυτοματοποιημένη χρήση και οι προσπάθειές μας να την ελέγξουμε μέσω του Arduino και του ρελέ δεν είχαν επιτυχία.

Μια από τις μεγαλύτερες δυσκολίες ήταν η υλοποίηση του συστήματος του ελατηρίου για δύο λόγους: α) Λόγω περιορισμών βάρους, το σώμα του οποίου μετρήσαμε τη μάζα, έπρεπε να είναι ελαφρύ. Αυτό σήμαινε ότι η περίοδος της ταλάντωσης ήταν εξαιρετικά μικρή (Εξίσωση 3) και δεν μπορούσε να καταγραφεί από τον αισθητήρα απόστασης ο οποίος αρχικά είχε συχνότητα δειγματοληψίας 5 Hz. Για το λόγο αυτό απευθυνθήκαμε σε ειδικό κατασκευαστή ο οποίος μας έφτιαξε μια σειρά ελατηρίων με εξαιρετικά μικρό συντελεστή  $k$ , ώστε να αντισταθμίσουμε το μικρό βάρος του σώματος β) Το ελατήριο θα έπρεπε να ταλαντώνεται σε πολύ μικρό χώρο, σε ευθεία γραμμή και να μην χτυπάει στα τοιχώματα του NanoLab. Επιπλέον, αν κινιόταν ελεύθερα υπήρχε κίνδυνος να καταστραφεί κατά την εκτόξευση και στα διαστήματα που θα δεχόταν μεγάλες επιταχύνσεις. Το πρόβλημα λύθηκε με την κατασκευή άξονα με λιπαντικό, που διερχόταν μέσα από το ελατήριο αλλά και μέσα από το σώμα που ταλαντωνόταν (Σχήματα 5-6). Η τελική κατασκευή του NanoLab παρουσιάζεται στα Σχήματα 8-9.

Ο προγραμματισμός του NanoLab έγινε σε περιβάλλον Arduino. Η επικοινωνία με τον πύραυλο New Shepard έγινε μέσω θύρας USB Type B, καθώς το Arduino Uno «έβλεπε» τον πύραυλο ως σειριακή θύρα. Για να δοκιμαστούν οι επικοινωνίες, μας εστάλη από τη NANORACKS το ειδικό λογισμικό/simulator NFF-Toolbox. Το λογισμικό αυτό εξομοιώνει την πτήση του πυραύλου, από την εκτόξευση έως την προσγείωση της κάψουλας, και στέλνει στο NanoLab τα αντίστοιχα δεδομένα τα οποία έχουν προκύψει από προηγούμενη επιτυχημένη αποστολή.

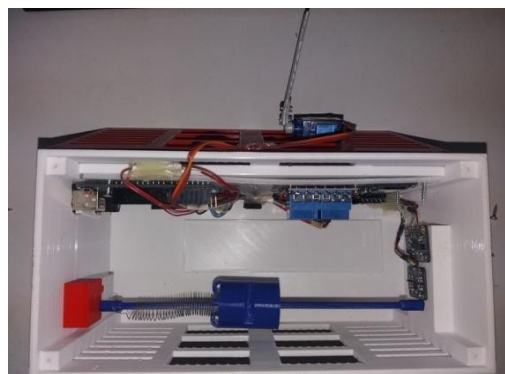
Το πρόγραμμα που έγραψαν οι μαθητές και φορτώθηκε στο Arduino Uno είχε 4 μέρη:

- Επικοινωνία με τον πύραυλο
- Καταγραφή τηλεμετρίας του πυραύλου
- Καταγραφή δεδομένων των αισθητήρων του πειράματός μας
- Καταγραφή μετρήσεων του ελατηρίου.

Το τελικό πρόγραμμα δοκιμάστηκε επιτυχώς με το NFF-Toolbox.



**Σχήμα 8:** Τελική κατασκευή του NanoLab. Αριστερά: top view με κλειστό το κάλυμμα πάνω στο οποίο είναι συνδεδεμένο το servomotor για τον έλεγχο του ελατηρίου. Δεξιά: το εσωτερικό του NanoLab



**Σχήμα 9:** Τελική κατασκευή του NanoLab. Top view με ανοικτό το κάλυμμα πάνω στο οποίο είναι συνδεδεμένο το servomotor (διακρίνεται στο επάνω μέρος) για τον έλεγχο του ελατηρίου.

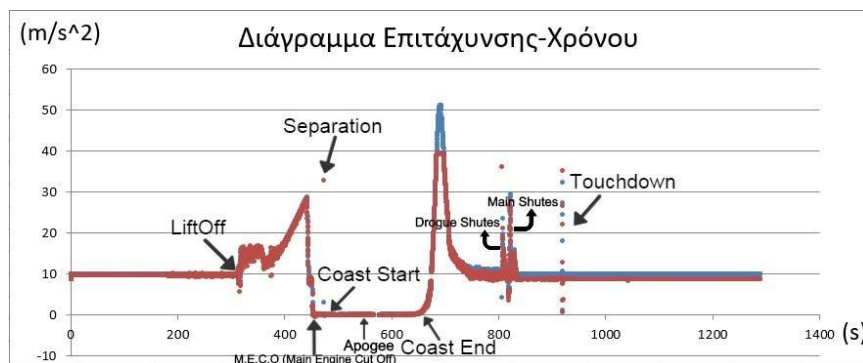
## Η ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ ΚΑΙ Η ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Στις 11 Δεκεμβρίου στις 17:53:11 UTC πραγματοποιήθηκε από το Τέξας των ΗΠΑ η εκτόξευση του πυραύλου New Shepard με την αποστολή NS-12/P9 (Blue Origin, 2019) της αεροδιαστημικής εταιρείας BLUE ORIGIN, που μετέφερε το πείραμά μας (Σχήμα 10). Λίγα λεπτά μετά την εκτόξευση, ο πύραυλος έφτασε στο μέγιστο ύψος των 343061 ft και βρέθηκε σε συνθήκες μηδενικής βαρύτητας για 190 δευτερόλεπτα. Μόλις ο μικροεπεξεργαστής μας πήρε την ένδειξη μέσω της τηλεμετρίας του πυραύλου, έδωσε την εντολή στο servo motor το οποίο απελευθέρωσε το ελατήριο και το προσδεμένο σε αυτό σώμα. Οι ταλαντώσεις του καταγράφηκαν από τον αισθητήρα εγγύτητας (τον οποίο στο μεταξύ είχαμε καταφέρει να αναβαθμίσουμε σε συχνότητα δειγματοληψίας 25 Hz) και μαζί με όλες τις πληροφορίες από τους υπόλοιπους αισθητήρες μεταφέρθηκαν σε 2 αρχεία στην κάρτα αποθήκευσης SD. Στο Σχήμα 11 παρουσιάζεται το διάγραμμα επιτάχυνσης – χρόνου όπως καταγράφηκε από το δικό μας αισθητήρα (κόκκινο), αλλά και από τα όργανα του New Shepard (μπλε) από την εξέδρα εκτόξευσης μέχρι και την προσγείωση της κάψουλας. Στα Σχήματα 12-13 παρουσιάζεται η ταλάντωση του σώματος που είναι συνδεδεμένο στο ελατήριο του πειράματός μας στο εργαστήριο του σχολείου υπό γήινη βαρυτική επιτάχυνση (κόκκινο) και στο Διάστημα σε συνθήκες μηδενικής βαρύτητας (μπλε).

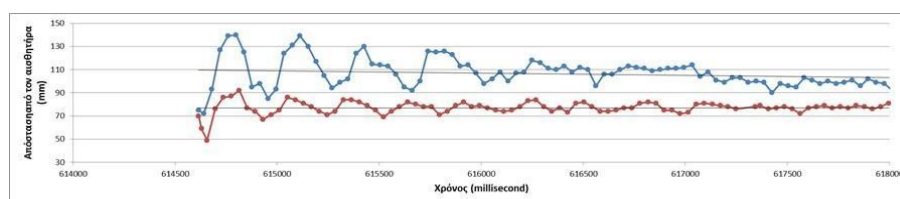
Υπολογίζοντας τις διαφορές μεταξύ των μεγίστων και των ελαχίστων του Σχήματος 13 και παίρνοντας του μέσους όρους, υπολογίστηκε η τιμή της περιόδου  $T = 331,75 \text{ ms}$ . Από αυτήν την περίοδο εκτιμήθηκε η μάζα του ταλαντούμενου σώματος σε  $m = 17,01 \text{ g}$ . Το πραγματικό του βάρος μετρημένο στη Γη είναι  $m = 16,85 \text{ gm} = 16,85 \text{ g}$ , δηλαδή σφάλμα μικρότερο από 1%.



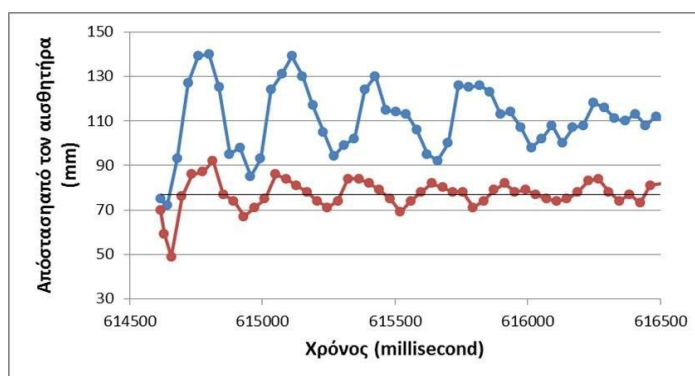
Σχήμα 10: Ο πύραυλος New Shepard της BLUE ORIGIN και η Crew Capsule που περιέχει το πείραμά μας.



Σχήμα 11: Διάγραμμα επιτάχυνσης-χρόνου: Με κόκκινο είναι οι μετρήσεις του αισθητήρα του πειράματός μας, ενώ με μπλε οι μετρήσεις των οργάνων του πυραύλου New Shepard. Διακρίνονται οι διάφορες φάσεις της πτήσης.



Σχήμα 12: Η ταλάντωση του σώματος του πειράματός μας, όπως καταγράφηκε από τον αισθητήρα εγγύτητας στο Διάστημα υπό συνθήκες μηδενικής βαρύτητας (μπλε) και στη Γη (κόκκινο).



**Σχήμα 13:** Η ταλάντωση του σώματος του πειράματός μας, όπως καταγράφηκε από τον αισθητήρα εγγύτητας στο Διάστημα υπό συνθήκες μηδενικής βαρύτητας (μπλε) και στη Γη (κόκκινο).

## ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ, ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΗ ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ - ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Εδώ και αρκετά χρόνια, οι Όμιλοι Αριστείας και Δημιουργικότητας που λειτουργούν στα Πρότυπα και Πειραματικά σχολεία, έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά διδακτικά και παιδαγωγικά εργαλεία. Προσφέρουν τη δυνατότητα στους μαθητές να ασχοληθούν με αντικείμενα που τους ενδιαφέρουν και τους ενθουσιάζουν, με τις τέχνες, τις επιστήμες, τον αθλητισμό καθώς και με ποικίλες άλλες δραστηριότητες. Έτσι, οι μαθητές μπορούν να «διδασχθούν» θέματα που είναι εκτός της διδακτέας ύλης, αλλά είναι συμπληρωματικά αυτής. Μπορούν να εμβαθύνουν, να αναλύσουν και να πειραματιστούν. Σε αυτό το πλαίσιο, οι hands on δραστηριότητες και οι σχολικοί διαγωνισμοί, είναι ιδανικά εργαλεία για να επιτευχθούν οι παραπάνω διδακτικοί στόχοι, αφού οι μαθητές πειραματίζονται και μέσω της διαδικασίας δοκιμής και λάθους ανακαλύπτουν τις λύσεις σε πραγματικά προβλήματα. Επιπλέον, σε μια σύνθετη hands on δραστηριότητα η ομαδοσυνεργατικότητα αποδεικνύεται απαραίτητη για την ολοκλήρωσή της. Έτσι, οι κύριοι αξιολογητές της δουλειάς τους είναι αυτοί οι ίδιοι και τα μέλη της ομάδας τους. Στη διάρκεια των τελευταίων οκτώ ετών ο Όμιλος Διαστημικής και Ρομποτικής SPACE, απορροφά περίπου τόσο χρόνο και προσπάθεια, όσο οι υπόλοιπες «κανονικές» εκπαιδευτικές δραστηριότητές μου στο σχολείο, διπλασιάζοντας ουσιαστικά τις εργατοώρες μου. Εκτιμώ όμως ότι τα οφέλη στους μαθητές είναι πολλαπλάσια. Παρ' όλα αυτά, το γεγονός ότι οι Όμιλοι υλοποιούνται εκτός διδακτικού ωραρίου λειτουργεί πολλές φορές αποτρεπτικά για τους μαθητές. Η ένταξή τους στο κανονικό ωράριο θα ήταν μια κίνηση προς τη σωστή κατεύθυνση, ειδικά αν αναλογιστεί κανείς την τεράστια διδακτική και εκπαιδευτική προσφορά τους.

Για να ενδιαφερθεί ένας μαθητής να αφιερώσει πολύ κόπο και χρόνο σε μία εξωσχολική δράση η οποία μάλιστα δεν βαθμολογείται, θα πρέπει να είναι κάτι που να τον ελκύει σε μεγάλο βαθμό. Και εδώ υπάρχει το κατάλληλο εργαλείο: Το διάστημα.

Το διάστημα ασκεί τεράστια έλξη σε όλους τους μαθητές κάθε ηλικίας. Πολλές φορές αυτή η επίδραση είναι πιο έντονη στους λεγόμενους «αδύνατους» μαθητές. Έχει τη δύναμη να εμπνέει και να μαγεύει. Ο Όμιλος SPACE είχε πάντοτε περισσότερες αιτήσεις από το μέγιστο αριθμό που επιτρέπεται, δηλαδή τα 18 άτομα, γεγονός που μας δημιουργεί κάθε χρόνο ένα άβολο πρόβλημα. Έτσι, με αφετηρία το δέος και την έλξη που ασκεί το διάστημα, οι μαθητές του ομίλου εκείνης της περιόδου ενεπλάκησαν με πείσμα και ενθουσιασμό και ολοκλήρωσαν επιτυχώς μια εξαιρετικά δύσκολη και πολύπλοκη δράση.

Έμαθαν να μοιράζουν εργασίες, να καταρτίζουν χρονοδιαγράμματα και να τηρούν προθεσμίες. Να σχεδιάζουν μια πολύπλοκη αποστολή ξεκινώντας από τα απλά, με ένα μολύβι και ένα χαρτί, και να προχωρούν υλοποιώντας τις λεπτομέρειες με ένα βήμα τη φορά. Έμαθαν να εμπιστεύονται τους υπόλοιπους ότι ο καθένας θα κάνει αυτό που του αναλογεί διότι αλλιώς δεν θα μπορέσει να ολοκληρωθεί η δουλειά στην οποία είχαν επενδύσει τόσο κόπο και χρόνο. Για να πραγματοποιηθεί η εκτόξευση, η NANORACKS μας είχε δώσει προθεσμία μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρίου για την αποστολή του πειράματος, ώστε να ολοκληρώσει όλους τους απαραίτητους ελέγχους. Αυτό σημαίνει ότι μαζί με τα παιδιά δουλέψαμε όλο το καλοκαίρι μέχρι και τον Αύγουστο για να είναι όλα έτοιμα.

Έκαναν πολλές φορές brainstorming για να βρουν λύσεις σε προβλήματα που παρουσιάζονταν.

Σε κάθε φάση της δράσης ήμουν πάντοτε παρόν, αλλά προσπάθησα να περιορίσω τις παρεμβάσεις μου στο ελάχιστο. Πολλές φορές βέβαια ζητήθηκε η βοήθειά μου σε θέματα που δεν ήταν δυνατόν να βρουν τη λύση οι μαθητές μόνοι τους.

Έμαθαν να χειρίζονται εξειδικευμένα προγράμματα όπως το FreeCad, το Friezling και να προγραμματίζουν σε C και Python. Ο μαθητής που έκανε όλη τη 3D σχεδίαση στο FreeCad ξεκίνησε χωρίς να γνωρίζει απολύτως τίποτα για αυτό το λογισμικό, αλλά ούτε και για μηχανολογικό ή αρχιτεκτονικό σχέδιο CAD. Αυτή τη στιγμή είναι φοιτητής στο τμήμα Ναυπηγών του ΕΜΠ, μια επιλογή που όπως έμαθα μάλλον οφείλεται στην συγκεκριμένη ενασχόλησή του εκείνη τη χρονιά.

Οι μαθητές που ασχολήθηκαν μέχρι τέλους και υλοποίησαν τη δράση ήταν περίπου οι μισοί από την αρχική ομάδα. Όπως προαναφέρθηκε, οι Όμιλοι Αριστείας των Προτύπων και Πειραματικών Λυκείων λειτουργούν εκτός διδακτικού ωραρίου, πράγμα που σημαίνει ότι ο χρόνος που έπρεπε να αφιερώσουν ήταν φαινομενικά εις βάρος άλλων δραστηριοτήτων τους. Αυτός είναι και ένας λόγος που ο Όμιλος Διαστημικής και Ρομποτικής –άτυπα- αποτρέπει τους μαθητές της Γ' Λυκείου από τη συμμετοχή τους στις δράσεις του. Παρόλα αυτά, αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι οι μαθητές που ολοκλήρωσαν τη συγκεκριμένη δράση πέτυχαν υψηλότερους βαθμούς στις Πανελλήνιες Εξετάσεις και είναι πλέον φοιτητές σε εξαιρετικές σχολές όπως είναι το τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και το τμήμα Ναυπηγών του ΕΜΠ, το τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πατρών, αλλά και σε ξένα Πανεπιστήμια όπως είναι το τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου του Εδιμβούργου.

Τα επιστημονικά αποτελέσματα του πειράματος ήταν πολύ πλούσια και εντυπωσιακά. Το γεγονός ότι μια επιστημονική αποστολή σχεδιασμένη και υλοποιημένη από μαθητές ολοκληρώθηκε στο διάστημα με απόλυτη επιτυχία και έφερε πίσω πλούσια δεδομένα, είναι πραγματικά μοναδικό. Ο κεντρικός στόχος του πειράματος επετεύχθη αφού οι μαθητές υπολόγισαν τη μάζα του σώματος σε συνθήκες μηδενικής βαρύτητας και μάλιστα με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Επιπλέον παρατήρησαν ότι η θέση ισορροπίας του ελατηρίου είναι πιο «ψηλά» σε μηδενική βαρύτητα καθώς και η ταλάντωση έχει μεγαλύτερο πλάτος (Σχήμα 13), θέματα τα οποία εξηγήθηκαν με τη βοήθειά μου. Επιπρόσθετα, η BLUE ORIGIN μας απέστειλε όλα τα δεδομένα των οργάνων του New Shepard (!), ένα ανέλπιστο δώρο, αφού μέχρι τότε δεν γνωρίζαμε ότι αυτό αποτελεί πάγια τακτική της εταιρείας προς τους πελάτες της. Έτσι, βρισκόμαστε τώρα να έχουμε στην κατοχή μας έναν πλούτο πολύτιμων επιστημονικών δεδομένων διαθέσιμων στα μέλη του ομίλου για αξιοποίηση. Εκτιμώ ότι πολύ σύντομα κάποιοι από αυτούς θα τα χρησιμοποιήσουν για τις διπλωματικές τους εργασίες.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Δ.Ε.Π.Π.Σ. (2013) Εισαγωγή μαθητών και σχετικές ρυθμίσεις στα Πρότυπα Πειραματικά Σχολεία (Π.Π.Σ.) για το σχολικό έτος 2013-2014. Απόφαση 34520/Δ1/2013 (ΦΕΚ 600/τβ/14-3-2013). Αθήνα.
- Προκόπης, Λ. (2017). Εκπαιδευτική Ρομποτική: Αξιολόγηση της πλατφόρμας Arduino. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (ΜΔΕ), Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, Σχολή Οικονομίας, Διοίκησης και Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
- Blue Origin (11/12/19). *New Shepard Mission NS-12 Updates*. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://www.blueorigin.com/news/new-shepard-mission-ns-12-updates/>.
- CERN (13/6/2016). *CERN announces winners of its 2016 beamline for schools competition*. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://home.cern/news/press-release/knowledge-sharing/cern-announces-winners-its-2016-beamline-schools-competition#:~:text=CERN1%20today%20announced%20the,using%20a%20CERN%20accelerator%20beam.>
- STEM Stars Greece (12/1/2022). *Winners 2021 – STEM Stars Greece*. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://stemstarsgreece.athens-science-festival.gr/winners-2021/>.
- The European Space Agency (18/9/2020). *CanSat - European Space Agency*. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://cansat.esa.int/>.
- The European Space Agency (16/7/2021). *The winners of the European Astro Pi Challenge Mission Space Lab 2020-21*. Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση [https://www.esa.int/Education/AstroPI/The winners of the European Astro Pi Challenge Mission Space Lab 2020-21](https://www.esa.int/Education/AstroPI/The_winners_of_the_European_Astro_Pi_Challenge_Mission_Space_Lab_2020-21)
- Zero Robotics (16/1/2015). *Zero Robotics High School Tournament 2014 (USA & ESA). 2014 ISS Finals*

*Results.* Ανακτήθηκε στις 10 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://zerorobotics.mit.edu/tournaments/16/info/90/0/>.

# Καινοτομία και STEAM: Μια Πιλοτική Βιβλιομετρική Ανάλυση

Παπαδοπούλου Ελένη<sup>1</sup>, Τσιάντος Βασίλειος<sup>1</sup>, Μαραγκάκης Μιχαήλ<sup>1</sup>,  
Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης<sup>2</sup>

[eleni.papad2@gmail.com](mailto:eleni.papad2@gmail.com), [tsianto@physics.ihu.gr](mailto:tsianto@physics.ihu.gr), [mmara@physics.ihu.gr](mailto:mmara@physics.ihu.gr),  
[evris@physics.auth.gr](mailto:evris@physics.auth.gr)

<sup>1</sup>Τμήμα Φυσικής, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος

<sup>2</sup>Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καινοτομία συχνά θεωρείται προσδιοριστικό χαρακτηριστικό της εκπαιδευτικής προσέγγισης STEAM. Ο όρος όμως «καινοτομία» είναι πολυδιάστατος. Στην παρούσα μελέτη επιδιώχθηκε η αποτύπωση των όψεων που λαμβάνει η καινοτομία υπό το πρίσμα της εκπαίδευσης STEAM. Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε πιλοτική βιβλιομετρική ανάλυση των άρθρων που δημοσιεύθηκαν από το 2020 ως το 2022, σε δύο βάσεις δεδομένων ανοιχτής πρόσβασης. Τα αποτελέσματα οπτικοποιήθηκαν μέσω του λογισμικού εννοιολογικής χαρτογράφησης SciMat, ενώ διαπιστώθηκε ότι η έννοια της καινοτομίας συνυπάρχει με εφαρμογές εκπαιδευτικών προγραμμάτων στις τρεις εκπαιδευτικές βαθμίδες, με την υιοθέτηση μορφών ενεργητικής μάθησης, καθώς επίσης με την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21<sup>ου</sup> αιώνα.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** καινοτομία, STEAM, SciMat, ERIC, Dimensions

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σύλληψη και η εφαρμογή καινοτόμων προτάσεων στον εκπαιδευτικό χώρο θεωρείται απαραίτητη, αφενός για την ανταπόκριση στις παγκόσμιες προκλήσεις αφετέρου για τη βελτίωση της διδασκαλίας. Η εκπαίδευση STEAM διαθέτει τις προϋποθέσεις για καινοτομία δεδομένου, ότι απαγκιστρώνεται από τη συνήθη εκπαίδευση στην κατανόηση της γνώσης, ενώ παράλληλα προσεγγίζει την εκπαιδευτική πράξη ολιστικά, δηλαδή υπερβαίνοντας τα όρια μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων (Rao et al., 2021).

Η «καινούρια» προσέγγιση στην εκπαίδευση STEM, το STEAM ενσωματώνοντας την Τέχνη, συνιστά την παιδαγωγική προσέγγιση, που αποβλέπει στην καλλιέργεια του επιστημονικού και ανθρωπιστικού γραμματισμού, της δια βίου κουλτούρας μάθησης, των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων, επιστημονικής έρευνας, καινοτομίας (Yang et al., 2020). Αντιπροσωπεύει τη μεταστροφή σε ένα αναδυόμενο ιδανικό της Εκπαίδευσης, που εστιάζει στη μαθησιακή διαδικασία και όχι μόνο στα μαθησιακά αποτελέσματα. Προσφέρει τη δυνατότητα μεταφοράς γνώσεων μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων, ενημέρωσης αναφορικά στις σύγχρονες, παγκόσμιες τάσεις, δίνοντας έμφαση στους κοινούς συνδέσμους των θετικών επιστημών και των τεχνών (Yakman, 2008). Η συνεισφορά της τελικά, εξαιρουμένης της καλλιέργειας δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, της λογικής σκέψης, της συνεργασίας, έγκειται τελικά στη διαμόρφωση ολοκληρωμένων πολιτών, που διαπνέονται από δημιουργικό και καινοτόμο πνεύμα (Yakman & Lee, 2012).

Η ανάγκη για καινοτομία ωστόσο, υπαγορεύεται από τις τρέχουσες συνθήκες, που επιτάσσουν την εφαρμογή τρόπων αντιμετώπισης των προκλήσεων, που απειλούν την ευημερία, καθώς η εργασία και η εκπαίδευση διαταράσσονται παγκοσμίως (White-Hancock, 2022). Οι ασκούντες πολιτική διαβλέπουν την καινοτομία ως καθοριστικό παράγοντα ευημερίας και ευπορίας αλλά η έννοια της καινοτομίας είναι πολυδιάστατη, αφού εξαρτάται από το πλαίσιο όπου εντάσσεται (White-Hancock, 2022). Σκοπός της μελέτης είναι η διερεύνηση της έννοιας της καινοτομίας υπό το πρίσμα της εκπαίδευσης STEAM. Ειδικότερα διερευνάται ποιες είναι οι όψεις της καινοτομίας, όπως διαφαίνονται από το ερευνητικό επίκεντρο των δημοσιευμένων άρθρων, που αφορούν στην εκπαίδευση STEAM.

## ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΚΑΙ STEAM

Σημείο εκκίνησης μιας καινοτομίας αποτελεί η διαπίστωση της αναγκαιότητας μεταβολών

Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

παράλληλα με τη σύλληψη ιδεών για ενδεχόμενες ενέργειες. Έπειτα κάθε ιδέα υποβάλλεται σε πιλοτική δοκιμή ενώ ακολούθως, είτε απορρίπτεται είτε υιοθετείται. Όταν γίνει αποδεκτή, διαδίδεται στους οργανισμούς, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί επωφελώς. Συνεπώς, εντοπίζονται τρεις φάσεις, η σύλληψη της ιδέας, η εφαρμογή της στην πράξη και η διάχυση μέσω της ευρείας εφαρμογής (Hargreaves, 2003).

Η εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM ενέχει στοιχεία καινοτομίας. Ξεκινώντας από τη διδασκαλία που βασίζεται στο STEM, διαφαίνεται ότι υποστηρίζεται από εκπαιδευτικούς, οικονομικούς, πολιτικούς οργανισμούς, καθώς αποτελεί μέσο εισαγωγής των μαθητών σε δεξιότητες και ικανότητες, οι οποίες θα καθίστανται απαραίτητες για την αγορά εργασίας στο μέλλον. Απώτερος στόχος αυτών των πρωτοβουλιών τίθεται περισσότερο η ανάπτυξη της ικανότητας προσαρμογής των μαθητών, ώστε να λειτουργούν σε περιβάλλοντα υψηλής τεχνολογίας, όπου διαπλέκονται γνωστικές περιοχές, παρά η διαμόρφωση επιστημόνων, μαθηματικών, μηχανικών κ.τ.λ.. Παρ' όλες τις απόπειρες να αυξηθεί η ποικιλομορφία στα συναφή πεδία του STEM, παρατηρείται εντούτοις ομοιομορφία στις σπουδές επαγγελματικής σταδιοδρομίας του STEM με τις γυναίκες και τις μειονότητες να κατέχουν μόλις το 28 και 10%, αντίστοιχα, των συναφών θέσεων εργασίας (Quigley et al., 2017). Η συγκεκριμένη διαπίστωση γέννησε την ανάγκη επανα-εννοιολόγησης του STEM σε STEAM με την προσθήκη του «Α», δηλαδή των τεχνών. Σαφώς ακολούθησε η δοκιμή της εκπαίδευσης STEAM, σε προκαταρκτικά στάδια με ενθαρρυντικά αποτελέσματα, που υποδείκνυαν υψηλότερο ποσοστό και μεγαλύτερη ποικιλομορφία των φοιτητών, που ενδιαφέρονταν να ακολουθήσουν σπουδές στο πεδίο των επιστημών και των μαθηματικών (Quigley et al., 2017).

Η εφαρμογή της εκπαιδευτικής προσέγγισης STEAM συνεχίζει να διευρύνεται σε πολλές χώρες παγκοσμίως. Ερευνητές από τη Φινλανδία (Thuneber et al., 2017) επισημαίνουν την ανάγκη βελτίωσης της δημιουργικότητας στη μαθηματική εκπαίδευση στο σχολείο. Προσφέρουν κινητές διαδραστικές μαθηματικές εκθέσεις, που αποκαλούνται «Η τέχνη των μαθηματικών». Από το 2011, η πρωτοβουλία "Scientist for the Future" (SfT) υποστηρίζεται στο Σικάγο. Η πρωτοβουλία SfT εφαρμόζει ένα πρόγραμμα κατάρτισης που βασίζεται στο STEAM, και αποτελεί μια συνεργασία μεταξύ ιδρυμάτων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, εξωσχολικών οργανισμών μη τυπικής εκπαίδευσης (Carlan, 2017). Η ανάγκη για μια διεπιστημονική προσέγγιση STEAM ενισχύεται από τα ευρήματα μιας διεθνούς μελέτης, στην οποία συμμετείχαν σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Αυστραλίας, των Ηνωμένων Πολιτειών, του Καναδά και της Σιγκαπούρης (Harris & Bruin, 2018). Η συγκεκριμένη μελέτη, εστίαζε στο ρόλο της δημιουργικότητας στο έργο των εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την προώθηση της συνδεσιμότητας και της διεπιστημονικότητας των διδακτικών πρακτικών.

Εξάλλου η έννοια της καινοτομίας συνιστά εξ ορισμού μια διαδικασία που περιλαμβάνει νέα μοτίβα σκέψης και δράσης (White-Hancock, 2022). Βέβαια οι εκπαιδευτικοί ήδη καινοτομούν, μάλιστα συνεχώς, δεδομένου ότι σε όλα τα ανθρωποκεντρικά επαγγέλματα η αντιμετώπιση καθημερινών προβλημάτων προϋποθέτει δημιουργικές λύσεις. Κάθε διδακτική πράξη καθορίζεται από ιδιαίτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, που εγείρουν το ζητούμενο της επινόησης προσαρμογών για τη συμμόρφωση στις ατομικές ανάγκες των μαθητών, στη φύση του μαθησιακού περιεχομένου, στην ατμόσφαιρα της τάξης, η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την ημέρα της εβδομάδας (Hargreaves, 2003). Επομένως η ίδια η σύλληψη της εκπαιδευτικής προσέγγισης STEAM συνιστά καινοτομία, η οποία όμως εμφανίζει διαφορετικές όψεις. Οι συγκεκριμένες όψεις πιθανόν να εμπλουτίζονται και να διευρύνονται λόγω της επέκτασης και της προσαρμογής της εκπαιδευτικής προσέγγισης στα εκάστοτε εκπαιδευτικά συστήματα, στα πλαίσια προγραμμάτων σπουδών, στις ηλικιακές ομάδες και στις ιδιαίτερες μαθησιακές ανάγκες των εκπαιδευόμενων. Για τη διερεύνηση του σκοπού της μελέτης τέθηκαν τα ακόλουθα ερωτήματα:

Με ποιες λέξεις και κατηγορίες λέξεων συνυπάρχει η έννοια της καινοτομίας στην εκπαίδευση STEAM; Ποιες διαστάσεις λαμβάνει η «καινοτομία» όταν εντάσσεται στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEAM;

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Ο ερευνητικός σχεδιασμός, που εφαρμόστηκε ήταν βιβλιομετρικής φύσης. Μέσω της εν λόγω μεθόδου, κατέστη δυνατή η ποσοτικοποίηση και η ανάλυση των δημοσιεύσεων, που εμπεριέχονται σε δύο έγκυρες, ολοκληρωμένες, εύχρηστες βάσεις δεδομένων ελεύθερης πρόσβασης, το ERIC (Education Resources Information Center) και το Dimensions (freeversion). Πρόκειται για προσβάσιμες βάσεις δεδομένων οι οποίες καλύπτουν αξιοσημείωτο όγκο βιβλιογραφίας σε σύγκριση



με άλλες που, είτε είναι πιο περιορισμένες όπως το WoS είτε απαιτούν εγγραφή όπως το Scopus.

Η διαδικασία της χαρτογράφησης ολοκληρώθηκε σε πέντε φάσεις: 1. τον σχεδιασμό της μελέτης, 2. τη συλλογή, 3. την ανάλυση, 4. την οπτικοποίηση και 5. την ερμηνεία των δεδομένων. Αναλυτικότερα, η συλλογή των δεδομένων περιλάμβανε σύνθετη αναζήτηση με λέξεις κλειδιά "STEAM" AND "INNOVATION" στις γραμμές αναζήτησης των δύο βάσεων δεδομένων. Ιδιαίτερα για το Dimensions η αναζήτηση των όρων περιορίστηκε στον τίτλο των εγγράφων και την περίληψη, καθώς επίσης στην κατηγορία Education και τις υποκατηγορίες 1303 Specialist Studies In Education, 1302 Curriculum and Pedagogy, 1301 Education Systems. Ακολούθησε επιπλέον περιορισμός της αναζήτησης στα έτη 2020, 2021, 2022, καθώς η στόχευση ήταν να αναδειχτούν οι όψεις των πολύ πρόσφατων δεδομένων. Εξάλλου η τάση των δημοσιεύσεων αναφορικά στο STEAM παρουσιάζεται ιδιαίτερα αυξανόμενη την τελευταία τριετία (Marín-Marín, 2021), οπότε τότε συγκεντρώνεται και μεγαλύτερο πλήθος πληροφοριών. Η συλλογή απέφερε συνολικά 47 πλήρως διαθέσιμα άρθρα.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των δεδομένων των 47 άρθρων με τη χρήση του λογισμικού χαρτογράφησης SciMat. Η επιστημονική χαρτογράφηση ή βιβλιομετρική χαρτογράφηση συνιστά μέθοδο αναπαράστασης του τρόπου με τον οποίο κλάδοι, πεδία ή ακόμα και μεμονωμένα έγγραφα σχετίζονται μεταξύ τους (Cobo et al., 2012). Το SciMat αποτελεί δυναμικό λογισμικό ανοιχτού κώδικα επιστημονικής χαρτογράφησης, καθώς εμπεριέχει αλγόριθμους, μεθόδους και μέτρα, καθ' όλη τη διαδικασία της χαρτογράφησης, από την εξαγωγή των δεδομένων, την κανονικοποίηση, τη χαρτογράφηση, την ανάλυση, την οπτικοποίηση, την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Βασικά του χαρακτηριστικά είναι (Cobo et al., 2012):

- Η μονάδα ανάλυσης σε επίπεδο λέξεων και ομάδων λέξεων.
- Οι βιβλιογραφικές σχέσεις, όπως συν-εμφάνισης (co-occurrence) και σύζευξης (coupling).
- Τα βιβλιογραφικά δίκτυα και η κανονικοποίηση των δικτύων με μέτρα όπως η συσχέτιση (association strength) ή τον δείκτη ισοδυναμίας (equivalence index).
- Οι αλγόριθμοι των συστάδων, όπως simple centers algorithm.
- Η ανάλυση των μεθόδων μέσω βιβλιομετρικών μέσων, όπως h-index, g-index, hg-index, q2-index.
- Οι τεχνικές οπτικοποίησης, παραδείγματος χάριν με στρατηγικά διαγράμματα.

Αφού έγινε η εισαγωγή του συνόλου των στοιχείων των εγγράφων, ακολούθησε η συμπλήρωση και η διόρθωση, όπου χρειάστηκε, λόγου χάριν στους τίτλους των άρθρων. Έπειτα, με βάση τις λέξεις-κλειδιά των εγγράφων, αναδείχθηκαν συχνά επαναλαμβανόμενες λέξεις (Σχήμα 1).

ID	Name	Documents	Role author	Role source	Role added
12	PRE-SCHOOL & PRIMARY EDUCATION LEVEL	6	0	0	6
13	SECONDARY EDUCATIONAL LEVEL	8	0	0	8
14	HIGHER EDUCATION	12	0	0	12
35	DISTANCE LEARNING	5	0	0	5
36	SUSTAINABLE DEVELOPMENT	4	0	0	4
37	ROBOTICS	3	0	0	3
38	NEW TECHNOLOGIES	7	0	0	7
39	INTERDISCIPLINARY OR TRANSDISCIPLINARY...	13	0	0	13
40	COLLABORATIVE INQUIRY	4	0	0	4
41	PROJECT BASED LEARNING	3	0	0	3
42	PROBLEM BASED LEARNING	2	0	0	2
43	EXPERIENTIAL LEARNING	2	0	0	2
44	DESIGN THINKING	5	0	0	5
45	DESIRED THINKING	4	0	0	4
46	CRITICAL THINKING	4	0	0	4
47	FOCUS ON ARTS	4	0	0	4
48	FOCUS ON BIOLOGY	1	0	0	1
49	FOCUS ON PHYSICS	1	0	0	1
50	GIRLS EDUCATION	1	0	0	1
51	NEW EPIDEMIOLOGICAL MODELS	4	0	0	4
52	PROBLEM SOLVING SKILLS	1	0	0	1
53	FOCUS ON CHEMISTRY	1	0	0	1

Σχήμα 1: Συχνά επαναλαμβανόμενες λέξεις

Αναλυτικότερα, εντοπίστηκαν είκοσι δύο συχνά επαναλαμβανόμενες λέξεις. Αυτές οι λέξεις εντάχθηκαν σε έξι ευρύτερες ομάδες λέξεων (Σχήμα 2).

The screenshot shows the SciMAT 1.1.04 interface. On the left, a table lists word groups with columns for ID, Group name, Stop group, Items, and Documents. On the right, a 'Word groups detail' panel shows the selected group 'EDUCATION LEVEL' with its ID, stop group status, and a 'Words info' table listing related terms like '23HIGHER SCHOOL & PRIMARY EDUCATIONAL LEVEL', '33SECONDARY EDUCATIONAL LEVEL', and '34HIGHER EDUCATION' with their respective document counts and roles.

ID	Group name	Stop group	Items	Documents
1	EDUCATION LEVEL	False	3	24
2	INNOVATIVE PROGRAM	False	4	26
3	ACTIVE LEARNING FORM	False	4	8
4	21ST CENTURY SKILLS	False	4	14
5	FOCUS ON A STEAM ELEMENT	False	4	7
6	NEW MODEL	False	1	4

ID	Name	Documents	Role author
23	HIGHER SCHOOL & PRIMARY EDUCATIONAL LEVEL	9	
33	SECONDARY EDUCATIONAL LEVEL	8	
34	HIGHER EDUCATION	12	

Σχήμα 2: Ομάδες λέξεων

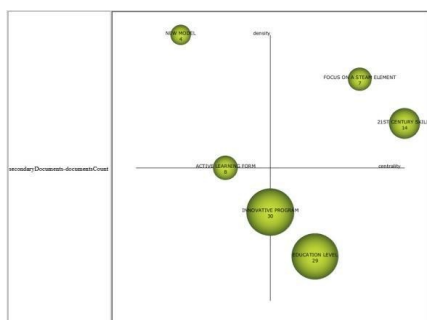
Κατόπιν κάθε άρθρο ταξινομήθηκε με βάση τις λέξεις- κλειδιά στις λέξεις και τις ομάδες τους. Στο τέλος, σύμφωνα με το έτος δημοσίευσης κάθε άρθρου 2020, 2021, 2022 δημιουργήθηκε μια περίοδος 2020-2022.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

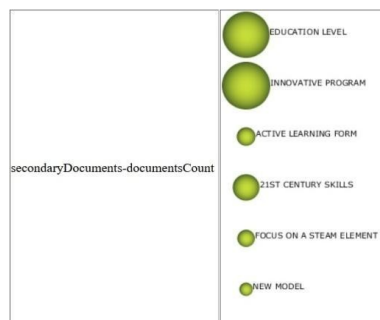
Η ανάλυση της θεματικής ανάπτυξης εφαρμόστηκε για την περιγραφή της σχέσης των δεδομένων για την περίοδο 2020-2022. Η εν λόγω σχέση προσέλαβε δύο μορφές, την εννοιολογική, δηλαδή μια θεματική σχέση και τη μη εννοιολογική, δηλαδή μια σχέση μέσω λέξεων-κλειδιών (Cobo et al.,2012). Η εννοιολογική σχέση αποτυπώθηκε με συνεχή γραμμή, ενώ η μη εννοιολογική σχέση με μια ασυνεχή. Και στις δύο περιπτώσεις το πάχος της γραμμής αναλογούσε στον αριθμό των θεμάτων ή των λέξεων-κλειδιών για τις οποίες υπήρχαν συμπτώσεις. Με άλλα λόγια όσο μεγαλύτερο παρουσιάστηκε το πάχος, τόσο μεγαλύτερος ο αριθμός των συμπτώσεων. Ο δείκτης που χρησιμοποιήθηκε σε αυτόν τον τύπο σχέσης ήταν ο δείκτης Jaccard ή συντελεστής ομοιότητας Jaccard για τον προσδιορισμό της ομοιότητας ή της ποικιλομορφίας των εγγραφών. Κατά τη διαδικασία της θεματικής ανάπτυξης οπτικοποιήθηκαν τα δευτερεύοντα άρθρα, δηλαδή εκείνα που εμφανίστηκαν σε ένα μόνο δίκτυο. Τα τεταρτημόρια στα οποία οπτικοποιήθηκαν οι συστάδες αντιστοιχούσαν σε κινητήρια θέματα (1ο τεταρτημόριο), σε αναπτυσσόμενα ή απομονωμένα θέματα (2ο τεταρτημόριο), θέματα αναδυόμενα ή φθίνοντα (3ο τεταρτημόριο) και σε βασικά ή διασταυρούμενα θέματα (4ο τεταρτημόριο).

Θεματική ανάπτυξη της περιόδου 2020-2022

Συνολικά τα τρία τελευταία χρόνια υλοποιήθηκαν καινοτόμα προγράμματα STEAM στις τρεις εκπαιδευτικές βαθμίδες με κινητήρια θέματα την καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21ου αιώνα και την εστίαση σε κάποιο στοιχείο του STEAM (Σχήματα 3 και 4). Ως αρκετά μεμονωμένο θέμα αναδύεται η ανάπτυξη νέου μοντέλου. Τα σφαιρίδια με τα μεγαλύτερα μεγέθη αντιστοιχούν στην εφαρμογή καινοτόμου προγράμματος στις τρεις βαθμίδες εκπαίδευσης και αναλογούν στα θέματα που συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο πλήθος άρθρων.



Σχήμα 3: Στρατηγικό διάγραμμα περιόδου 2020- 2022



Σχήμα 4:Στρατηγικό διάγραμμα περιόδου 2020-2022b

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης συντείνουν στη διαπίστωση ότι η έννοια της καινοτομίας βρίσκεται στενά συνδεδεμένη με εφαρμογές της προσέγγισης λαμβάνοντας συγχρόνως ποικίλες

Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

προεκτάσεις είτε πρόκειται για εφαρμογή σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες εκπαιδευόμενων, της πρωτοβάθμιας, της δευτεροβάθμιας, της τριτοβάθμιας.

Η κατηγορία λέξεων με την οποία συνυπάρχει συχνότερα η έννοια της καινοτομίας, δηλαδή η κατηγορία στην οποία υπάγεται μεγαλύτερο πλήθος δημοσιεύσεων, είναι της υλοποίησης καινοτόμου εκπαιδευτικού προγράμματος. Πρόκειται για ευρεία θεματική κατηγορία, καθώς εμπεριέχει προγράμματα ρομποτικής ή εξ αποστάσεως εκπαίδευσης με εικονικές τάξεις ή με εκπαιδευόμενες θηλυκού γένους ή βιώσιμης ανάπτυξης ή νέων τεχνολογιών, όπως επαυξημένης πραγματικότητας ή διαθεματικού, διεπιστημονικού ή ενσωματωμένου στο πρόγραμμα σπουδών. Συνεπώς η διαφοροποίηση των συγκεκριμένων προγραμμάτων έγκειται στα ιδιαίτερα μαθησιακά περιεχόμενα, στη στοχευμένη επιλογή των εκπαιδευόμενων και στον τρόπο οργάνωσής τους.

Η έννοια της καινοτομίας αφορά επίσης σε προγράμματα που διεξάγονται με ποικίλες μορφές ενεργητικής συμμετοχής. Με άλλα λόγια σε μαθητοκεντρικές μεθόδους, που μεταθέτουν μεγαλύτερη ευθύνη στους ίδιους τους μαθητές για τη μάθησή τους συγκριτικά με τις παραδοσιακές δασκαλοκεντρικές μεθόδους (Felder & Brent, 2016). Στις μαθητοκεντρικές μεθόδους, που συνευρίσκονται με την έννοια της καινοτομίας, συγκαταλέγονται η συνεργατική μάθηση, η μάθηση μέσω σχεδίων εργασίας, η βιωματική μάθηση και η μάθηση που βασίζεται στην επίλυση προβλημάτων.

Επιπρόσθετα οι δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα συμπίπτουν με την έννοια της καινοτομίας. Ευρύτερα πρόκειται για δεξιότητες μάθησης, σκέψης και προσαρμοσιμότητας. Μολονότι ιδιαίτερη έμφαση παρατηρείται στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης, της δημιουργικότητας, της ικανότητας σχεδιασμού και επίλυσης προβλημάτων.

Συμπερασματικά, η έννοια της καινοτομίας παρουσιάζεται και στις τρεις βαθμίδες εκπαίδευσης και αντιπροσωπεύεται κυρίως μέσω της εφαρμογής εκπαιδευτικών προγραμμάτων, που δίνουν έμφαση στη διεπιστημονικότητα, τη διαθεματικότητα, τη βιώσιμη ανάπτυξη, τις νέες τεχνολογίες και την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Η μάθηση που βασίζεται στην επίλυση προβλημάτων, σε σχέδια εργασίας και η συνεργατική μάθηση όπως επίσης η σκοποθεσία της καλλιέργειας των δεξιοτήτων του 21<sup>ου</sup> αιώνα αποτελούν κατηγορίες λέξεων που εντοπίζονται μαζί με την έννοια της καινοτομίας.

## ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα αποτελέσματα της πιλοτικής μελέτης βασίζονται σε δεδομένα που αντλήθηκαν από δύο βάσεις δεδομένων και περιορίζεται στα έτη 2020-2022. Η διερεύνηση της έννοιας της καινοτομίας στην εκπαίδευση STEAM, δύνανται να εμπλουτιστεί αν επεκταθεί σε επιπλέον αποθετήρια και σε μεγαλύτερη χρονική περίοδο. Επιπλέον, η ανάλυση περιορίστηκε στις λέξεις-κλειδιά που έδινε το κάθε άρθρο. Σε επόμενη φάση, η ανάλυση θα μπορούσε να επεκταθεί και στο κείμενο της περίληψης.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Caplan, M. (2017, June). Scientists for tomorrow-A self-sustained initiative to promote STEM in out-of-school time frameworks in under-served community-based organizations: Evaluation and lessons learned. In *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2012). SciMAT: A new science mapping analysis software tool. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(8), 1609-1630.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2016). *Teaching and learning STEM: A practical guide*. John Wiley & Sons.
- Hargreaves, D. H. (2003). *Education epidemic: Transforming secondary schools through innovation networks*. Demos.
- Harris, A., & De Bruin, L. R. (2018). Secondary school creativity, teacher practice and STEAM education: An international study. *Journal of Educational Change*, 19(2), 153-179.
- Marín-Marín, J. A., Moreno-Guerrero, A. J., Dúo-Terrón, P., & López-Belmonte, J. (2021). STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-21.
- Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching

- practices. *School science and mathematics*, 117(1-2), 1-12.
- Rao, A. E., Koval, J., Grossman, S., Boice, K. L., Alemdar, M., & Usselman, M. (2021). Building Teacher Community during a Summer of Crisis: STEAM Professional Development in 2020. *Journal of STEM Outreach*, 4(4), n4.
- Thuneberg, H., Salmi, H., Fenyvesi, K. (2017). Hands-On Math and Art Exhibition Promoting Science Attitudes and Educational Plans. *Education Research International*, Vol. 2017, 1–13
- White-Hancock, L. (2022). Insights from Bauhaus innovation for education and workplaces in a post-pandemic world. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-19.
- Yakman, G. (2008). STEAM education. *Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching*, 19, 1-28.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.
- Yang, Y., Fan, Y., Lu, H., Yuan, H., & Xie, L. (2020). New Attempt of Curriculum Reform: A Case Study of Physics STEAM Curriculum in a Senior High School. *Research in Education, Assessment, and Learning*, 6(1), 1-14.

# "Το Τρένο Περνά! - Προγραμματίζοντας Μικροελεγκτή #SkillsLabs": μια Πρόταση Σύζευξης Προγράμματος Καλλιέργειας Δεξιοτήτων και Έργου eTwinning για την Προώθηση της Εκπαίδευσης STEM

**Δρ. Γλέζου Κατερίνα**

glezou@gmail.com

Scientix Ambassador, EU Code Week Leading Teacher, Εκπαιδευτικός ΠΕ86/ΠΕ04,  
Αρσάκεια Σχολεία Ψυχικού

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η παρουσίαση μιας πρότασης σύζευξης προγράμματος καλλιέργειας δεξιοτήτων και έργου eTwinning στην κατεύθυνση προώθησης της εκπαίδευσης STEM. Περιγράφονται η βασική ιδέα, τα χαρακτηριστικά, οι δραστηριότητες, τα συνεργατικά προϊόντα καθώς και τα αποτελέσματα αξιολόγησης του eTwinning έργου "Το τρένο περνά! - Προγραμματίζοντας μικροελεγκτή #SkillsLabs" (<https://twinspace.etwinning.net/205065/home>), όπως υλοποιήθηκε το σχολικό έτος 2021-2022 σε πραγματικές συνθήκες στο πλαίσιο εφαρμογής των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων Β΄ Τάξης Γυμνασίου στη Θεματική: «ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία» και συγκεκριμένα στην Υποθεματική: STEM/Εκπαιδευτική Ρομποτική. Στο έργο συνεργάστηκαν εκπαιδευτικοί και μαθητές της Β΄ τάξης του Α΄ και του Β΄ Αρσακείου Γυμνασίου Ψυχικού.

Βασική ιδέα του έργου ήταν η εμπλοκή των μαθητών σε ομαδοσυνεργατικές STEM δραστηριότητες ενεργητικής βιωματικής διερευνητικής μάθησης προγραμματισμού μικροελεγκτή στοχεύοντας στην ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης και δεξιοτήτων επικοινωνίας, συνεργασίας και δημιουργικότητας.

Η μελέτη αποσκοπεί στην ανάπτυξη διαλόγου και συνεργασίας ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, καθώς και νέους ερευνητές στο πεδίο των ΤΠΕ, οι οποίοι θα επιθυμούσαν μελλοντικά να αξιοποιήσουν ή αξιοποιούν ήδη συστήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής με απώτερο στόχο τη διάδοση της ρομποτικής και της αποτελεσματικής ένταξης και ενσωμάτωσής της στη διδακτική πράξη.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Ρομποτική, eTwinning, μικροελεγκτής

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη διαμόρφωση μαθησιακών καταστάσεων που επιτρέπουν την ολοκλήρωση των υπολογιστικών ικανοτήτων, την εμπάθυνση σε έννοιες, αρχές και μεθοδολογίες της αλγοριθμικής και του προγραμματισμού υπολογιστών, την καλλιέργεια μαθησιακών δεξιοτήτων και ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Ένας από τους έξι πυλώνες-προτεραιότητες του νέου προγράμματος αποτελεί η Υπολογιστική σκέψη. Δίνεται έμφαση στην καλλιέργεια δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης σε συνδυασμό με την ανάπτυξη ικανοτήτων του 21ου αιώνα, ώστε οι μαθητές να είναι ικανοί να σχεδιάζουν, να αναπτύσσουν και να βελτιώνουν λύσεις αυθεντικών προβλημάτων με χρήση κατάλληλων υπολογιστικών εργαλείων.

Βασική αρχή του νέου ΠΣ είναι ότι η υπολογιστική σκέψη αφορά όλους τους μαθητές, καθώς αποτελεί τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι προσεγγίζουν και επιλύουν προβλήματα της σύγχρονης πραγματικότητας. Οι βασικές υπολογιστικές πρακτικές που αναμένεται να εξοικειωθούν, να κατανοήσουν, να υιοθετήσουν και να είναι ικανοί να εφαρμόσουν οι μαθητές είναι οι εξής:

1. Αναγνώριση και ορισμός υπολογιστικών προβλημάτων.
2. Ανάπτυξη αφαιρέσεων και μοντελοποίηση.
3. Δημιουργία υπολογιστικών τεχνουργημάτων.
4. Έλεγχος και βελτίωση υπολογιστικών τεχνουργημάτων.
5. Επικοινωνία-συνεργασία για την επίλυση υπολογιστικών προβλημάτων.

Σε συμφωνία με τα παραπάνω και συμπίεση με το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής, αντικείμενο της εργασίας αυτής αποτελεί η παρουσίαση μιας πρότασης σύζευξης προγράμματος καλλιέργειας δεξιοτήτων και έργου eTwinning στην κατεύθυνση προώθησης της εκπαίδευσης STEM. Συγκεκριμένα, περιγράφονται η βασική ιδέα, τα χαρακτηριστικά, οι δραστηριότητες, τα συνεργατικά προϊόντα καθώς και τα αποτελέσματα αξιολόγησης του eTwinning έργου "Το τρένο περνά! -

---

Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

Προγραμματίζοντας μικροελεγκτή #SkillsLabs" (<https://live.etwinning.net/projects/project/329670>), όπως υλοποιήθηκε το σχολικό έτος 2021-2022 σε πραγματικές συνθήκες στο πλαίσιο εφαρμογής των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων Β΄ Τάξης Γυμνασίου στη Θεματική: «ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία» και συγκεκριμένα στην Υποθεματική: STEM/Εκπαιδευτική Ρομποτική. Στο έργο συνεργάστηκαν εκπαιδευτικοί και μαθητές της Β΄ τάξης του Α΄ και του Β΄ Αρσακείου Γυμνασίου Ψυχικού.

## ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

Βασική ιδέα του έργου ήταν η εμπλοκή των μαθητών σε ομαδοσυνεργατικές STEM δραστηριότητες ενεργητικής βιωματικής διερευνητικής μάθησης προγραμματισμού μικροελεγκτή στοχεύοντας στην ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης και δεξιοτήτων επικοινωνίας, συνεργασίας και δημιουργικότητας.

Μέσω του έργου δόθηκε η δυνατότητα στους μαθητές να ασχοληθούν με δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος με χρήση τεχνολογίας εκπαιδευτικής ρομποτικής τύπου Arduino. Το βασικό πρόβλημα: «Πώς μπορούμε να κατασκευάσουμε μια διάταξη για τη ρύθμιση της κυκλοφορίας σε κόμβο διάβασης τρένου;» οδηγεί σταδιακά στη δημιουργία και τον προγραμματισμό απλής ρομποτικής διάταξης που περιλαμβάνει ένα φωτεινό σηματοδότη τριών χρωμάτων και κινούμενη μπάρα.

Στο πλαίσιο του έργου αξιοποιείται ο μικροελεγκτής Arduino Lotus Grove ATmega 328 και το προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock για τον προγραμματισμό της διάταξης.

Οι μαθητές/τριες εμπλέκονται σε δραστηριότητες:

- εισαγωγής στη ρομποτική και στον προγραμματισμό,
- διατύπωσης αυθεντικού προβλήματος (όπως έλεγχος διάβασης τρένου),
- εξοικείωσης με τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες μικροελεγκτή (μικροελεγκτής ATmega328),
- εισαγωγής στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock,
- δημιουργίας τεχνουργήματος και κατάλληλης συνδεσμολογίας αξιοποιώντας κατάλληλα δομικά στοιχεία όπως τουβλάκια LEGO, καλώδια, λαμπάκια LED, αισθητήρα φωτός, κ.ά.,
- προγραμματισμού του μικροελεγκτή.

Μέσα από διερευνητικού τύπου δραστηριότητες, επιδιώκεται οι μαθητές να αναπτύξουν γνώσεις και δεξιότητες για την κατασκευή και τον προγραμματισμό ρομποτικής διάταξης και μέσα από δραστηριότητες τύπου επίλυσης προβλήματος, να αποκτήσουν δεξιότητες στην επέκταση της λύσης σχετικών προβλημάτων, στοχεύοντας στην ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης και δεξιοτήτων επικοινωνίας, συνεργασίας και δημιουργικότητας.

Οι μαθητές δουλεύουν χωρισμένοι σε ομάδες, καθοδηγούνται από φύλλα εργασίας, και σταδιακά κατασκευάζουν και προγραμματίζουν κατάλληλα τη ρομποτική διάταξη που προσομοιώνει το πρόβλημα.

Οι δραστηριότητες του έργου αφορούν σε επαναλαμβανόμενο κύκλο δραστηριοτήτων εφτά (7) εργαστηρίων για κάθε τμήμα μαθητών (βλέπε <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/1838572>).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα και ενδεικτικές δραστηριότητες ανά εργαστήριο.

**Πίνακας 1:** Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα και ενδεικτικές δραστηριότητες ανά εργαστήριο.

Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα	Δραστηριότητες (ενδεικτικές)
-------------------------------------	------------------------------

ΕΡ Υ Α Σ Τ Η Ρ Ι Ο  1 ο	<p>Να αναπτύξουν κοινωνικές δεξιότητες, ενεργώντας ως μέλη ομάδας συμβάλλοντας σε ομαδική εργασία στο βαθμό που τους αναλογεί.</p> <p>Να αντιληφθούν την αξία της συζήτησης προκειμένου να αντιμετωπίσουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο ένα πρόβλημα.</p> <p>Να σέβονται τη διαφορετική άποψη των άλλων.</p>	<p>Χωρισμός σε ομάδες των 3-4 μαθητών/τριών. Γνωριμία μελών ομάδων.</p> <p>Συζήτηση για όνομα ομάδας και συμφωνία/προσδιορισμός ονόματος ομάδας και χαρακτηριστικού χρώματος ομάδας (κόκκινο, πράσινο, κίτρινο, μπλε).</p> <p>Δημιουργία καρτέλας ομάδας.</p> <p>Σχεδίαση ρομποτικής διάταξης.</p>
ΕΡ Υ Α Σ Τ Η Ρ Ι Ο  2 ο	<p>Να κατανοήσουν το πρόβλημα και να αποτυπώσουν τις λειτουργικές απαιτήσεις του.</p> <p>Να αναλύουν ένα πρόβλημα σε απλούστερα υποπροβλήματα.</p> <p>Να γνωρίσουν τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία των μικροελεγκτών.</p> <p>Να αναπτύξουν κοινωνικές δεξιότητες, ενεργώντας ως μέλη ομάδας συμβάλλοντας σε ομαδική εργασία στο βαθμό που τους αναλογεί.</p> <p>Να σέβονται τη διαφορετική άποψη των άλλων.</p>	<p>Τίθεται από την εκπαιδευτικό το ακόλουθο πρόβλημα: «Πώς μπορούμε να προσομοιώσουμε την περίπτωση ελέγχου διάβασης τρένου; Ας δημιουργήσουμε μία διάταξη που θα περιλαμβάνει σηματοδότη τριών χρωμάτων και έλεγχο κινούμενης μπάρας για τη ρύθμιση της κυκλοφορίας σε κόμβο διάβασης τρένου.»</p> <p>Καταγραφή σε φύλλο εργασίας των διαφορετικών θυρών εισόδου και εξόδου του μικροελεγκτή.</p>
ΕΡ Υ Α Σ Τ Η Ρ Ι Ο  3 ο	<p>Να εξερευνήσουν και να πειραματιστούν με τις θύρες εξόδου του μικροελεγκτή ATmega 328.</p> <p>Να εξερευνήσουν και να πειραματιστούν με τις εντολές εξόδου στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock.</p>	<p>Οι μαθητές και οι μαθήτριες χωρισμένοι στις ομάδες τους ελέγχουν τη λειτουργία ενός λαμπτήρα LED προγραμματίζοντας μικροελεγκτή στο περιβάλλον mBlock.</p>
ΕΡ Υ Α Σ Τ Η Ρ Ι Ο  4 ο	<p>Να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock για διαφορετική σειρά και συχνότητα λαμπτήρων LED ανάλογα με τη δραστηριότητα.</p> <p>Να αναπτύξουν δεξιότητες αλγοριθμικής σκέψης.</p> <p>Να αναπτύξουν κοινωνικές δεξιότητες, ενεργώντας ως μέλη της μικρής ομάδας συμβάλλοντας σε ομαδική εργασία, σεβόμενοι την άποψη των άλλων.</p>	<p>Οι μαθητές και οι μαθήτριες χωρισμένοι στις ομάδες τους ελέγχουν τη λειτουργία δύο λαμπτήρων LED και τριών λαμπτήρων LED, με διαφορετική σειρά και συχνότητα προγραμματίζοντας μικροελεγκτή στο περιβάλλον mBlock.</p>

Ε ρ γ α σ τ ή ρ ι ο  5 ο	<p>Να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα ελέγχου λειτουργίας τριών λαμπτήρων LED με είσοδο δεδομένων από αισθητήρα φωτός στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock.</p> <p>Να εξερευνήσουν και να πειραματιστούν με τις εντολές εισόδου στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock.</p> <p>Να εξερευνήσουν και να πειραματιστούν με τις εντολές λογικού ελέγχου στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock.</p>	<p>Οι μαθητές και οι μαθήτριες χωρισμένοι στις ομάδες τους ελέγχουν τη λειτουργία τριών λαμπτήρων LED προγραμματίζοντας στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock μικροελεγκτή με είσοδο δεδομένων από αισθητήρα φωτός.</p>
Ε ρ γ α σ τ ή ρ ι ο  6 ο	<p>Να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα ελέγχου λειτουργίας ενός servo κινητήρα προγραμματίζοντας μικροελεγκτή στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock.</p> <p>Να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα ελέγχου λειτουργίας τριών λαμπτήρων LED και ενός servo κινητήρα προγραμματίζοντας μικροελεγκτή στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock.</p> <p>Να καλλιεργήσουν δεξιότητες αλγοριθμικής σκέψης και προγραμματιστικές δεξιότητες.</p> <p>Να καλλιεργήσουν συνθετική σκέψη συνθέτοντας όλες τις επιμέρους λειτουργίες της διάταξης.</p>	<p>Οι μαθητές και οι μαθήτριες χωρισμένοι στις ομάδες τους</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ελέγχουν τη λειτουργία ενός servo κινητήρα προγραμματίζοντας μικροελεγκτή στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock.</li> <li>- ελέγχουν τη λειτουργία τριών λαμπτήρων LED και ενός servo κινητήρα προγραμματίζοντας στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock μικροελεγκτή με είσοδο δεδομένων από αισθητήρα φωτός.</li> </ul>
Ε ρ γ α σ τ ή ρ ι ο  7 ο	<p>Να αποτιμήσουν τα θετικά και αρνητικά σημεία των δραστηριοτήτων.</p> <p>Να αναπτύξουν ικανότητες αυτοαξιολόγησης και ετεροαξιολόγησης.</p> <p>Να αναπτύξουν κοινωνικές δεξιότητες, ενεργώντας ως μέλη της μικρής ομάδας συμβάλλοντας σε ομαδική εργασία, σεβόμενοι την άποψη των άλλων, παρά το ότι δύναται να διαφωνούν.</p>	<p>Οι μαθητές και οι μαθήτριες ατομικά εκτελούν τις ακόλουθες δραστηριότητες:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Συμπλήρωση φύλλων αυτοαξιολόγησης.</li> <li>- Συμπλήρωση φύλλων αξιολόγησης των δραστηριοτήτων.</li> </ul>

Το έργο ίδρυσε και συντόνισε η καθηγήτρια Πληροφορικής/Ρομποτικής του Α΄ Αρσακείου Γυμνασίου Ψυχικού, δρ. Κατερίνα Γλέζου σε συνεργασία με τον καθηγητή Πληροφορικής/Ρομποτικής του Β΄ Αρσακείου Γυμνασίου Ψυχικού κ. Παντελή Χρήστου, συνιδρυτή του έργου. Στο έργο συνεργάστηκαν εκπαιδευτικοί και μαθητές της Β΄ τάξης του Α΄ και του Β΄ Αρσακείου Γυμνασίου Ψυχικού. Στις δράσεις του έργου ενεπλάκησαν εκπαιδευτικοί διάφορων ειδικοτήτων, όπως Πληροφορικής, Αγγλικών, Γαλλικών και Γερμανικών.

Υιοθετήθηκε μια διαθεματική προσέγγιση εστιάζοντας σε δραστηριότητες και έννοιες ρομποτικής, προγραμματισμού, πληροφορικής, φυσικής, αλλά και οδικής ασφάλειας. Μέσω του έργου δόθηκε η δυνατότητα στους μαθητές να ασχοληθούν με δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος με χρήση τεχνολογίας εκπαιδευτικής ρομποτικής τύπου Arduino. Οι μαθητές ανέπτυξαν δεξιότητες ρομποτικής, προγραμματισμού, ψηφιακού εγγραμματος, απαιτούμενες δεξιότητες για τους πολίτες



του 21ου αιώνα, 4Cs (Communication, Collaboration, Critical thinking, Creativity: Επικοινωνία, Συνεργασία, Κριτική σκέψη, Δημιουργικότητα), καθώς και γλωσσικές δεξιότητες, ορολογία στην αγγλική, γαλλική, γερμανική γλώσσα για τη δημιουργία συνεργατικού εικονογραφημένου πολύγλωσσου λεξικού.

Η ανάπτυξη του twinspace του έργου <https://twinspace.etwinning.net/205065/home> ξεκίνησε με την ίδρυση του έργου τον Οκτώβριο 2021 και συνεχίστηκε από τους εταίρους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές της Β΄ τάξης των σχολείων σε όλη τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς. Για την πρόσβαση στο twinspace του έργου μπορούν οι ενδιαφερόμενοι να χρησιμοποιήσουν ως στοιχεία σύνδεσης τα εξής: όνομα χρήστη: guest.ars και κωδικός: arsakeio1.

Κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς υλοποιήθηκε πληθώρα δραστηριοτήτων ακολουθώντας τα τρέχοντα ημερολογιακά γεγονότα. Οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν τα forum προκειμένου να συμμετέχουν σε συζητήσεις και να εκφράσουν την άποψή τους. Ενδεικτικά αναφέρουμε το νήμα συζήτησης «Θέλουμε ειρήνη σε όλο τον κόσμο!» <https://twinspace.etwinning.net/205065/forum/299016/thread/3399557> όπου οι μαθητές έστειλαν το αντιπολεμικό μήνυμά τους και εξέφρασαν τα φιλειρηνικά τους συναισθήματα για να επικρατήσει ειρήνη σε όλο τον κόσμο. Επισημαίνουμε ακόμα ότι στο 7ο εργαστήριο, οι μαθητές συμπλήρωσαν τη φόρμα Αξιολόγηση Εργαστηρίου Δεξιοτήτων (για μαθητές) και τα αποτελέσματα αναρτήθηκαν στη σελίδα Αποτελέσματα Αξιολόγησης Εργαστηρίου Δεξιοτήτων (από μαθητές) <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2317691>

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης είναι πολύ θετικά και οι μαθητές δηλώνουν ιδιαίτερα ευχαριστημένοι τονίζοντας στα σχόλια τους ότι θα ήθελαν μεγαλύτερη διάρκεια των μαθημάτων.

Αξίζει να αναφερθούν τα συνεργατικά προϊόντα του έργου:

- την πρώτη ολοκληρωμένη έκδοση του εικονογραφημένου πολυγλωσσικού λεξικού που δημιουργήθηκε με τη συνεργασία των μαθητών και των καθηγητριών Αγγλικών, Γαλλικών και Γερμανικών (βλ. <https://twinspace.etwinning.net/files/collabspac/5/65/065/205065/files/b99968fdd.pdf>).
- το μωσαϊκό φωτογραφιών από τα εργαστήρια κατά την εξέλιξη των δραστηριοτήτων (βλ. <https://mosaically.com/photomosaic/1dd5fbff-af27-496e-8a29-aca2dac4dfbf>).
- το συνεργατικό διαδραστικό ψηφιακό τεχνούργημα genial.ly με τίτλο "Το τρένο περνά!" στην πλατφόρμα Genial.ly (βλ. <https://view.genial.ly/62765280909e380011f50dc3/interactive-image-to-treno-perna>).

Ενδεικτικά βίντεο για μια μικρή γεύση της ατμόσφαιρας στο εργαστήριο:

- <https://vimeo.com/646801547> (00:41) VID\_20211104\_112449.mp4
- <https://vimeo.com/668065979> (00:22) VID\_20220113\_110808
- <https://vimeo.com/668067546> (00:05) VID\_20220113\_111714
- <https://vimeo.com/668140096> (00:12) 2ο ΕΔ-Φανάρι
- <https://vimeo.com/668125367> (00:39) 4ο ΕΔ-Teliko traino

## Σύμπραξη των σχολείων συνεργατών

Οι δραστηριότητες του έργου αναπτύχθηκαν συνεργατικά από τους εταίρους εκπαιδευτικούς των συνεργαζόμενων σχολείων. Συνεργασία μεταξύ των σχολείων υπήρχε σε όλες τις φάσεις του έργου (όπως σχεδιασμός και προσδιορισμός δραστηριοτήτων έργου, προσθήκη εταίρων εκπαιδευτικών και μαθητών, δημιουργία λογότυπου έργου, δημιουργία ψηφιακών αφισών για το έργο, δημιουργία ομάδων συζήτησης, διαμόρφωση-οργάνωση Twinspace, δημιουργία φορμών αξιολόγησης, δημιουργία συνεργατικών προϊόντων διάχυση αποτελεσμάτων έργου. Με την επικοινωνία τους στα φόρουμ, οι εκπαιδευτικοί πρότειναν πρόσθετες δραστηριότητες σε διάφορες φάσεις του έργου, χρονολογικά κυρίως (όπως ανταλλαγή Χριστουγεννιάτικων καρτών και ευχών) καθώς και για να ανταποκριθούμε σε διεθνή καλέσματα όπως η ημέρα ασφαλούς διαδικτύου, και η ανάγκη αφύπνισης για υποστήριξη της ειρήνης στην Ουκρανία. Το έργο λειτούργησε και ως πλαίσιο διαμόρφωσης μιας κοινότητας πρακτικής και μάθησης ιδίως για τους εκπαιδευτικούς που ήταν λιγότερο εξοικειωμένοι με εργαλεία ΤΠΕ και εξέλιξαν τις διδακτικές πρακτικές τους βασιζόμενοι στην υποστήριξη των συναδέλφων τους. Ενδεικτικοί σύνδεσμοι σχετικά με το έργο:

- <https://padlet.com/glezou/skillslab21>
- <https://view.genial.ly/62765280909e380011f50dc3/interactive-image-to-treno-perna>
- <https://mosaically.com/photomosaic/1dd5fbff-af27-496e-8a29-aca2dac4dfbf>

---

Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

- <https://twinspace.etwinning.net/files/collabspac/5/65/065/205065/files/b99968fdd.pdf>
- <https://twinspace.etwinning.net/files/collabspac/5/65/065/205065/files/c1b1d6ac7.pdf>
- [https://www.canva.com/design/DAFDErh3MII/BFj2IHA7xpIDK98tMIR3A/view?utm\\_content=DAFDErh3MII&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAFDErh3MII/BFj2IHA7xpIDK98tMIR3A/view?utm_content=DAFDErh3MII&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2092202>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2359464>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2359743>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2332925>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2359463>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2359629>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2345439>
- <https://twinspace.etwinning.net/files/collabspac/5/65/065/205065/files/c1b1d6ac7.pdf>
- <https://twinspace.etwinning.net/files/collabspac/5/65/065/205065/files/b99968fdd.pdf>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/1838572>

### **Παιδαγωγική Καινοτομία και Δημιουργικότητα**

Μέσω του έργου δόθηκε η δυνατότητα στους μαθητές να ασχοληθούν με δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος με χρήση τεχνολογίας εκπαιδευτικής ρομποτικής τύπου Arduino. Στο πλαίσιο του έργου αξιοποιείται ο μικροελεγκτής Arduino Lotus Grove ATmega 328 και το προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock για τον προγραμματισμό της διάταξης. Οι μαθητές δουλεύουν χωρισμένοι σε ομάδες, καθοδηγούνται από φύλλα εργασίας, και σταδιακά κατασκευάζουν και προγραμματίζουν κατάλληλα τη ρομποτική διάταξη που προσομοιώνει το πρόβλημα. Στο πλαίσιο αυτό, οι μαθητές εμπλέκονται σε δραστηριότητες: - εισαγωγής στη ρομποτική και στον προγραμματισμό, - διατύπωσης αυθεντικού προβλήματος (όπως έλεγχος διάβασης τρένου), - εξοικείωσης με τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες μικροελεγκτή (μικροελεγκτής ATmega328), - εισαγωγής στο προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock, - δημιουργίας τεχνουργήματος και κατάλληλης συνδεσμολογίας αξιοποιώντας κατάλληλα δομικά στοιχεία όπως τουβλάκια LEGO, καλώδια, λαμπάκια LED, αισθητήρα φωτός, κ.ά., - προγραμματισμού του μικροελεγκτή. Μέσα από διερευνητικού τύπου δραστηριότητες, επιδιώκεται οι μαθητές να αναπτύξουν γνώσεις και δεξιότητες για την κατασκευή και τον προγραμματισμό ρομποτικής διάταξης και μέσα από δραστηριότητες τύπου επίλυσης προβλήματος, να αποκτήσουν δεξιότητες στην επέκταση της λύσης σχετικών προβλημάτων, στοχεύοντας στην ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης και δεξιοτήτων επικοινωνίας, συνεργασίας και δημιουργικότητας.

Η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση βασίζεται στην καθοδηγούμενη διερεύνηση με στόχο τη βιωματική ενεργό εμπλοκή των μαθητών και την οικοδόμηση γνώσεων και καλλιέργεια δεξιοτήτων. Δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές μέσα από τον πειραματισμό, τον έλεγχο και την αναθεώρηση-αναστοχασμό να αναπτύξουν ολοκληρωμένες αναπαραστάσεις για τη λειτουργία της δομής επιλογής. Για τον σκοπό αυτό γίνεται επιλογή ενός οικείου παραδείγματος της καθημερινής ζωής ώστε να βοηθηθούν οι μαθητές να συσχετίσουν την αλγοριθμική λογική και λειτουργία της προγραμματιστικής δομής με πραγματικά προβλήματα (Qian & Lehman, 2017).

### **Αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων**

Σε όλη τη διάρκεια του έργου χρησιμοποιήθηκε τεχνολογικός εξοπλισμός όπως υπολογιστές / φορητοί υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα, σύστημα εκπαιδευτικής ρομποτικής καθώς και πληθώρα υπολογιστικών εφαρμογών. Οι εκπαιδευτικοί εργάστηκαν σε κοινό ηλεκτρονικό χώρο εργασίας, έναν κοινόχρηστο Google Drive φάκελο, και δημιούργησαν πλήθος κοινόχρηστων εγγράφων (Google Docs, Google Forms, Google Sheets). Ως προγραμματιστικό περιβάλλον αξιοποιήθηκε το προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock, το οποίο είναι περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού, βασίζεται στο Scratch του MIT και διευκολύνει τον προγραμματισμό μικροελεγκτών Arduino με διαδραστικό τρόπο. Ακόμα χρησιμοποιήθηκε πληθώρα διαδικτυακών εργαλείων όπως padlet, wordart, kahoot, answergarden, menti, vimeo, linoit, avatarmaker, facepixelizer, Scratch, Canva, midi to mp3, Prezi, κ.α.) ενώ παράλληλα αξιοποιήθηκαν τα εργαλεία που παρέχονται στο Twinspace όπως οι σελίδες, το φόρουμ, το υλικό σε φακέλους. Τα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν παρουσιάζονται στη σχετική σελίδα "Εργαλεία ΤΠΕ" του έργου (βλέπε <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2359676>).

Ακολουθήθηκαν κανόνες ασφαλούς πρόσβασης στο διαδίκτυο και δημιουργήθηκε σχετική σελίδα "Κώδικας Δεοντολογίας" (<https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/1844571>) στο Twinspace του έργου. Υπήρξαν δραστηριότητες για ασφαλή χρήση του διαδικτύου και για κριτική και υπεύθυνη χρήση των διαδικτυακών πόρων και δράσεις για την ημέρα ασφαλούς διαδικτύου. Ζητήθηκε και λήφθηκε υπογεγραμμένη βεβαίωση γονικής συναίνεσης για τη συμμετοχή και τη χρήση των δεδομένων των μαθητών μας. Κατά την προσθήκη των μαθητών δεν χρησιμοποιήθηκε το πλήρες όνομά τους, αλλά υιοθετήθηκε κοινός τρόπος κωδικοποίησης του ονόματος χρήστη.

- <https://twinspace.etwinning.net/205065/>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/1844571>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2359676>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2359464>
- <https://twinspace.etwinning.net/files/collabspac/5/65/065/205065/files/c1b1d6ac7.pdf>
- <https://twinspace.etwinning.net/files/collabspac/5/65/065/205065/files/b99968fdd.pdf>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2359743>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2332925>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2359463>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/1838572>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/1830914>

### **Αποτελέσματα, αντίκτυπος και τεκμηρίωση**

Εκπαιδευτικοί και μαθητές από διαφορετικά σχολεία επικοινωνήσαν, συνέθεσαν μια κοινότητα πρακτικής και μάθησης, συνεργάστηκαν διαδικτυακά μέσω πλατφόρμας σύγχρονης και ασύγχρονης επικοινωνίας, αξιοποίησαν μια ποικιλία εργαλείων ΤΠΕ και δημιούργησαν ψηφιακά έργα συλλογικού και προσωπικού νοήματος κι ενδιαφέροντος. Οι μαθητές συμμετείχαν με ενθουσιασμό και δημιουργικότητα σε όλες τις δραστηριότητες του έργου. Μετά την αρχική διερεύνηση των αναγκών και του μαθησιακού υποβάθρου των μαθητών σχεδιάστηκαν με προσοχή οι μαθησιακές δραστηριότητες επιλέγοντας μια ποικιλία θεμάτων και εργαλείων κατάλληλων ώστε να κινητοποιηθούν και να συμμετέχουν όλοι ανάλογα με τις δυνατότητες και τα ενδιαφέροντά τους. Οι μαθητές γνώρισαν και εξοικειώθηκαν με το σύστημα εκπαιδευτικής ρομποτικής αναπτύσσοντας δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης, επικοινωνίας και συνεργασίας και δημιουργικότητας όπως αυτό αναδεικνύεται στις δημιουργίες/κατασκευές/προγράμματα/κώδικα που ανέπτυξαν. Οι μαθητές ήταν ενθουσιασμένοι με την αναγνώριση των παραγωγών τους από τους συνομηλίκους τους, ένιωθαν υπεύθυνοι και κινητοποιούνταν ως μέλη μιας ευρύτερης κοινότητας μάθησης. Υποστήριζαν ο ένας τον άλλον, η μία ομάδα την άλλη, έμαθαν να δίνουν εποικοδομητική ανατροφοδότηση στους συμμαθητές τους και ενισχύθηκε το ενδιαφέρον τους για το μάθημα ακόμα και σε περιπτώσεις μαθητών που στην αρχή ήταν αποστασιοποιημένοι ή/και αδιάφοροι. Η συμμετοχή των μαθητών στο έργο αποτιμήθηκε διεξοδικά τόσο με το κοινό ερωτηματολόγιο αποτίμησης όσο και με συζητήσεις και ανατροφοδότηση μετά από κάθε δραστηριότητα στην τάξη. Κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς υλοποιήθηκε πληθώρα δραστηριοτήτων ακολουθώντας τα τρέχοντα ημερολογιακά γεγονότα όπως καταγράφονται στην αρχική σελίδα του έργου. Οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν τα forum προκειμένου να συμμετέχουν σε συζητήσεις και να εκφράσουν την άποψή τους. Ενδεικτικά αναφέρουμε το νήμα συζήτησης "Θέλουμε ειρήνη σε όλο τον κόσμο!" στο φόρουμ "Σχόλια μαθητών".

- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2317691>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/1895152>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2351309>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/pages/page/2359332>
- <https://twinspace.etwinning.net/files/collabspac/5/65/065/205065/files/c1b1d6ac7.pdf>
- <https://twinspace.etwinning.net/files/collabspac/5/65/065/205065/files/b99968fdd.pdf>
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/forum/299016/thread/3399557>

Το έργο "Το τρένο περνά! – Προγραμματίζοντας μικροελεγκτή #SkillsLabs" παρουσιάστηκε διαδικτυακά με ιδιαίτερη επιτυχία από εταίρους μαθητές στο 11ο Μαθητικό Φεστιβάλ Ψηφιακής Δημιουργίας Β' Αθήνας <http://v-athina.digifest.info/> την Τρίτη 10/5/2022 (βλ. [http://v-athina.digifest.info/2022/04/blog-post\\_49.html](http://v-athina.digifest.info/2022/04/blog-post_49.html)).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία περιγράφονται το πλαίσιο, η σχεδίαση, η εφαρμογή και τα ευρήματα μιας πρότασης σύζευξης προγράμματος καλλιέργειας δεξιοτήτων και έργου eTwinning στην κατεύθυνση προώθησης της εκπαίδευσης STEM. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται η βασική ιδέα, τα χαρακτηριστικά, οι δραστηριότητες, τα συνεργατικά προϊόντα καθώς και τα αποτελέσματα αξιολόγησης του eTwinning έργου "Το τρένο περνά! - Προγραμματίζοντας μικροελεγκτή #SkillsLabs" (<https://live.etwinning.net/projects/project/329670>), όπως πραγματοποιήθηκε το σχολικό έτος 2021-2022 σε πραγματικές συνθήκες στο πλαίσιο εφαρμογής των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων Β΄ Τάξης Γυμνασίου στη Θεματική: «ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία» και συγκεκριμένα στην Υποθεματική: STEM/Εκπαιδευτική Ρομποτική με τη σύμπραξη του Α΄ και του Β΄ Αρσακείου Γυμνασίου Ψυχικού.

Οι μαθητές ενεπλάκησαν σε ομαδοσυνεργατικές STEM δραστηριότητες ενεργητικής βιωματικής διερευνητικής μάθησης προγραμματισμού μικροελεγκτή στοχεύοντας στην ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης και δεξιοτήτων επικοινωνίας, συνεργασίας και δημιουργικότητας. Οι δραστηριότητες του έργου αφορούσαν σε επαναλαμβανόμενο κύκλο 7 εργαστηρίων για κάθε τμήμα μαθητών.

Μέσω του έργου δόθηκε η δυνατότητα στους μαθητές να ασχοληθούν με δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος με χρήση τεχνολογίας εκπαιδευτικής ρομποτικής τύπου Arduino. Συγκεκριμένα αξιοποιήθηκε ο μικροελεγκτής Arduino Lotus Grove ATmega 328 και για τον προγραμματισμό της ρομποτικής διάταξης το προγραμματιστικό περιβάλλον mBlock. Το εναρκτήριο πρόβλημα: «Πώς μπορούμε να κατασκευάσουμε μια διάταξη για τη ρύθμιση της κυκλοφορίας σε κόμβο διάβασης τρένου;» οδήγησε σταδιακά στη σταδιακή κατασκευή και τον προγραμματισμό απλής ρομποτικής διάταξης που περιλάμβανε ένα φωτεινό σηματοδότη τριών χρωμάτων και κινούμενη μπάρα.

Τα ευρήματα αναδεικνύουν ότι η σύζευξη προγράμματος καλλιέργειας δεξιοτήτων και έργου eTwinning συμβάλλει στην επίτευξη των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων και προτείνεται ως καλή εκπαιδευτική πρακτική στην κατεύθυνση της προώθησης της εκπαίδευσης STEM, της διάδοσης της ρομποτικής και της αποτελεσματικής ένταξης και ενσωμάτωσής της στη διδακτική πράξη.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
- Barbero, A., Demo, B., & Vaschetto, F. (2011). *A contribution to the discussion on informatics and robotics in secondary schools*. Paper presented at the Proceedings of 2nd international conference on Robotics in education (RiE 2011). INNOC–Austrian Society for Innovative Computer Sciences, Vienna, Austria, September.
- Glezou, K. (2021). Robotics as a Powerful Vehicle toward Learning and Computational Thinking in Secondary Education of 21<sup>st</sup> Century. In St. Papadakis and M. Kalogiannakis (Eds), *Handbook of Research on Using Education Robotics to Facilitate Student Learning*, Hershey, PA: IGI Global.
- Glezou, K. (2020). Fostering Computational Thinking and Creativity in Early Childhood Education: Play-Learn-Construct-Program-Collaborate. In St. Papadakis and M. Kalogiannakis (Eds), *Mobile Learning Applications in Early Childhood Education*, (pp. 324-347), Hershey, PA: IGI Global.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
- Gyebi, E. B., Hanheide, M., & Cielniak, G. (2016). *The effectiveness of integrating educational robotic activities into higher education Computer Science curricula: a case study in a developing country*. Paper presented at the International Conference EduRobotics 2016.
- Miller, D. P., & Nourbakhsh, I. (2016). Robotics for Education *Springer Handbook of Robotics* (pp. 2115-2134): Springer.
- Plaza, P., Sancristobal, E., Fernandez, G., Castro, M., & Pýrez, C. (2016). *Collaborative robotic educational tool based on programmable logic and Arduino*. Paper presented at the Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE), 2016.
- Zieris, H., Gerstberger, H., & Müller, W. (2015). Using Arduino-Based Experiments to Integrate Computer Science Education and Natural Science. KEYCIT 2014: key competencies in informatics and ICT, 7,

- Γλέζου Κατερίνα, Μπιρμπίλης Γιώργος, (2017). Δραστηριότητες Αξιοποίησης του Συστήματος Εκπαιδευτικής Ρομποτικής Edison. Στο Τζιμόπουλος, Ν. (Επιμ.) *Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη»*, Σύρος, Εκδόσεις Ε-Δίκτυο ΤΠΕΕ, ISBN: 978-618-80768-4-6.
- Γλέζου Κατερίνα, (2017). Επιμορφωτικό Εργαστήριο: Εισαγωγή στο σύστημα εκπαιδευτικής ρομποτικής Edison - Ελέγχω, προγραμματίζω, κατασκευάζω ρομπότ. Στο Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράτισης, Χ. Παναγιωτακόπουλος(επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, σ. 1060-1066, Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, 21-23 Απριλίου 2017. ISSN2529-0924, ISBN978-618-83186-0-1.
- Χατζηορφανός, Α., Ξηρίδου, Α., Τζώρτζη, Α., Γλέζου, Κ., Χρήστου, Π. (2022). Υλικό δραστηριοτήτων "Εργαστήρια δεξιοτήτων" Β' τάξης Γυμνασίου «Το τρένο περνά! Προσομοίωση ελέγχου διάβασης τρένου προγραμματίζοντας μικροελεγκτή» bea963c5f.pdf (etwinning.net)
- <https://twinspace.etwinning.net/205065/home>
- <https://live.etwinning.net/projects/project/329670>
- <https://www.microchip.com/en-us/product/atmega328>
- <https://mblock.makeblock.com/en-us/>

# Εκπαιδευτικό Σενάριο: Φτιάχνω το Όχημά μου για τη Σελήνη

Δούγια Έλενα

edougia@sch.gr

Εκπαιδευτικός ΠΕ83, Μ.Σ., Υποψήφια Διδάκτωρ, Εσπερινό ΕΠΑ.Λ. Κέρκυρας

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το εκπαιδευτικό σενάριο δημιουργήθηκε στα πλαίσια των νέων προγραμμάτων σπουδών του μαθήματος της Τεχνολογίας στο Γυμνάσιο, κατά τη διάρκεια επιμόρφωσης του ΙΕΠ στα νέα Π.Σ.. Στη φυσιογνωμία του μαθήματος αναφέρεται πως στόχος είναι οι μαθητές/τριες να αποκτήσουν δεξιότητες STEM συνδυάζοντας την τεχνολογία ως διαδικασία/δραστηριότητα αλλά και ως προϊόν που συνδέεται με τα μαθηματικά, τη μηχανική και τη διαδικασία τεχνικού σχεδιασμού της μηχανικής, τις επιστήμες και τις τέχνες, την υπολογιστική σκέψη και τη διεπιστημονική ολιστική εκπαίδευση STEAM.

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται μια πρόταση μαθήματος, που βασίζεται στα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά, για το μάθημα της Τεχνολογίας στη Γ' τάξη του Γυμνασίου, για τη διδασκαλία του θεματικού πεδίου Μηχαντρονική/Ρομποτική και της ενότητας Μηχαντρονικά Συστήματα στο Διάστημα.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Τεχνολογία Γυμνασίου, Μηχαντρονική/Ρομποτική, Τεχνικός σχεδιασμός.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε ένα κόσμο που εξελίσσεται ταχύτατα, πρέπει να γίνει αναμόρφωση της εκπαίδευσης σε μια διαβίου εμπειρία. Οι παραδοσιακοί τρόποι εκπαίδευσης έχουν ξεπεραστεί. Πλέον μια χρονοβόρα έρευνα που γινόταν σε μια βιβλιοθήκη, γίνεται σε ελάχιστο χρόνο από ένα κινητό τηλέφωνο. Η τεχνολογία σήμερα μας έχει εισαγάγει για τα καλά στην Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση όπου πλέον η τεχνητή νοημοσύνη, οι ψηφιακοί αλγόριθμοι και η ανάλυση δεδομένων έχουν μεταφερθεί στους χώρους εργασίας. Όπως καταλήγει η μελέτη της Deloitte (2019), το μέλλον της εργασίας είναι ανθρώπινο, καθώς μπορεί να αλλάζουν λόγω αυτοματοποίησης οι θέσεις εργασίας, αλλά δε θα εξαφανιστούν. Οι σημερινοί ρόλοι επανεξετάζονται και περιγράφονται με βάση τις νέες δεξιότητες που απαιτούνται στη σύγχρονη εργασία από την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Οι νέες δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα είναι και οι δεξιότητες STEM.

Ο σκοπός της εκπαίδευσης σήμερα, είναι η εκμάθηση των δεξιοτήτων και γνώσεων που ενδυναμώνουν τους μαθητές και τους προετοιμάζουν για την αγορά εργασίας. Οι δεξιότητες αυτές όμως μπορεί να μην είχαν αναπτυχθεί υπό άλλες συνθήκες. Ξεκινώντας από τα πρώτα μαθητικά χρόνια, η εκπαίδευση αρχίζει με βασικές δεξιότητες αλφαριθμητισμού, αριθμητικής και ψηφιακής παιδείας, με ταυτόχρονη εκπαίδευση του μυαλού ώστε να αποκτήσουν οι μαθητές κίνητρα και αυτενέργεια. Συνεχίζοντας στα επόμενα χρόνια του γυμνασίου και του λυκείου, η εκπαίδευση θα πρέπει να αποτελεί οδηγό για την δημιουργία στάσεων και συμπεριφορών έτσι ώστε οι μαθητές να αντιμετωπίζουν κάθε πρόβλημα ως ευκαιρία για μάθηση και ανάπτυξη. Μέσα σε όλο αυτό το κλίμα, η σχέση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή διαφοροποιείται. Ο εκπαιδευτικός πλέον έχει το ρόλο του διευκολυντή/διαμεσολαβητή της εκμάθησης, καθώς η γνώση παραδίδεται ως ολοκληρωμένη μάθηση στην εργασία και όχι στη διδασκαλία και ως εκ τούτου η γνώση αντλείται και δεν εξωθείται με οδηγίες.

Το μάθημα λοιπόν της Τεχνολογίας έχει ως στόχο την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα και των δεξιοτήτων STEM στους μαθητές του Γυμνασίου. Συνδυάζοντας, όπως αναφέρεται στο ΦΕΚ (2021) για τα Πρόγραμμα Σπουδών (ΠΣ), την υπεύθυνη έρευνα και καινοτομία, τον «ολιστικό» σχεδιασμό για τη μάθηση και την τεχνολογία είτε ως διαδικασία/δραστηριότητα είτε και ως προϊόν. Η παρούσα εργασία είναι μια πρόταση για το μάθημα της Τεχνολογίας στη Γ' τάξη Γυμνασίου και μέσα από το εκπαιδευτικό σενάριο «Φτιάχνω το όχημά μου για τη Σελήνη» οι μαθητές θα εμπλακούν με έννοιες της Φυσικής καθώς και θέματα σύγχρονης Φυσικής, αλλά και με Μαθηματικά και

Πληροφορική. Αναμένεται οι μαθητές αφού βασιστούν στις θεωρητικές γνώσεις και ερχόμενοι σε επαφή με νέες ιδέες, όπως η μετοίκηση στη Σελήνη, να καταστούν ικανοί στη συνέχεια να τις συνδυάσουν με πιο πρακτικά θέματα όπως η τρισδιάστατη σχεδίαση, ο προγραμματισμός και η χρήση πλατφόρμας Arduino· πάντα στις ιδιαίτερες συνθήκες της σελήνης.

## ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

### ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

**Τίτλος διδακτικού σεναρίου:** Φτιάχνω το όχημά μου για τη σελήνη.

**Δημιουργός:** Δούγια Έλενα

**Βαθμίδα – Τάξη:** Γυμνάσιο - Γ' Γυμνασίου

**Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές και συμβατότητα με ΠΣ:**

- **Θεματικό πεδίο:** Μηχατρονική / Ρομποτική

- **Θεματική ενότητα:** Μηχατρονικά Συστήματα στο Διάστημα

**Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα / στόχοι (κατανομή κατά Bloom).**

**Οι μαθητές /μαθήτριες να είναι σε θέση:**

**Γνώση:** Να κατονομάσουν τι γνωρίζουν για τη ζωή στο φεγγάρι.

**Κατανόηση:** Να εκτιμήσουν τους κινδύνους σε περίπτωση διαβίωσής μας στη σελήνη.

**Εφαρμογή:** Να περιγράψουν τις συνθήκες διαβίωσης στη σελήνη.

**Εφαρμογή:** Να εντοπίσουν τις υφιστάμενες ανάγκες για την επιτυχή διαβίωσή μας στη σελήνη.

**Εφαρμογή:** Να εντάξουν σε κατηγορίες τις ανάγκες που προέκυψαν.

**Ανάλυση:** Να συγκρίνουν τη ζωή στη γη με τη ζωή στη σελήνη.

**Ανάλυση:** Να ξεχωρίσουν τις ιδιαιτερότητες της ζωής στη σελήνη.

**Ανάλυση:** Να κατηγοριοποιήσουν τις ανάγκες της διαβίωσης στη σελήνη.

**Σύνθεση:** Να καταγράψουν τις ανάγκες μετακίνησης στη σελήνη.

**Σύνθεση:** Να δημιουργήσουν στο TinkerCad ένα όχημα για τη σελήνη.

**Σύνθεση:** Να συνδέσουν τη χρήση αισθητήρων στο TinkerCad και την κάλυψη των αναγκών πάνω στο όχημα.

**Αξιολόγηση:** Να κρίνουν την επάρκεια κατά τη λειτουργία του οχήματος.

**Αξιολόγηση:** Να αιτιολογήσουν την κατασκευή τους βασιζόμενοι στις ανάγκες που εντόπισαν αρχικά.

**Σχέση με άλλες θεματικές ενότητες ή/και θεματικά πεδία του γνωστικού αντικείμενου ή/και άλλα γνωστικά αντικείμενα.**

**Το συγκεκριμένο σενάριο σχετίζεται :**

→ με τη Φυσική, αφού οι μαθητές και οι μαθήτριες θα εμπλακούν με τις έννοιες της βαρυτικής δύναμης, της ατμοσφαιρικής πίεσης ακόμα και με επιλεγμένα θέματα σύγχρονης φυσικής, όπως είναι η ραδιενέργεια.

→ ταυτόχρονα προσφέρεται για διεπιστημονική προσέγγιση, καθώς σχετίζει τα παραπάνω μεγέθη της Φυσικής, με τα Μαθηματικά (υπολογισμούς πάνω σε αυτά τα μεγέθη) και την Πληροφορική (προγραμματισμός σε φυσικά μεγέθη με τη χρήση πλακέτας Arduino).

→ τέλος, η ενότητα αυτή, παρέχει την δυνατότητα στους μαθητές να εμπλακούν για πρώτη φορά με τον σχεδιασμό και τις έννοιες της Μηχανικής.

**Χρονική διάρκεια:** Τέσσερις (4) διδακτικές ώρες

### ΣΚΕΠΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Ο σκοπός του σεναρίου είναι οι μαθητές να έρθουν σε επαφή με νέες ιδέες, όπως η μετοίκηση στη Σελήνη, ώστε να καταστούν ικανοί στη συνέχεια να συνδυάσουν θεωρητικές γνώσεις που έχουν αποκτήσει από τη Φυσική με πιο πρακτικά θέματα όπως η τρισδιάστατη σχεδίαση, ο προγραμματισμός και η χρήση πλατφόρμας Arduino· πάντα στις ιδιαίτερες συνθήκες της σελήνης.

### ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ/ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Η κατασκευή του οχήματος θα γίνει με σχεδιαστικό πρόγραμμα στον υπολογιστή. Οι μαθητές θα πρέπει να κάνουν χρήση αισθητήρων, που θα ενσωματωθούν στο όχημα, εκτιμώντας τις ανάγκες που υπάρχουν στη Σελήνη. Οι αισθητήρες βασίζονται σε φυσικά μεγέθη όπως η θερμοκρασία, υγρασία,

υπέρυθρες ακτίνες κ.α. αλλά προσαρμοσμένα στις ιδιαίτερες συνθήκες της Σελήνης.

## **ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ**

Οι μαθητές και οι μαθήτριες πρέπει:

- Να γνωρίζουν βασικές έννοιες της Φυσικής, όπως απόσταση, δύναμη, θερμοκρασία, κ.α., ώστε να μπορούν να κατανοήσουν τη λειτουργία των αισθητήρων.
- Να γνωρίζουν και πιο συγκεκριμένες έννοιες Φυσικής, όπως ακτινοβολία, ραδιενέργεια, βαρύτητα κ.α., ώστε να εντοπίσουν τις ανάγκες στη Σελήνη.
- Να έχουν ξαναδουλέψει με TinkerCad και να γνωρίζουν το πρόγραμμα.
- Ομοίως, να έχουν ξαναδουλέψει με τον μικροελεγκτή Arduino και να γνωρίζουν να τον προγραμματίζουν.
- Να γνωρίζουν τη χρήση των αισθητήρων που θα χρησιμοποιηθούν, τον προγραμματισμό τους και τη σύνδεσή τους με την πλατφόρμα Arduino.
- Να έχουν εργαστεί ξανά σε ομάδες, να μπορούν να εργαστούν σε υπολογιστή και να είναι ικανοί να παρουσιάσουν και να υποστηρίξουν τα αποτελέσματα της εργασίας τους.

## **ΣΚΟΠΟΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ - ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα όπως αναφέρονται στο Π.Σ:

- Να σχεδιάζουν συστήματα μεταφοράς και να αναλύουν την αρχή λειτουργίας τους.
- Να διακρίνουν τις εγκάρσιες έννοιες/ιδέες σε διάφορες γνωστικές περιοχές, όπως της διαστημικής παραγωγής.
- Να αναπτύσσουν κριτική και δημιουργική σκέψη για την «τεχνική» γνώση και τις εφαρμογές της.
- Επιδιώκεται, οι μαθητές και οι μαθήτριες με την ολοκλήρωση του σεναρίου:
- Να μπορούν να συνδυάζουν τους αισθητήρες και τη χρήση τους, πάνω σε όχημα στις συνθήκες που επικρατούν στη Σελήνη.
- Να μπορούν να τροποποιούν προγράμματα στην πλατφόρμα με Ardublock ή Arduino IDE.
- Να αναπτύξουν συνεργατικό πνεύμα, κριτική σκέψη και επικοινωνιακές δεξιότητες.
- Να αποκτήσουν την εμπειρία της επίλυσης ενός προβλήματος, της αξιολόγησης της λύσης και ίσως τον επανασχεδιασμό αναγνωρίζοντας μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα.
- Να αναπτύξουν τη δημιουργικότητά τους καθώς και καινοτόμες ιδέες για οχήματα.

## **ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ**

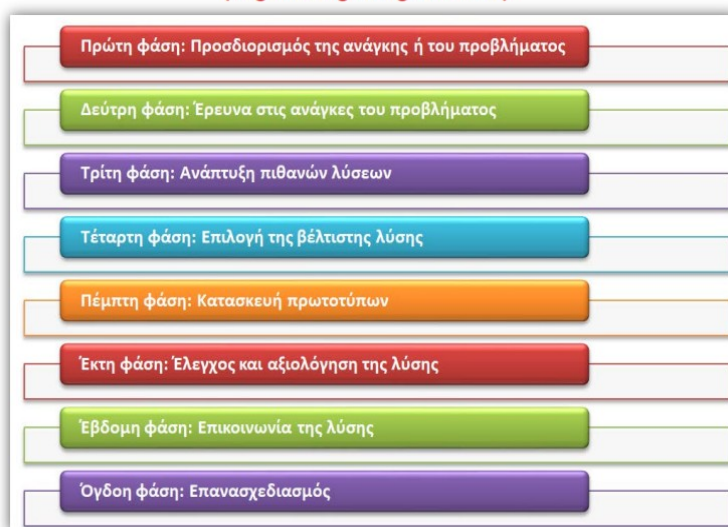
Όπως σε κάθε εργασία των μαθητών/τριών, έτσι και τώρα συζητούνται στην τάξη οι συνθήκες με τις οποίες θα εργαστούν. Τίθενται οι κανόνες εργασίας μεταξύ τους, σαν διδακτικό συμβόλαιο, με τον εκπαιδευτικό να συμβουλεύει για τη σωστή οργάνωση. Στο συγκεκριμένο σενάριο αναγκαία είναι η χρήση υπολογιστή συνδεδεμένου στο ίντερνετ. Το υλικό καθώς και το λογισμικό TinkerCad χρησιμοποιούνται online. Επιπλέον χρειάζεται ένας βίντεο-προβολέας για τις παρουσιάσεις καθώς και κάποια παιχνίδια που απευθύνονται στην ολομέλεια της τάξης. Αν το επιθυμεί ο εκπαιδευτικός, οι μαθητές/τριες μπορούν να χρησιμοποιήσουν και τα κινητά τους τηλέφωνα για να συμμετέχουν σε κάποια παιχνίδια, αλλιώς δίνεται ο σύνδεσμος και οι μαθητές/τριες χρησιμοποιούν τους υπολογιστές της τάξης.

## **ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ**

Η διδακτική προσέγγιση που ακολουθείται, βασίζεται στο μοντέλο του τεχνικού σχεδιασμού και στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1) εμφανίζονται οι φάσεις τις οποίες περιλαμβάνει:



### Η διδακτική προσέγγιση της διαδικασίας του τεχνικού σχεδιασμού (Engineering Design Process)



**Σχήμα 1:** Ο σχεδιασμός των Μηχανικών (διαδικασία του Τεχνικού σχεδιασμού της Μηχανικής) σύμφωνα με το Massachusetts Department of Education (<https://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2016-04.pdf>).

Απαραίτητο είναι να τονιστεί στους μαθητές/τριες πως στον τεχνικό σχεδιασμό οι φάσεις δεν ακολουθούν τη γραμμική διαδικασία αλλά μπορούν να αλληλεπιδρούν, δηλαδή ότι μπορούν να εναλλάσσουν τις φάσεις μπρος πίσω για να υπάρξει καλύτερο αποτέλεσμα.

### ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ

Στον παρακάτω πίνακα 1 εμφανίζονται συνοπτικά οι φάσεις του Τεχνικού σχεδιασμού της Μηχανικής που προτείνεται με συνοπτική περιγραφή και διάρκεια ανά διδακτική ώρα.

**Πίνακας 1:** Συνοπτική περιγραφή της διδακτικής πορείας που προτείνεται.

Διδακτική ώρα	Φάση	Διάρκεια	Περιγραφή
1η ώρα	1η	20΄	Προσδιορισμός ανάγκης ή προβλήματος
	2η	25΄	Έρευνα της ανάγκης ή του προβλήματος
2η ώρα	3η	30΄	Ανάπτυξη πιθανών λύσεων
	4η	15΄	Επιλογή βέλτιστης πιθανής λύσης
3η ώρα	5η	35΄	Κατασκευή πρωτοτύπου
	6η	10΄	Έλεγχος και αξιολόγηση της λύσης
4η ώρα	7η	30΄	Επικοινωνία της λύσης
	8η	15΄	Επανασχεδιασμός

Ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή της πορείας

#### ● 1η διδακτική ώρα :

**1η φάση - 20΄ Διάρκεια :** Προσδιορισμός ανάγκης ή προβλήματος

Δίνεται αρχικά στους μαθητές κωδικός για να μπουν στο mentimeter, να συμπληρώσουν ένα συννεφόλεξο με την εξής ερώτηση: Με μια λέξη περίγραψε πως νιώθεις βλέποντας την εικόνα. Η εικόνα είναι από τη NASA και εμφανίζει το φεγγάρι και τη γη από το διάστημα. Εισαγωγή με ένα παιχνίδι γνωριμίας με το θέμα της εργασίας. Το Mentimeter είναι ένα εργαλείο παρουσίασης που χρησιμοποιεί κουίζ, δημοσκοπήσεις και σύννεφα λέξεων για να βοηθήσει τους μαθητές να εμπλακούν καλύτερα στην εκπαίδευση.

Στη συνέχεια, συνεχίζουμε με ένα παιχνίδι γνωριμίας από το MIRO όπου υπάρχουν καλάμια τα οποία διαλέγουν οι μαθητές και κάθε ψαράκι έχει μια ερώτηση που πρέπει να απαντήσουν. Οι ερωτήσεις

αφορούν τη σελήνη και τη ζωή στη σελήνη, ώστε να αντιληφθούμε τις απόψεις των μαθητών μας παίζοντας. Το Migo είναι η διαδικτυακή πλατφόρμα συνεργασίας λευκού πίνακα που επιτρέπει στις ομάδες να συνεργάζονται αποτελεσματικά, από την ανταλλαγή ιδεών με ψηφιακές αυτοκόλλητες σημειώσεις έως τον σχεδιασμό και τη διαχείριση ευέλικτων ροών εργασίας.

Έχει ξεκινήσει λοιπόν η συζήτηση για τη ζωή στη Σελήνη και ο εκπαιδευτικός κατευθύνει τη συζήτηση προς τον προσδιορισμό της ανάγκης για μια μετοίκηση στη Σελήνη. Στη φάση αυτή πραγματοποιείται η «διαγνωστική αξιολόγηση» καθώς με τα παραπάνω παιχνίδια ανιχνεύονται πρότερες ιδέες και αναπαραστάσεις των μαθητών/τριών για θέματα σχετικά με τη διαβίωση στη σελήνη και με τον προσδιορισμό του προβλήματος, που είναι ο σχεδιασμός ενός οχήματος που θα διευκολύνει τη διαβίωσή μας στη Σελήνη.

**2η φάση - 25' Διάρκεια :** Έρευνα της ανάγκης ή του προβλήματος

Προβάλλεται μια παρουσίαση από τον ESA για τη ζωή στη Σελήνη και δίνονται κάποια στοιχεία.

Στη συνέχεια δίνονται σύνδεσμοι στους μαθητές από τον ιστότοπο της Airbus Foundation Discovery Space, για να συγκεντρώσουν στοιχεία για τη ζωή στη Σελήνη. Είναι μια διαδικτυακή πύλη που βοηθά τους νέους να κατανοήσουν την επιστήμη μέσα από τον κόσμο της αεροδιαστημικής.

Η επόμενη δραστηριότητα είναι πάλι στο mentimeter, όπου οι μαθητές/μαθήτριες απαντούν, με σύντομες απαντήσεις, στην ερώτηση: Ποιοι πιστεύεις πως μπορεί να είναι οι κίνδυνοι για τη διαβίωσή μας στη σελήνη; Οι απαντήσεις θα συγκεντρωθούν και θα κατηγοριοποιηθούν.

Με την συγκέντρωση των απαντήσεων για τους κινδύνους, γίνεται και η έρευνα των αναγκών που πρέπει να καλυφθούν στην ενδεχόμενη μετοίκησή μας στη Σελήνη.

● **2η διδακτική ώρα :**

**3η φάση - 30' Διάρκεια :** Ανάπτυξη πιθανών λύσεων

Οι μαθητές/τριες θα χωριστούν σε ομάδες των τριών ατόμων και θα βρουν το απαραίτητο όνομα για την ομάδα τους. Έχοντας κατηγοριοποιημένες τις ανάγκες που προσδιόρισαν πως θα υπάρξουν στη Σελήνη, θα χρησιμοποιήσουν ένα πίνακα padlet, που τους έχει δοθεί και περιέχει τους αισθητήρες που υπάρχουν για την πλακέτα του Arduino, ώστε να ξεκινήσει η συζήτηση για το σχεδιασμό του οχήματος.

Ζητείται από τους μαθητές να κρατήσουν σημειώσεις και να καταγράψουν ποιος αισθητήρας θα χρησιμοποιηθεί και γιατί. Θα καλύπτει κάποια ανάγκη; Κάθε ομάδα με το όνομά της θα τα σημειώσει σε ένα πίνακα που δίνεται.

Με τη συζήτηση για τη λειτουργία και τη χρήση των αισθητήρων πάνω στο όχημα, με την ταυτόχρονη κάλυψη αναγκών, οι μαθητές/τριες ξεκινούν και αναπτύσσουν πιθανές λύσεις για τον σχεδιασμό του οχήματος.

**4η φάση - 15' Διάρκεια :** Επιλογή βέλτιστης πιθανής λύσης

Σε αυτή τη φάση, η κάθε ομάδα θα πρέπει να έχει αποφασίσει ποιες ανάγκες θα καλύψει και με τη χρήση ποιων αισθητήρων. Θα αποφασίσουν ακόμα για τον τρόπο που θα τοποθετηθούν οι αισθητήρες στο όχημα και θα είναι σε θέση να εξηγήσουν το γιατί.

Επιλέγουν λοιπόν, αυτή που πιστεύουν πως είναι η καλύτερη λύση.

● **3η διδακτική ώρα :**

**5η φάση - 35' Διάρκεια :** Κατασκευή πρωτότυπου

Δίνεται σε κάθε ομάδα ο σύνδεσμος με τα βήματα που θα ακολουθήσουν οι μαθητές/τριες ώστε να σχεδιάσουν το όχημά τους (Moon Rover) στο TinkerCad. Το Padlet με τους αισθητήρες είναι επίσης διαθέσιμο.

Γίνεται σε κάθε ομάδα καταμερισμός εργασιών, καθώς ένας μαθητής θα ασχοληθεί με το σχεδιασμό του οχήματος και οι υπόλοιποι δυο με την επιλογή και των προγραμματισμό των αισθητήρων και του Arduino, που θα χρησιμοποιηθούν.

Για την ολοκλήρωση και την κατασκευή του εικονικού πρωτότυπου, θα πρέπει να συνδυάσουν τα κομμάτια που εργάστηκαν ώστε να παρουσιάσουν ένα όχημα και να ενημερώσουν για τους ενσωματωμένους αισθητήρες και την πλατφόρμα Arduino.

**6η φάση - 10' Διάρκεια :** Έλεγχος και αξιολόγηση της λύσης

Η κάθε ομάδα θα κάνει την απαραίτητη προσομοίωση και τον έλεγχο λειτουργίας των αισθητήρων και θα αξιολογήσει τα αποτελέσματα.

Είναι δυνατόν, εάν υπάρχει ο χρόνος, η κάθε ομάδα να προβεί και σε αναγκαίες διορθώσεις

● **4η διδακτική ώρα :**

**7η φάση - 25' Διάρκεια :** Επικοινωνία της λύσης

Η κάθε ομάδα, θα παρουσιάσει στην ολομέλεια της τάξης το πρωτότυπό της, μέσω βιντεοπροβολέα, και θα εξηγήσει τη λειτουργία του και τι προσφέρει.

Σαν να δημιούργησαν μια νέα καινοτομία, θα πρέπει να πείσουν τους συμμαθητές/τριες τους, που έχουν το ρόλο των επενδυτών, να επενδύσουν χρήματα στην ιδέα τους ώστε καταφέρουν να βγει στην παραγωγή το όχημά τους. Οι συμμαθητές/τριες - επενδυτές θα αξιολογήσουν το όχημα, πάντα στα πλαίσια των κανόνων που έχουν τεθεί από την αρχή, κόσμια και εποικοδομητικά, με μόνο ενδιαφέρον τη βελτίωση του οχήματος.

**8η φάση - 20' Διάρκεια :** Επανασχεδιασμός

Όταν ολοκληρωθεί η συγκέντρωση των παρατηρήσεων που μπορεί να υπήρξαν από τους συμμαθητές/τριες τους, η κάθε ομάδα έχει το χρόνο να κάνει έναν επανασχεδιασμό του πρωτοτύπου, λαμβάνοντας υπόψη νέα δεδομένα, μια άλλη οπτική με τη βοήθεια των συμμαθητών/τριών τους.

Στο τέλος της διδακτικής ώρας, οι μαθητές/τριες συμπληρώνουν ατομικά από ένα έντυπο αξιολόγησης.

## **ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ - ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ**

Αρχικά, οι μαθητές/τριες μπορούν να προχωρήσουν με τη σύνδεση και ενεργοποίηση των, όπως κινητήρες, ενδεικτικές λυχνίες κ.α. στο όχημα, οι οποίοι θα ελέγχονται από το πρόγραμμα στον μικροελεγκτή Arduino, και με βάση τα δεδομένα από τους αισθητήρες.

Σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών, μπορούν οι μαθητές/τριες να συνεχίσουν με την κατασκευή ενός ηλεκτρικού ρομποτικού βραχίονα συλλογής αντικειμένων από τη Σελήνη, που θα προστεθεί στο όχημα.

Επίσης, οι μαθητές μπορούν να συμμετάσχουν στη δράση του Ευρωπαϊκού Διαστημικού Σταθμού ESA, που διοργανώνει κάθε χρόνο μαζί με την Airbus Foundation και την Autodesk, με τίτλο: Moon Camp Challenge, στο τμήμα : Moon Camp Discovery.

Το συγκεκριμένο σενάριο μπορεί με ελάχιστες διαφοροποιήσεις να υλοποιηθεί και εξ αποστάσεως, καθώς το υλικό είναι διαθέσιμο online, αλλά και οι εργασίες σχεδίασης θα γίνουν με τη χρήση υπολογιστή.

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- ΙΤΥΕ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ (2019). Επιμόρφωση Β2 επιπέδου Τ.Π.Ε. Επιμορφωτικό Υλικό – Ειδικό Μέρος: Βασικό Υλικό Μελέτης (Πακέτο 11) - Τεχνικός σχεδιασμός με τη βοήθεια λογισμικού σχεδίασης και παραμετρικής 3D μοντελοποίησης. Συστάδα Β2.10 Εκπαιδευτικών Μηχανικών.
- ΙΕΠ (2021). Προγράμματα Σπουδών Για το μάθημα της Τεχνολογίας στις Α', Β' και Γ' Γυμνασίου.
- Ψυχάρης, Σ. & Καλοβρέκτης, Κ. (2017). Διδακτική και Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM και ΤΠΕ. ISBN: 978-960-418-706-5. Εκδόσεις Τζιόλα, Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 68374254. 10
- Ψυχάρης, Σ., Κοτζαμπασάκη, Ε. & Καλοβρέκτης, Κ. (2018). Υπολογιστική Σκέψη, Επιστημολογία των Μηχανικών και Υπολογιστική Παιδαγωγική: Μια πρόταση εισαγωγής του STEM στην εκπαίδευση. ISSN: 2585-2310, Τεύχος 1 (03/2018)
- Mitchell D. C (2016) 2016 Massachusetts Science and Technology/Engineering (STE) Curriculum Framework. Ανακτήθηκε στις 09 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2016-04.pdf>
- Rogers C. & Tran-Nguye D. (2019). Where to next? Beyond the skills gap. Deloitte. Ανακτήθηκε στις 09 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://tinyurl.com/nxf5tzhn>.
- Airbus Foundation, Ανακτήθηκαν στις 09 Αυγούστου 2022 από τις διευθύνσεις: Forward to the Moon - ESA, Discovery Space | Airbus, Start learning about space | Airbus, Design a Moon Rover in Tinkercad, <https://mooncampchallenge.org/>



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

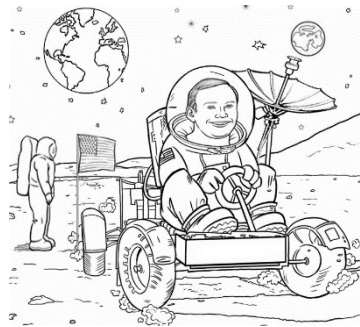
**Φύλλα εργασίας** (που θα δοθούν σε μαθητές και μαθήτριες ανά διδακτική ώρα)

### Φύλλο Εργασίας 1ης ώρας

Ατομικά:

#### Δραστηριότητα 1η

Σκανάρετε τον κώδικα QR και απαντήστε στην ερώτηση με την πρώτη λέξη που σου έρχεται στο μυαλό.



**Με μια λέξη περιγράψε πως νιώθεις βλέποντας την εικόνα .**

Enter a word 25

Enter another word 25

You can submit multiple answers

Submit

## Δραστηριότητα 2η

Διαλέξτε ένα καλάμι και απαντήστε στην ερώτηση.

Πόσα ψάρια πιάνεις;

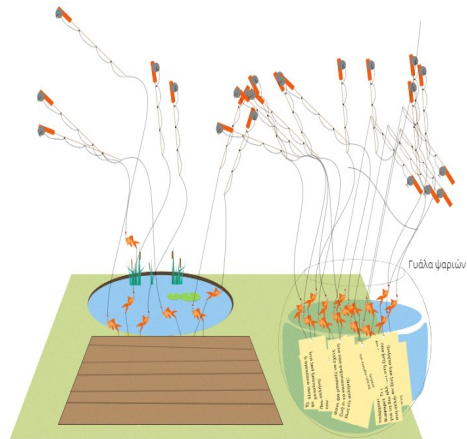
### Καλώς ήρθες!

#### Διάλεξε ένα ψάρι, ένα οποιοδήποτε ψάρι! Είναι απλό!

Διάλεξε ένα καλάμι και απάντησε την ερώτηση. Να κρατήσεις το ψάρι ασφαλή τοποθετώντας το πάλι πίσω στο νερό, μήπως θέλεις να ξαναπαίξεις.

Να με διαγράψεις πριν ξεκινήσεις

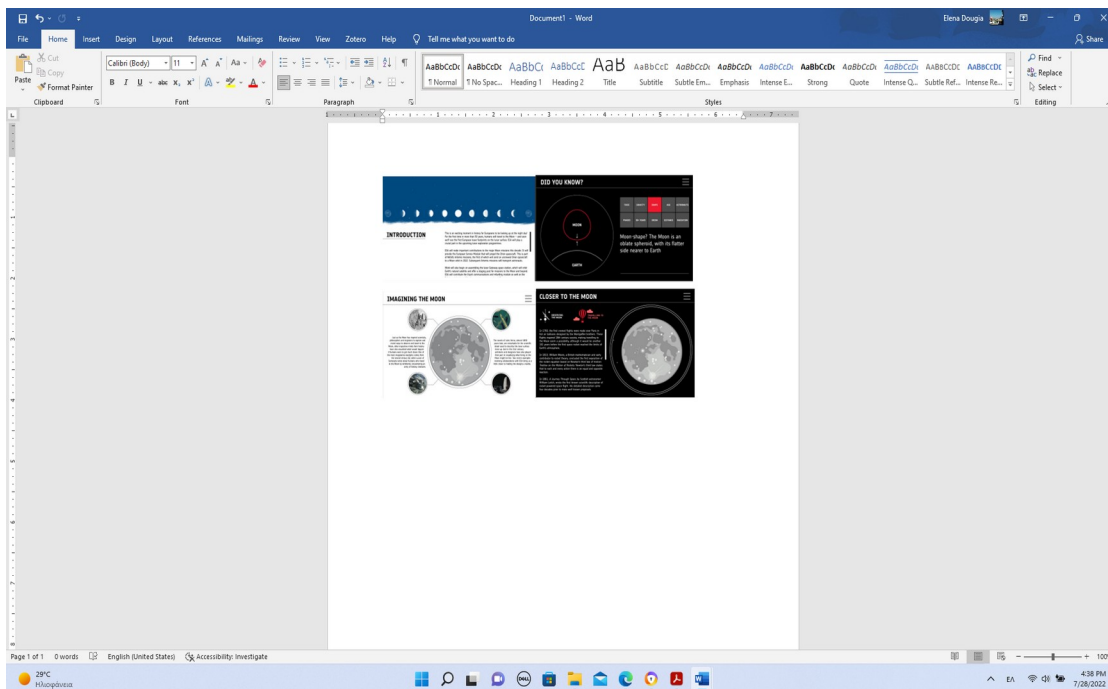
- Virtual Reality και Ενότητες
1. Θα ήθελες να πας στη σελήνη;
  2. Γνωρίζεις κάτι για τη ζωή στη σελήνη;
  3. Πως είναι ο καιρός στο φεγγάρι;
  4. Μπορούμε να περπατούμε στη σελήνη;
  5. Είναι πάλι τα μύρια στη σελήνη;
  6. Τι τρώμε στη σελήνη;
  7. Έχει νερό στο φεγγάρι;
  8. Έχει βουνά στο φεγγάρι;
  9. Έχει βόσκους;
  10. Έχει ποτάμια;
  11. Έχει δρόμους στη Σελήνη; Τις;
  12. Έχει πάλι ο άνθρωπος στη σελήνη;
  13. Μπορούμε να καλλιεργήσουμε φυτά στη σελήνη;
  14. Τι θερμοκρασίες έχει στη σελήνη;
  15. Που είναι το αχνό του φεγγαριού;
  16. Υπάρχουν κίνδυνοι στη σελήνη;
  17. Φαίνεται έτσι τη ζωή στη σελήνη; Πως είναι;
  18. Υπάρχουν διαφορετικές ονότητες για τη διαβίωση μας στη σελήνη;
  19. Είναι αναγκαία η μετακίνησή μας στη σελήνη;
  20. Φέρεται να ζήσουμε στη σελήνη;
  21. Τι φαίνεται πως θα αλλάξει στη ζωή σου αν ζεις στη σελήνη;
  22. Θα μπορούσε να έχεις το κατοικίδιο σου στη σελήνη;
  23. Θα εργάζεσαι όσο ζεις στη σελήνη;
  24. Θα έχεις σχολείο στη σελήνη;
  25. Θα ήθελες να γίνεις αστροναύτης;



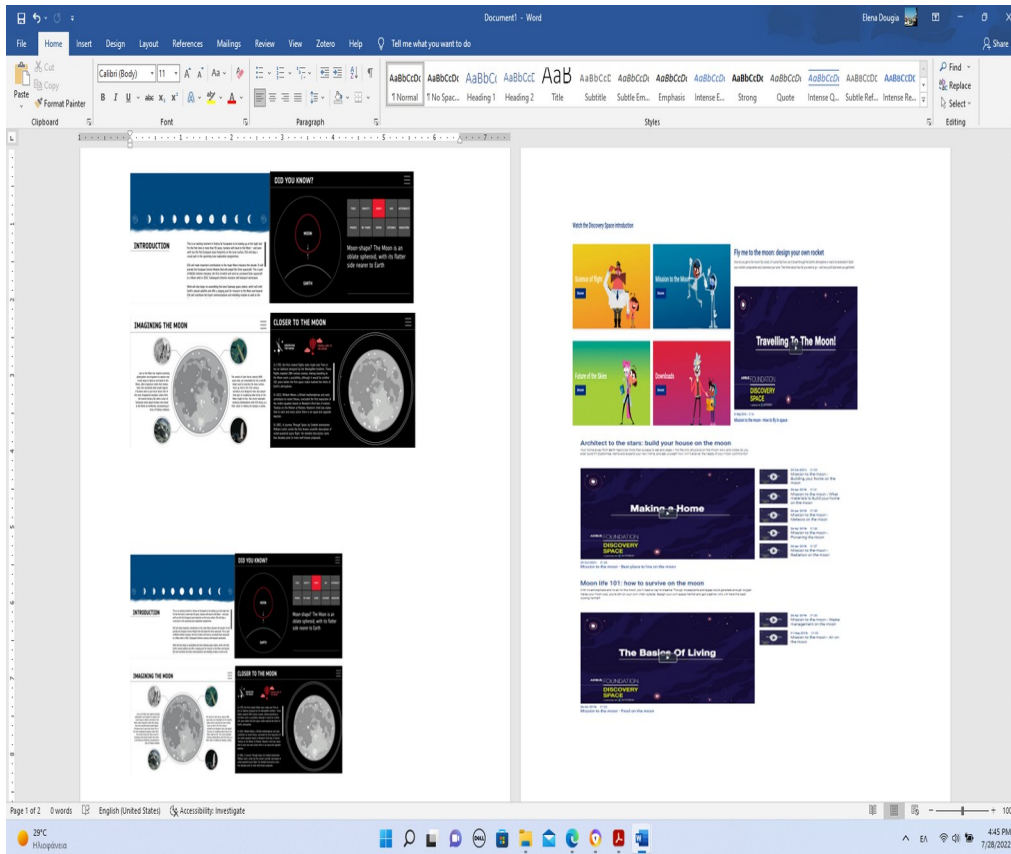
\*κανένα ψάρι δεν πληγώθηκε κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας

## Δραστηριότητα 3η

Δείτε την παρουσίαση : Forward to the Moon (adobe.com)



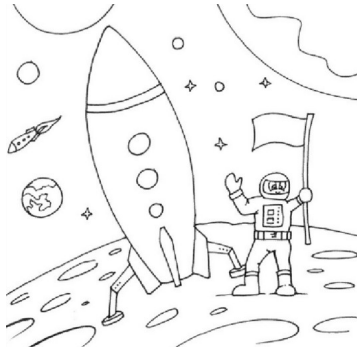
Καθώς και τα βίντεο: Discovery Space | Airbus και Start learning about space | Airbus



Παρατηρήστε αν υπάρχουν διαφορές στη Σελήνη από τη γη.

#### Δραστηριότητα 4η

Σκανάρετε τον κώδικα QR και απαντήστε στην ερώτηση.





**Ποιοί πιστεύεις πως μπορεί να είναι οι κίνδυνοι για τη διαβίωσή μας στη σελήνη;**

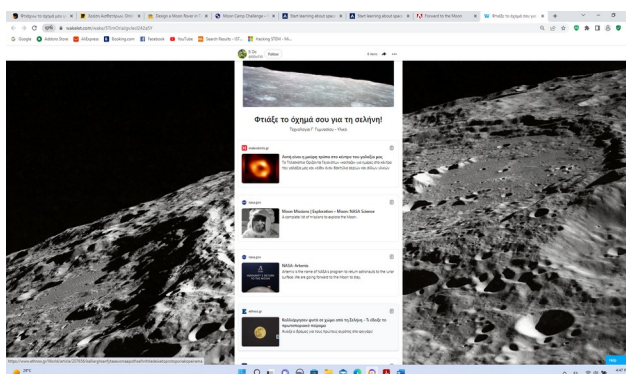
Short answers are recommended. You have 250 characters left.

You can submit multiple answers

**Submit**

→ Επίσης θα βρείτε το υλικό και εδώ:

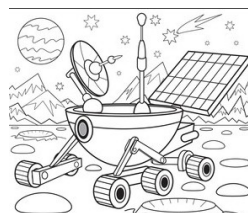
<https://wke.lt/w/s/8drRHw>



**Φύλλο Εργασίας 2ης ώρας**

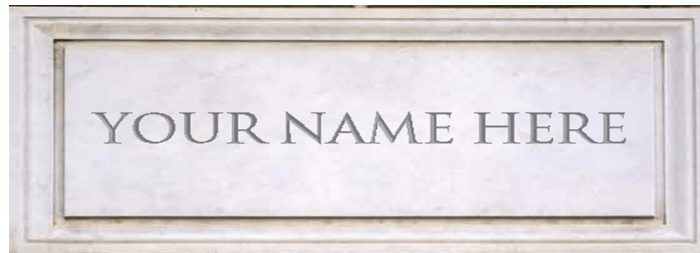
Ομαδικά:

**Δραστηριότητα 1η**





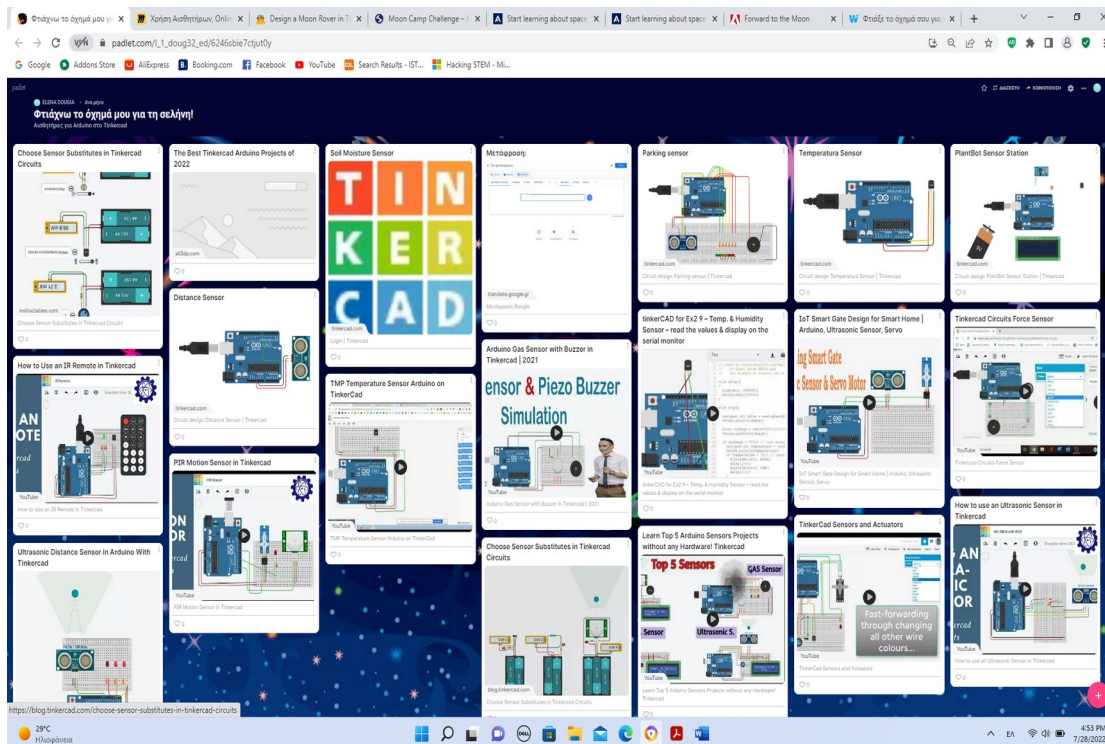
Βρείτε το όνομα της ομάδας σας.



## Δραστηριότητα 2η

Στο παρακάτω σύνδεσμο να δείτε τους αισθητήρες που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε:

### Αισθητήρες



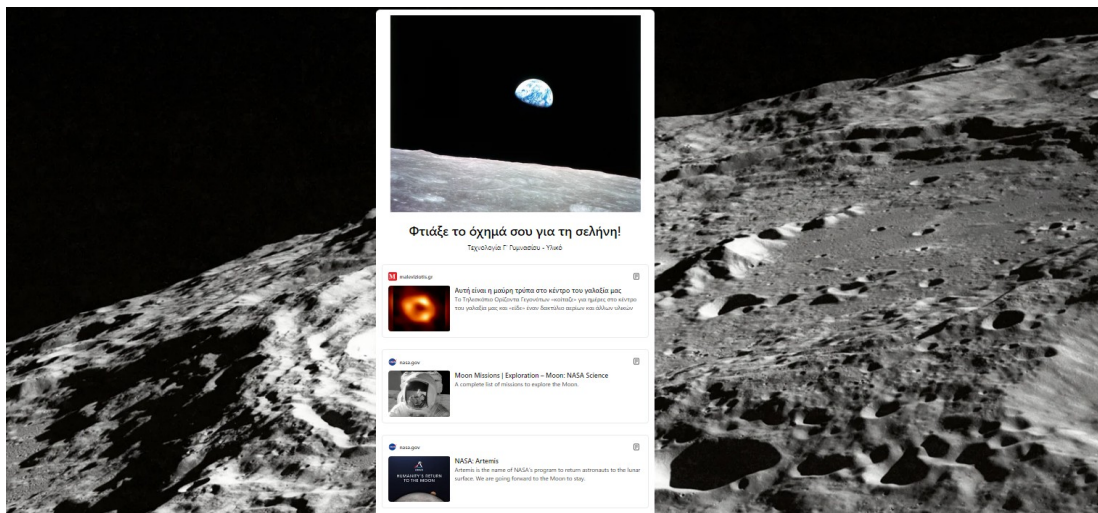
Να σκεφτείτε, βασιζόμενοι στις ανάγκες που εντοπίσαμε την προηγούμενη διδακτική ώρα, πως θα χρησιμοποιήσουμε τους αισθητήρες και τι θα καταφέρουμε.

Να σημειώσετε στον παρακάτω σύνδεσμο τις ιδέες σας για τη χρήση των αισθητήρων αλλά και σύντομα να εξηγήσετε το γιατί τους επιλέξατε.

### Ιδέες

Ομάδα 1η	Ομάδα 2η	Ομάδα 3η	Ομάδα 4η	Ομάδα 5η	Ομάδα 6η
					
K	W	L			

→ Μην ξεχνάτε, όλο το υλικό είναι εδώ: <https://wke.lt/w/s/8drRHw>



## Φύλλο Εργασίας 3ης ώρας

Ομαδικά:

### Δραστηριότητα 1η

Να κατασκευάσετε το όχημά σας στο TinkerCad:

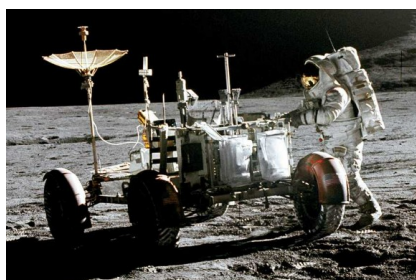
Οδηγίες



### Δραστηριότητα 2η

Ταυτόχρονα, αφού έχετε αποφασίσει ποιους αισθητήρες θα χρησιμοποιήσετε πρέπει να τους συνδέσετε και να τους προγραμματίσετε με το Arduino, στο TinkerCad.

Από τις οδηγίες στο Padlet «Αισθητήρες» που σας έχει δοθεί μπορείτε να βρείτε τους τρόπους σύνδεσης και προγραμματισμού των αισθητήρων αλλά θα πρέπει να τους προσαρμόσετε στα νέα δεδομένα της Σελήνης.



→ Για να προλάβετε να ολοκληρώσετε στον περιορισμένο χρόνο που σας δίνεται, είναι σωστό να γίνει ο κατάλληλος προγραμματισμός εργασιών.



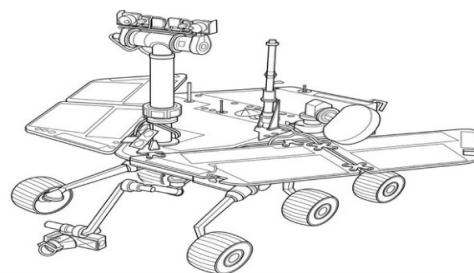
→ Διαλέξτε λοιπόν ότι σας αρέσει για να δουλέψετε και πιο ευχάριστα.

→ Μην ξεχνάτε πως αν χρειαστείτε, ζητήστε μας βοήθεια. Μην Κολλάτε!



## Φύλλο Εργασίας 4ης ώρας

Ατομικά:



### Δραστηριότητα 1η

Τώρα που ολοκληρώθηκε ο σχεδιασμός του οχήματος για τη Σελήνη, πιστεύετε πως οι αισθητήρες που χρησιμοποιήσατε καλύψαν τις ανάγκες που εντοπίστηκαν στην αρχή για τη μετακίνηση και τη διαβίωσή του ανθρώπου στη Σελήνη;





Χρωματίστε τη σημαία που πιστεύετε πως σας αντιπροσωπεύει.

Καλύφθηκαν πιστεύετε οι ανάγκες για μια καλύτερη διαβίωση και μετακίνηση με τη χρήση αισθητήρων στο όχημα;

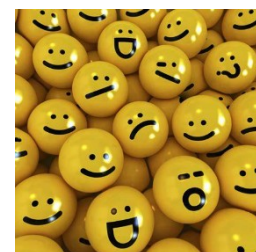
Δεν καλύφθηκε καμία ανάγκη	Χαμηλή κάλυψη των αναγκών	Μερική κάλυψη των αναγκών	Υψηλή κάλυψη των αναγκών	Πλήρης κάλυψη των αναγκών
				

## Δραστηριότητα 2η

Χρωματίστε και βαθμολογήστε με αστεράκια πόσο σας βοήθησε αυτό το σενάριο για να κατανοήσετε:





Οι γνώσεις μου	
Η χρήση των αισθητήρων με βοήθησε να κατανοήσω καλύτερα βασικές έννοιες της φυσικής όπως η απόσταση, η θερμοκρασία, η υγρασία κ.α.	
Η ενασχόληση με τη ζωή στη Σελήνη ενίσχυσε την κατανόηση και πιο δυσνόητων εννοιών της φυσικής, όπως ακτινοβολία, ραδιενέργεια, βαρύτητα κ.α.	
Για τον προγραμματισμό των αισθητήρων χρησιμοποίησα αρκετά μαθηματικά.	
Έκανα τροποποιήσεις σε υπάρχοντα προγράμματα για μεγαλύτερη ευκολία.	
Η εκπαιδευτική διαδικασία με τη μέθοδο του τεχνικού σχεδιασμού με ωφέλησε στο να οργανώσω καλύτερα τη μάθησή μου.	

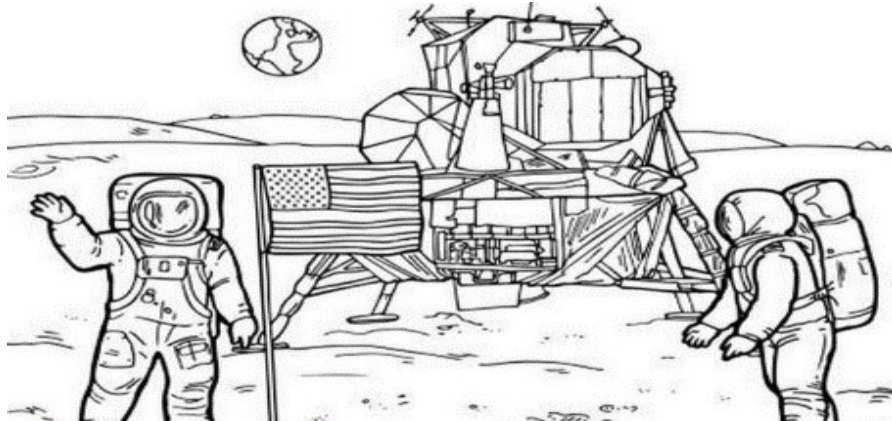
(Το ένα αστεράκι σημαίνει σχεδόν καθόλου, συνεχίζουμε στα αστεράκια με λίγο, μέτρια, πολύ και φτάνουμε στο πέμπτο αστεράκι που σημαίνει πάρα πολύ.)



## Δραστηριότητα 3η

Αναφορικά με την ομάδα σας, κυκλώστε ποιο εποji σας ταιριάζει καλύτερα :

Η ομάδα μου	
Η συνεργασία μου με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας ήταν πολύ καλή. Συζητούσαμε, λύσαμε όσα προβλήματα προέκυψαν, μοιραστήκαμε γνώσεις και αλληλοβοηθηθήκαμε.	
Η ομάδα έμεινε συγκεντρωμένη στο στόχο της δημιουργίας. Ολοκληρώθηκε το όχημα και μέσα στα χρονικά όρια.	
Υπήρχε επικοινωνία στα μέλη της ομάδας, ακούστηκαν όλες οι ιδέες και συζητήθηκαν ώστε να βρεθεί η κατάλληλη για το θέμα μας.	
Υπήρχε σεβασμός μεταξύ μας και είμασταν ευγενικοί στις συζητήσεις και τη συνεργασία μας.	



# Σχεδίαση και Διδακτική Αξιοποίηση ενός Συστήματος Αυτόματου Ποτίσματος υπό το Πρίσμα της Ανεστραμμένης Τάξης ως Εφαρμογή STEM

Αποστολίδης Απόστολος<sup>1</sup>, Πλαγεράς Αντώνιος<sup>2</sup>,  
Ξενάκης Απόστολος<sup>3</sup>, Καλοβρέκτης Κωνσταντίνος<sup>4</sup>  
apoapost@uth.gr, aplageras@uth.gr, axenakis@uth.gr, kkalovr@uth.gr

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός Πληροφορικής, 1<sup>ο</sup> ΕΠΑ.Λ Θήβας

<sup>2</sup>Υπ. Διδάκτορας, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

<sup>3</sup>Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

<sup>4</sup>Διδάσκων, Τμήμα Πληροφορικής με Εφαρμογές στη Βιοϊατρική, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία προτείνει την ένταξη καινοτόμων και ψηφιακών εκπαιδευτικών μεθόδων, για την καλύτερη κατανόηση τεχνικών εννοιών από τους μαθητές της Α' Τάξης των Γενικών Λυκείων και των ΕΠΑ.Λ. Η εκπαίδευσή τους γίνεται αξιοποιώντας Web 2.0 εργαλεία και μεθοδολογία ανεστραμμένης τάξης. Μέσω του εκπαιδευτικού σεναρίου, θεωρούμε ότι μαθαίνουν ευκολότερα να ενσωματώνουν τη Μηχανική στον πρωτογενή τομέα όπως επίσης και να αξιοποιούν τις γνώσεις τους από την Πληροφορική στην ανάπτυξη προγραμμάτων μέσω της επίλυσης αλγοριθμικών προβλημάτων. Τα Web 2.0 εργαλεία αναδεικνύουν τις περιπτώσεις εκπαίδευσης με διαδραστικό και διασκεδαστικό τρόπο. Η έρευνα αφορά μαθητές των ΕΠΑ.Λ. στις περιοχές της Θήβας και του Βόλου, όπου αξιοποιήθηκε η υλοποίηση ενός Συστήματος Αυτόματου Ποτίσματος (ΣΑΠ) και τα εργαλεία της τεχνολογίας Web 2.0, για την ανάπτυξη πρωτότυπων διδακτικών τεχνικών χωρίς να απαιτείται υψηλό επίπεδο γνώσης προγραμματισμού και εξειδικευμένες γνώσεις σε ηλεκτρονικά κυκλώματα από τους μαθητές. Η επιλογή της μεθοδολογίας της ανεστραμμένης τάξης γίνεται για να διευκολύνει περισσότερο τους μαθητές, ώστε κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης να εργάζονται σε ομάδες, υλοποιώντας κάποιο project, κατά τη διάρκεια του οποίου μαθαίνουν γρηγορότερα και βαθύτερα.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Web 2.0 εργαλεία, Ανεστραμμένη τάξη, Σύστημα Αυτόματου Ποτίσματος, Ενσωμάτωση

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ηλεκτρονική μάθηση έρχεται να αλλάξει την εικόνα που είχαμε για την μάθηση ως σήμερα. Ενώ η πρώτη γενιά της ηλεκτρονικής μάθησης βασίστηκε κυρίως, στην αξιοποίηση του υπολογιστή ως μέσο για τη διανομή πληροφοριών και εκπαιδευτικού υλικού, παρατηρούμε τώρα, με την υιοθέτηση τεχνολογιών web 2.0, μια αλλαγή που διευκολύνει τη συμμετοχή και την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών και όχι τη συνεχή εστίαση σε παθητικούς τρόπους επικοινωνίας. Η αλλαγή και η ενσωμάτωση της ηλεκτρονικής μάθησης δεν προκαλεί έκπληξη καθώς οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις και η ανάπτυξη νέων εκπαιδευτικών εργαλείων οδήγησαν στην εισαγωγή της καινοτομίας και των ηλεκτρονικών πλατφορμών στην διαδικασία της μάθησης (Plageras, et al., 2021).

Πολλοί ερευνητές όπως οι (Chatti, et al., 2007; Downes, 2007; Happ, 2008; Niemeier, 2008; Sclater, 2008; Wilson et al., 2006) προτείνουν νέες παιδαγωγικές προοπτικές του εκπαιδευτικού σχεδιασμού που συνδέονται άμεσα με τη φιλοσοφία των εργαλείων Web 2.0. Αυτές οι προοπτικές συμβάλλουν στην επανεξέταση του σκοπού των μαθησιακών περιβαλλόντων που ενισχύονται από την τεχνολογία στην εκπαίδευση και ανοίγουν το δρόμο προς την ανάπτυξη δημιουργικών ικανοτήτων των μαθητών.

Στο πλαίσιο αυτό η μάθηση μέσω της προσέγγισης STEM, παρουσιάζει θετική επίδραση ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα και ειδικότερα μέσω της συμβολής του physical computing (Psycharis, et al., 2017; Psycharis, et al., 2018; Psycharis, et al., 2018b; Psycharis, et al., 2019; Kougioumtzidou, et al., 2021; Psycharis, et al., 2021; Kourtis et al., 2021; Psycharis, et al., 2022; Xenakis, et al., 2022; Chatzopoulos, et al., 2022)

Ιδιαίτερα η εφαρμογή υλικού όπως η πλατφόρμα Arduino, το raspberry pi, και συσκευές

συλλογής δεδομένων (data acquisition system - daq), έχει δώσει τη δυνατότητα σε ερευνητές να αναπτύξουν γρήγορα και εύκολα με χαμηλό κόστος την εφαρμογή τους στο πεδίο STEM και της εκπαιδευτικής ρομποτικής (Papoutsidakis, et al., 2017; Papoutsidakis, et al., 2017b; Papoutsidakis, et al., 2018; Kalonrektis, et al., 2012; Kalonrektis, et al., 2017; Chatzopoulos, et al., 2023)

Στην παρούσα έρευνά μας διαμορφώνουμε μια προοπτική για την αξιοποίηση των εργαλείων web 2.0 και ενσωμάτωση της ηλεκτρονικής τάξης στην μάθηση και υποστηρίζουμε ότι οδηγούν σε καλύτερη κατανόηση των μαθητών σε μαθήματα ειδικότητας (Plageras, et al., 2020).

Η σημερινή γενιά μαθητών έχει μεγαλώσει σε έναν κόσμο που περιβάλλεται από την τεχνολογία και μπορούν με μεγάλη ευκολία να τη χρησιμοποιήσουν (Prensky, 2010; Derbel, 2017). Οι μαθησιακές απαιτήσεις και οι ανάγκες αυτής της γενιάς είναι βαθιά συνδεδεμένες με την τεχνολογία και έχουν αλλάξει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου (Cameron, 2005; Lai & Hong, 2015). Αυτή η αλλαγή απαιτεί από τους εκπαιδευτικούς που είναι το βασικό συστατικό στην διαδικασία της διδασκαλίας-μάθησης, να αποκτήσουν και να αναπτύξουν ικανότητες που να μπορούν να ανταποκριθούν στα μεταβαλλόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα (Turkmen, et al., 2007; Ertmer&Ottenbreit- Leftwich, 2010; Koh, et al., 2017).

Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά η τεχνολογία στην τάξη, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να έχουν συνεχή και επαρκή εκπαίδευση σε αυτόν τον τομέα, η τεχνολογία θα πρέπει να σχετίζεται με το περιεχόμενο των μαθημάτων και οι θεωρίες μάθησης και η τεχνολογική υποδομή πρέπει να είναι σε ικανοποιητικό επίπεδο (Brooks, 2003). Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να έχουν θετική στάση απέναντι στην τεχνολογία. Με τη χρήση εργαλείων Web 2.0, οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί, μπορούν να αλληλεπιδράσουν με το περιεχόμενο του μαθήματος και οπτικά. (Elmas & Geban, 2012). Σε αυτό το πλαίσιο, έχουν αναπτυχθεί εργαλεία Web 2.0 για εκπαιδευτικούς σκοπούς, έτσι ώστε να μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν στην διδασκαλία και στην ανάπτυξη διδακτικού υλικού (Tatli, et al., 2019). Τα οφέλη που παρέχουν τα εργαλεία Web 2.0 στην διαδικασία της μάθησης παρατίθενται παρακάτω (Tatli, et al., 2019):

- Ενσωματώνονται εύκολα στο περιβάλλον της τάξης
- Δεν έχουν υψηλό κόστος, ειδικά για το επίπεδο πολυπλοκότητας που απαιτείται για τη χρήση τους στην τάξη
- Εύκολη δυνατότητα χρήσης και αλληλεπίδρασης, κατά την χρήση τους
- Γρήγορη και εύκολη πρόσβαση σε όλα τα είδη πληροφοριών και περιεχομένου
- Δημιουργούν ένα συνδυαστικό περιβάλλον μάθησης
- Αυξάνουν το επίπεδο κατανόησης και μάθησης
- Αυξάνουν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μάθηση
- Δίνουν την δυνατότητα στους μαθητές να δημιουργήσουν, να επεξεργαστούν και να αλληλεπιδράσουν με το περιεχόμενο του μαθήματος
- Δημιουργούν συνθήκες συνεργατικής και διαδραστικής μάθησης
- Το μαθησιακό περιβάλλον γίνεται πιο προσιτό επιτυγχάνοντας την συμμετοχή των περισσότερων μαθητών
- Αυξάνει το επίπεδο αυτοπεποίθησης των εκπαιδευτικών, αλλά και των μαθητών
- Υποστηρίζουν τις δεξιότητες κριτικής σκέψης των εκπαιδευτικών και των μαθητών

Αυτή η μελέτη, στοχεύει να εξετάσει την επίδραση της εκπαίδευσης που υποστηρίζεται από την τεχνολογία, στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη χρήση εκπαιδευτικού υλικού στο περιβάλλον της τάξης και να ανακαλύψει τις απόψεις τους σχετικά με το περιεχόμενο του μαθήματος.

## **ΑΝΤΕΣΤΡΑΜΜΕΝΗ ΤΑΞΗ ΚΑΙ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ**

Η υλοποίηση και η διάδοση της ανεστραμμένης τάξης (Flipped Classroom), αποδίδεται στους εκπαιδευτικούς Jon Bergman & Aaron Sams (Bergmann & Sams, 2009) καθώς και στον Salman Kahn, ιδρυτή του Kahn Academy, ωστόσο η ιδέα για την αναμόρφωση του παραδοσιακού διδακτικού περιβάλλοντος είχε αρχίσει να διαμορφώνεται ως μεθοδολογική πρόταση αρκετά χρόνια νωρίτερα. Ήδη από τις αρχές της περασμένης δεκαετίας, τα συστήματα διαχείρισης της μάθησης (LMS) άρχισαν να αξιοποιούνται για τη φιλοξενία αποσπασμάτων βίντεο στο πλαίσιο αντιστροφής της σειράς των καθιερωμένων διδακτικών πρακτικών, ενώ η ανάγκη αλλαγής του ρόλου του εκπαιδευτικού και του μαθητή στο πλαίσιο περισσότερο μαθητοκεντρικών και συνεργατικών μεθόδων, όπως τεκμηριώνεται από την παιδαγωγική βιβλιογραφία, βρήκε ένα νέο πεδίο εφαρμογής (Baker, 2016, June; Lage, et al.,

2000).

Σήμερα, η ανεστραμμένη τάξη αποτελεί μια εναλλακτική εκπαιδευτική προσέγγιση, η οποία προτείνει τη μεταφορά της διάλεξης σε χρόνο πριν την έναρξη του μαθήματος (κυρίως μέσα από την παρακολούθηση βίντεο) και την αξιοποίηση του διδακτικού χρόνου στην αίθουσα διδασκαλίας για τη διεξαγωγή περισσότερων συμμετοχικών δραστηριοτήτων. Παρότι η τεχνολογία δεν αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την υλοποίηση της ανεστραμμένης τάξης (το έντυπο υλικό μπορεί να έχει την ίδια σημασία με το ψηφιοποιημένο βίντεο), η ραγδαία διάχυση και ανάπτυξη των εργαλείων για τη δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου συνέβαλλε στην προώθηση της εφαρμογής της ανεστραμμένης τάξης σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης (Μουζάκης, et al., 2017; Plageras, et al., 2021; Plageras, et al., 2022).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πολύ συχνά, σε επιστημονικές εργασίες αλλά και σε διαδικτυακούς τόπους που παρέχουν καθοδήγηση και κοινωνική δικτύωση μεταξύ εκπαιδευτικών, η ανεστραμμένη τάξη ταυτίζεται με τη χρήση online βίντεο (Roach, 2014). Ωστόσο, όπως σημειώνουν οι (Bergman & Sams, 2012), η ανεστραμμένη μάθηση δεν είναι συνώνυμο του βίντεο καθώς η αλληλεπίδραση και οι δραστηριότητες που γίνονται κατά τη διάρκεια της δια ζώσης διδασκαλίας στην τάξη, είναι περισσότερο σημαντικές από το ψηφιοποιημένο υλικό που χρησιμοποιείται για την προετοιμασία του μαθήματος. Από παιδαγωγική σκοπιά, η μεθοδολογία της ανεστραμμένης τάξης αναδεικνύεται σε ένα ενδιαφέρον πεδίο επιστημονικής έρευνας με τη σχετική βιβλιογραφία να εστιάζει στη θετική επίδραση που έχει η αντιστροφή της σειράς των εκπαιδευτικών μεθόδων σε ζητήματα όπως είναι η ενεργός εμπλοκή και η συμμετοχή των περισσότερων μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία, η ικανοποίησή τους από την συμμετοχή τους στο μάθημα, η εξασφάλιση περισσότερου ωφέλιμου χρόνου για υλοποίηση δραστηριοτήτων στην τάξη και η επίτευξη υψηλότερων επιδόσεων συγκριτικά με την παραδοσιακή διδασκαλία (Cotta, et al., 2016 ; Plageras, et al., 2021).

Καθώς η παιδαγωγική έρευνα αναζητά τρόπους για την καλύτερη εξειδίκευση και οργάνωση των διδακτικών και μαθησιακών δραστηριοτήτων, όλο και περισσότερες εμπειρίες συσσωρεύονται από την πρακτική εφαρμογή της ανεστραμμένης τάξης, ως μεθοδολογική πρόταση διδασκαλίας και μάθησης σε διαφορετικά εκπαιδευτικά συστήματα, σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, καθώς και σε ποικίλα γνωστικά αντικείμενα (Plageras, 2019). Η αξιοποίηση της ανεστραμμένης τάξης αναδεικνύεται ως ένα ενδιαφέρον πεδίο παιδαγωγικής έρευνας και στη χώρα μας (Plageras, et al., 2021) στο πλαίσιο υιοθέτησης καινοτόμων μεθοδολογικών προτάσεων στη διδασκαλία και τη μάθηση.

Στην έρευνά μας θα ενσωματώσουμε την Α.Τ. στο διδακτικό μας σενάριο, ώστε να μπορέσουν οι μαθητές να κατανοήσουν τόσο τις συνδέσεις των εξαρτημάτων όσο και των προγραμματισμό του μικροεπεξεργαστή. Μέσα από την εκπαιδευτική πλατφόρμα η-τάξη, οι μαθητές, θα αλληλεπιδράσουν με το υλικό. Θα υπάρχει υλικό σε μορφή video, όπου θα δίνονται όλες οι οδηγίες για την λειτουργία και αξιοποίηση του μικροελεγκτή Arduino UNO, καθώς και η λειτουργία των αισθητήρων. Επίσης θα υπάρχουν τεστ με ερωτήσεις κατανόησης για να εξασφαλιστεί ότι οι μαθητές θα κατανοήσουν το θεωρητικό πλαίσιο του μαθήματος. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει τον εκπαιδευτικό να αφιερώσει περισσότερο χρόνο στην υλοποίηση των κατασκευών στην τάξη. Μέσα από την συγκεκριμένη διδακτική μέθοδο πιστεύουμε πως θα βοηθηθούν οι μαθητές να κατανοήσουν το περιεχόμενο με τον δικό τους ρυθμό. Τέλος θεωρούμε ότι με αυτόν τον τρόπο πετυχαίνουμε την μεγαλύτερη συμπερίληψη των αφού όλοι θα έχουν πρόσβαση στην ίδια πληροφορία την στιγμή που το θέλουν.

## **ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΠΟΤΙΣΜΑΤΟΣ**

Το Σύστημα Αυτόματου Ποτίσματος υλοποιήθηκε στο ΕΠΑΛ Θήβας και υπάγεται στα πλαίσια του προγράμματος Noesis με τίτλο «Μια Νέα Αρχή Στα ΕΠΑΛ». Το πρόγραμμα αποσκοπεί στην άμεση και πρακτική, επομένως ουσιαστική ενασχόληση των μαθητών της Α' Λυκείου μέσω της αξιοποίησης των εκπαιδευτικών εργαλείων και των τεχνικών δυνατοτήτων που προσφέρονται για την ανάπτυξη project που συνδέουν δημιουργικά όλα τα εκπαιδευτικά αντικείμενα του STEM, δηλαδή τα μαθήματα της πληροφορικής, των μαθηματικών, της φυσικής, της ηλεκτρονικής και της εφαρμοσμένης μηχανικής.

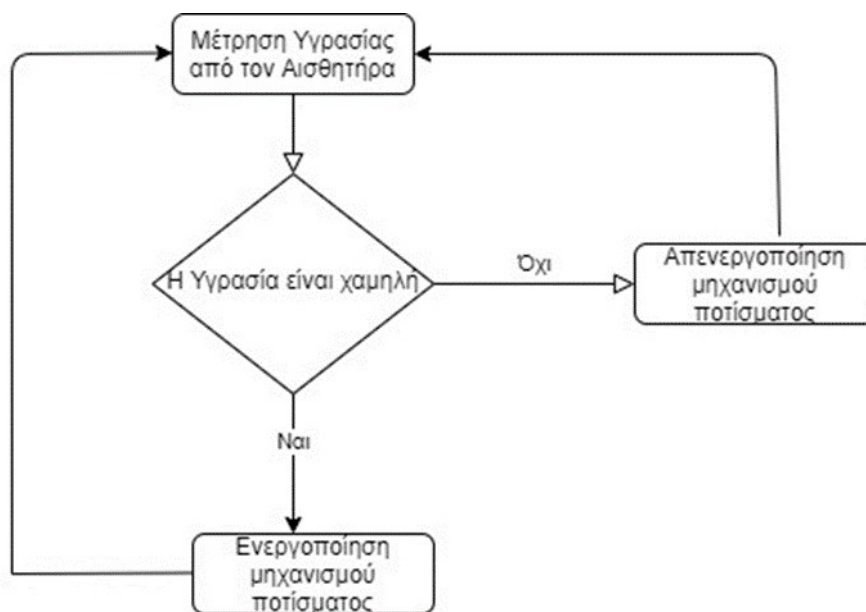
Μέσα από την συνολική διαδικασία σχεδίασης και υλοποίησης του συστήματος καθορίστηκαν και οριοθετήθηκαν επιμέρους στόχοι που απέβλεπαν στην καλλιέργεια αντίστοιχων δεξιοτήτων και στάσεων. Οι στόχοι αυτοί δεν αφορούν μόνο το γνωστικό, αλλά επιπλέον το ψυχοκοινωνικό όπως και το συναισθηματικό πεδίο. Στην επόμενη ενότητα θα αναλυθούν εκτενέστερα οι επιμέρους στόχοι



με όλες τις αναγκαίες λεπτομέρειες καθώς και ο βαθμός στον οποίο αυτοί επιτεύχθηκαν από τους μαθητές.

Ο βασικότερος λόγος που επιλέχθηκε η σχεδίαση και υλοποίηση ενός συστήματος αυτόματου ποτίσματος είναι ο εξής: ένα τέτοιο σύστημα προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στον τομέα της γεωργίας όχι μόνο επειδή αυτοματοποιεί τη διαδικασία του ποτίσματος, αλλά και επειδή με βάση ακριβείς μετρήσεις από το σύστημα των αισθητήρων, καθορίζει την αναγκαία ποσότητα του νερού και βελτιώνει τόσο την ποιότητα του ποτίσματος στον αγρό (η καλλιέργεια δέχεται ακριβώς όσο νερό χρειάζεται σύμφωνα με τις κάθε φορά γεωπονικές μελέτες) όσο και την εξοικονόμηση του νερού ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες (Darshnaetal, 2015).

Μια όχι λιγότερο σημαντική στόχευση της δραστηριότητας ήταν να αναπτυχθεί σε βάθος από τους μαθητές η αλγοριθμική σκέψη, ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να σκέφτονται για να επιλύσουν ένα πρόβλημα, ακολουθώντας συγκεκριμένα βήματα που συνδέονται μεταξύ τους με λογική αλληλουχία. Γι' αυτό αρχικά τους ζητήθηκε να σχεδιάσουν ένα διάγραμμα ροής (θα μπορούσαμε να το εντάξουμε μέσα στα πλαίσια των εννοιολογικών χαρτών) της αλγοριθμικής λειτουργίας του συστήματος (Σχήμα1) και πάνω σε αυτό να χτίσουν τον κώδικα του προγράμματος με τις ειδικές προγραμματιστικές γνώσεις που έχουν αποκομίσει σε όλα τα μαθήματα μέχρι τότε. Η σύνταξη του διαγράμματος ροής αποδείχτηκε ότι είχε ιδιαίτερη σημασία, όχι μόνο επειδή οι μαθητές διαπίστωσαν ότι δεν μπορεί κανένας να υλοποιήσει τον κώδικα ενός προγράμματος αν πρώτα δεν έχει οπτικοποιήσει σχεδιαστικά τις επιμέρους λειτουργίες του προγράμματος, αλλά και επειδή με αυτό το τρόπο «μαθαίνουν να «ανακαλύπτουν» και να «χτίζουν» μόνοι τους τη γνώση μέσα από τις εμπειρίες τους και τις ιδέες τους» (Papert, 1993).



Σχήμα 1: Διάγραμμα Ροής Αλγοριθμικής Λειτουργίας του Συστήματος

## ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

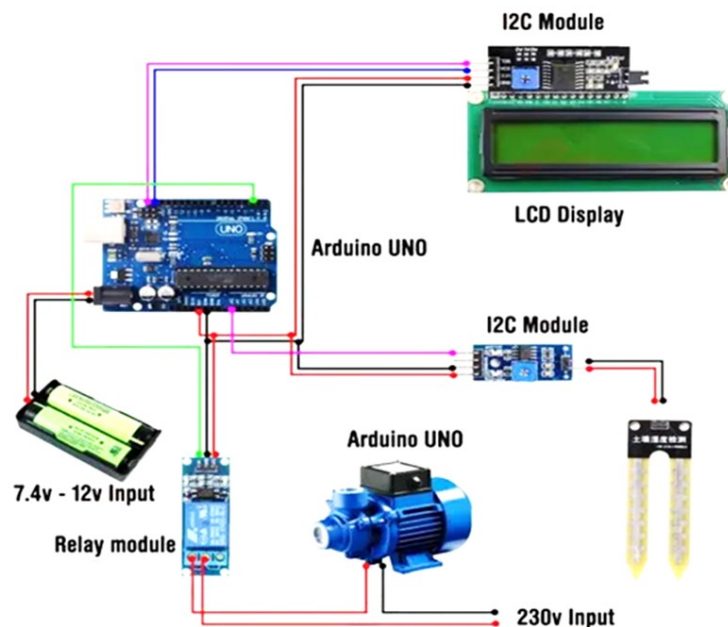
Αν ανατρέξουμε στη βιβλιογραφία θα διαπιστώσουμε ότι έχει δημοσιευτεί ένας μεγάλος αριθμός από άρθρα, σε διεθνή περιοδικά και συνέδρια όπου προτείνονται διάφορες παραλλαγές και τρόποι με τους οποίους μπορεί να υλοποιηθεί ένα σύστημα αυτόματου ποτίσματος. Οι παραλλαγές αυτές καθορίζονται ανάλογα με τα κριτήρια και τις στοχεύσεις που θέτει ο ερευνητής και διαμορφώνονται στην τελική μορφή υλοποίησης σε βελτιώσεις που αφορούν κάποιο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό του συστήματος με βάση τις πρακτικές ανάγκες. Για παράδειγμα μπορεί να χρειαζόμαστε μία ή περισσότερες αντλίες ποτίσματος που θα θέσουμε σε λειτουργία ή να λαμβάνουμε δεδομένα υγρασίας εδάφους από αισθητήρες που μπορεί να έχουν τη δυνατότητα ενσύρματης ή ασύρματης σύνδεσης με τον ελεγκτή, να προβλέπεται ή όχι αποστολή sms σε smartphone με τις μετρήσεις κ.ο.κ.

Ωστόσο το παρόν άρθρο αναφέρεται σε ένα σύστημα αυτόματου ποτίσματος που είχε αποκλειστικά εκπαιδευτικούς σκοπούς, επομένως κατά την κατασκευή του από τους μαθητές δεν

χρησιμοποιήθηκαν εξεζητημένες τεχνολογίες, αλλά τα βασικά μέρη που απαιτούνται για να μπορέσει να ενεργοποιηθεί μια ηλεκτρική αντλία νερού σύμφωνα με τις μετρήσεις που θα στείλει στο σύστημα ελέγχου ένας απλός αισθητήρας υγρασίας εδάφους. Όλο αυτό είναι αρκετό για να μπορέσει να κατανοήσει επαρκώς ένας μαθητής Α' Λυκείου όχι μόνο τα 3 μέρη από τα οποία απαρτίζεται ένα οποιοδήποτε αυτόματο σύστημα, δηλαδή το μέρος των μετρήσεων, το μέρος του ελέγχου, και το μέρος της δράσης/απεικόνισης (Gopal, 1987) αλλά και τον τρόπο αλληλεπίδρασης και διάδρασης του ανθρώπου και των μηχανημάτων του με τον πραγματικό κόσμο (O'Sullivan & Igoe, 2004).

Το σύστημα αποτελείται από τα παρακάτω εξαρτήματα οι διασυνδέσεις των οποίων φαίνονται στο Σχήμα 2:

- Μικροελεγκτής Arduino UNO
- Αισθητήρας για τη μέτρηση της υγρασίας εδάφους
- Οθόνη LCD για την απεικόνιση της κατάστασης του συστήματος
- Ηλεκτρονόμος (ρελέ) ονομαστικού ρεύματος 10A
- Μπαταρία 9V για την τροφοδοσία του Arduino
- Ηλεκτροβάννα με κινητήρα συνεχούς ρεύματος 9 VDC
- Τροφοδοτικό για τον κινητήρα της ηλεκτροβάννας
- Καλώδια για τις συνδέσεις των εξαρτημάτων.



Σχήμα 2: Διάγραμμα Υλοποίησης Συστήματος Αυτόματου Ποτίσματος

Ο κώδικας προγράμματος του μικροελεγκτή Arduino UNO γράφτηκε σε γλώσσα Wiring. Η Wiring αποτελεί μια επέκταση της γνωστής και δημοφιλούς γλώσσας προγραμματισμού C++, και είναι σχεδιασμένη στη βάση της αρχιτεκτονικής της πλατφόρμας Arduino, παρέχει δηλαδή μια σειρά εντολών για την λήψη, την επεξεργασία και τη μετάδοση ηλεκτρικών σημάτων από το Arduino προς τα υπόλοιπα τμήματα του συστήματος αυτοματισμού (αισθητήρες, διακόπτες, LED, ηλεκτρονόμους, οθόνες LCD, κ.ο.κ).

Αρχικά θα χρειαστεί να εισάγουμε στον κώδικα μια ειδική βιβλιοθήκη που περιέχει συναρτήσεις για την επεξεργασία των μηνυμάτων απεικόνισης στην οθόνη LCD. Η εισαγωγή γίνεται με την εντολή `#include` όπως στη γλώσσα C++(να σημειωθεί ότι αυτή η βιβλιοθήκη αναφέρεται αποκλειστικά σε οθόνες LCD τύπου I2C):

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>  
LiquidCrystal_I2C dis(0x27, 16, 2);
```

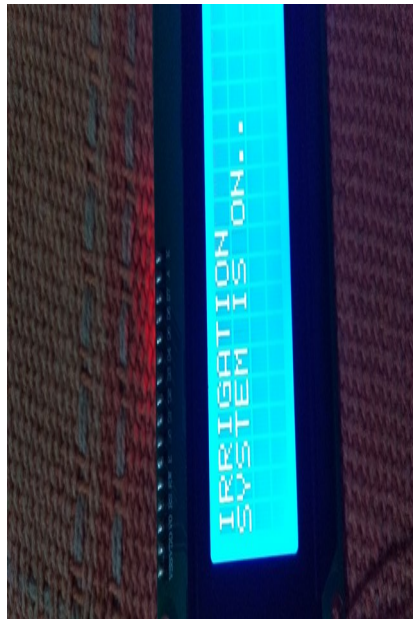
Κάθε πρόγραμμα που τρέχει στο Arduino αποτελείται από 2 βασικές συναρτήσεις μέσα στις οποίες δομείται ολόκληρο. Η πρώτη συνάρτηση είναι η `setup()`. Η `setup()` κάνει αρχικοποίηση της λειτουργίας δίνοντας σήματα και τιμές στα επιμέρους στοιχεία του συστήματος. Εκτελείται μόνο μια φορά στην αρχή, δηλαδή μόλις τροφοδοτήσουμε με ρεύμα το Arduino.

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dis.init();
  dis.backlight();
  dis.clear();
  pinMode(2, OUTPUT);
  digitalWrite(2, HIGH);
  delay(1000);
  dis.setCursor(0, 0);
  dis.print("IRRIGATION");
  dis.setCursor(0, 1);
  dis.print("SYSTEM IS ON ");
  for (int a = 12; a <= 15; a++) {
    dis.setCursor(a, 1);
    dis.print(".");
    delay(1500);
  }
  dis.clear();
}

```

Στον κώδικά του συστήματος αυτόματου ποτίσματος η setup() απεικονίζει στην οθόνη τη φράση **IRRIGATION** και από κάτω **SYSTEM IS ON** (Σχήμα 3), περιμένει κάποια δευτερόλεπτα και μετά καθαρίζει την οθόνη:



*Σχήμα 3: Κατάσταση Οθόνης κατά την Αρχικοποίηση*

Η δεύτερη συνάρτηση του προγράμματος μας είναι η loop(). Η loop() ξεκινά να εκτελεί τις εντολές της αμέσως μετά το τέλος της setup() και εκτελείται συνεχώς μέχρι να απενεργοποιήσουμε το Arduino.

```

void loop() {
  int value = analogRead(A0);
  Serial.println(value);
  if (value > 950) {
    digitalWrite(2, LOW);
    dis.setCursor(0, 0);
    dis.print("MOTOR IS ON ");
  }
}

```

```

else {
digitalWrite(2, HIGH);
dis.setCursor(0, 0);
dis.print("MOTOR IS OFF");
}
if (value < 300) {
dis.setCursor(0, 1);
dis.print("MOISTURE : HIGH");
}
else if (value > 300 && value < 950) {
dis.setCursor(0, 1);
dis.print("MOISTURE : MID ");
}
else if (value > 950) {
dis.setCursor(0, 1);
dis.print("MOISTURE : LOW ");
}

```

Στον κώδικα της loop() το Arduino παίρνει την τιμή μέτρησης από τον αισθητήρα και την αποθηκεύει στη μεταβλητή value. Στη συνέχεια εξετάζει τη μεταβλητή μέσω δομών ελέγχου (συγκρίσεις με ανώτερα και κατώτερα όρια τιμών) και στέλνει (ή δεν στέλνει) σήμα στον ηλεκτρονόμο (ρελέ) για την ενεργοποίηση της ηλεκτρικής βάννας. Επίσης οι καταστάσεις του συστήματος απεικονίζονται και στην οθόνη, για παράδειγμα η κατάσταση **MOTORISON** και από κάτω **MOSTURE : LOW** (Σχήμα 4).



*Σχήμα 4: Κατάσταση Οθόνης κατά τη Λειτουργία*

Η κατάσταση στο Σχήμα 4 σημαίνει ότι η υγρασία που λαμβάνει ο αισθητήρας είναι χαμηλή επομένως ενεργοποιείται ο κινητήρας της ηλεκτρικής βάννας για πότισμα, ενώ στο Σχήμα 5 δίνεται η τελική ολοκληρωμένη υλοποίηση του συστήματος αυτόματου ποτίσματος, όπου όλα τα συνδεδεμένα μέρη του έχουν ενσωματωθεί μέσα σε πλαστικό κουτί το οποίο μπορεί να εγκατασταθεί σε ένα χωράφι ή οπουδήποτε αλλού θέλουμε.



**Σχήμα 5:** Σύστημα Αυτόματου Ποτίσματος με Arduino

Όπως διαπιστώθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης του project, οι μαθητές έπρεπε να επιστρατεύσουν όλα τα είδη δεξιοτήτων τους. Πρώτα από όλα δεξιότητες σκέψης και επίλυσης προβλημάτων (Problem-Solving), αφού συμμετείχαν σε συλλογισμούς και διαδικασίες ανάπτυξης αλγορίθμων. Για να φτιάξουν το project αρχικά διατύπωσαν το πρόβλημα και το χώρισαν σε επιμέρους δομικά στοιχεία σε αφηρημένο επίπεδο. Στη συνέχεια, χρειάστηκε να μετατρέψουν αυτά τα δομικά στοιχεία σε τμήματα κώδικα, καθένα από τα οποία αφορούσε μια συγκεκριμένη προγραμματιστική λειτουργία του συστήματος, και στο τέλος να προχωρήσουν στη σύνθεση μεταξύ τους ούτως ώστε να προκύψει ένα ενιαίο και σωστά δομημένο σύνολο λειτουργιών που αλληλεπιδρούν αρμονικά μεταξύ τους και που στο σύνολο τους ελέγχουν καθολικά και ολοκληρωμένα την αυτόματη διαδικασία του ποτίσματος. Επιπλέον, εξίσου σημαντικές για την υλοποίηση της δραστηριότητας είναι οι δεξιότητες συνεργασίας όπου οι μαθητές ανά ομάδες φτιάξαν ένα ξεχωριστό κομμάτι κώδικα και στην ολομέλεια των ομάδων έπρεπε η κάθε ομάδα να εξηγήσει στις υπόλοιπες τις εντολές που χρησιμοποίησε και τον τρόπο εκτέλεσης τους, για να μπορέσουν να ενώσουν τα κομμάτια του παζλ. Όταν οι μαθητές δουλεύουν πάνω στην ιδέα του project τους και βρίσκουν σημασία σε αυτό που κάνουν, ενεργοποιούνται εσωτερικά κίνητρα για να αρθούν οι δυσκολίες και τα εμπόδια που ενδεχομένως θα συναντήσουν, επομένως καλλιεργείται η επιμονή στη διαδικασία σχεδιασμού και επίλυσης των προβλημάτων και κατά συνέπεια οι ενδοπροσωπικές δεξιότητες. Τέλος, εφόσον οι μαθητές συνεργάζονται μεταξύ τους είναι προφανές ότι απευθύνονται σε ένα ακροατήριο έστω κι αν αυτοί είναι μόνο οι συμμαθητές τους, επομένως σκέφτονται πώς πρόκειται να αντιδράσουν οι άλλοι σε αυτά που προτείνουν, μαθαίνουν να επιχειρηματολογούν με συγκροτημένο λόγο, αναθεωρούν απόψεις, προσαρμόζονται σε νέες καταστάσεις, διορθώνουν τα λάθη τους με την ανατροφοδότηση που παίρνουν από τους αυτούς, διαπαιδαγωγούνται στο να είναι υπεύθυνοι σε αυτά λένε και κάνουν.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η παρούσα εργασία αποτελεί προϊόν μιας μακράς ερευνητικής πορείας και της δημιουργικής συνεργασίας εκπαιδευτικών και εκπαιδευτών που εμφορούνται από αγάπη για το εκπαιδευτικό λειτουργήμα και τις προοπτικές του χάρη σε καινοτόμες μεθόδους και εργαλεία. Η υλοποίησή της αποσκοπεί αφενός στο να αναδειχθεί η χρησιμότητα των εργαλείων web 2.0 στη διδακτική της ελληνικής γλώσσας στους μετανάστες, ζητούμενο αδιαπραγμάτευτης σημασίας με βάση τα νέα δεδομένα που διαμορφώνονται από τη μαζική έλευσή τους στη χώρα μας και τη συνακόλουθη ανάγκη ενσωμάτωσής τους στην ελληνική κοινωνία, αφετέρου δε στο να παρουσιαστεί μια νέα μέθοδος διδασκαλίας, της οποίας η δυναμική ευελπιστούμε να κατανοηθεί μέσω των εφαρμογών της στο αμέσως επόμενο διάστημα, τόσο στο εν λόγω πεδίο, όσο και στην ελληνική εκπαίδευση γενικότερα.

Στο εγχείρημα αυτό τα web 2.0 εργαλεία πράγματι διαδραμάτισαν καίριο ρόλο. Δυνατότητες όπως η οπτικοποίηση της πληροφορίας, η συμβολή της στην προσομοίωση πραγματικών καταστάσεων και η επαναχρησιμοποίηση του υλικού απέβησαν άκρως λειτουργικές και καθόρισαν

σημαντικά το αποτέλεσμα στη διδασκαλία ενός απαιτητικού αντικειμένου, όπως είναι η σχεδίαση και ανάπτυξη ενός συστήματος αυτόματου ποτίσματος. Εξίσου σημαντική ήταν η χρήση του πολυτροπικού υλικού που παρήχθη. Δεδομένου ότι διανύουμε την εποχή των φορητών συσκευών και όχι απλά του Διαδικτύου, το πολυτροπικό υλικό μεγιστοποιεί και ολοκληρώνει την εμπειρία περιήγησης, περισσότερο δε όταν αυτή αφορά εκπαιδευτικούς σκοπούς, κάτι το οποίο επιτεύχθηκε εντυπωσιακά στην έρευνά μας. Τόσο η ενεργός συμμετοχή των εκπαιδευομένων στο όλο εγχείρημα, όσο και η έμπρακτη κοινωνικοποίηση των μεταναστών μέσω συνεργατικών εφαρμογών, αποτελούν απτές αποδείξεις της επιτυχίας του έργου.

Με την ολοκλήρωσή του, λοιπόν, μπορέσαμε να δείξουμε ότι η χρήση των εργαλείων Web 2.0 βελτίωσε τις βασικές γλωσσικές δεξιότητες των μεταναστών στα ελληνικά, ότι -φυσικά- πρέπει να επιλέγεται η κατάλληλη εφαρμογή ανάλογα με το σκοπό, και -τέλος- ότι γενικά η χρήση της τεχνολογίας είναι πια αναπόσπαστο μέρος της εκπαίδευσης, γι' αυτό και επιβάλλεται η άμεση κατάρτιση των εκπαιδευτικών, προκειμένου να υλοποιηθούν σε ευρύ φάσμα οι καινοτόμες και πολλά υποσχόμενες αυτές πρακτικές.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Baker, J. W. (2016, June). The origins of “the classroom flip.”. In *Proceedings of the 1st annual higher education flipped learning conference, Greeley, Colorado*.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International society for technology in education.
- Brooks, T. A. (2003). Web search: how the Web has changed information retrieval. *Information Research*, 8(3), 8-3.
- Cameron, D. (2005). The Net Generation Goes to University?. *Online Submission*.
- Chatti, M. A., Jarke, M., & Frosch-Wilke, D. (2007). The future of e-learning: a shift to knowledge networking and social software. *International journal of knowledge and learning*, 3(4-5), 404-420.
- Chatzopoulos, A Kalovrektis, K., Xenakis, A., Papoutsidakis, M., Kalogiannakis M., and Psycharis, S., "An advanced Physical Computing - based Educational Robot Platform evaluated by Technology Acceptance Model," 2022 10th International Conference on Information and Education Technology (ICIET), 2022, pp. 6-10, doi: 10.1109/ICIET55102.2022.9779049.
- Chatzopoulos, A., Kalovrektis, K., Xenakis, A., Chondrogiannis, E., Papoutsidakis, M., Kalogiannakis M., Psycharis S., (2023). Design and Evaluation of a Novel and Modular Educational Robot Platform Based on Technology Acceptance Model. In: Yang, XS., Sherratt, S., Dey, N., Joshi, A. (eds) *Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 447. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-1607-6\\_56](https://doi.org/10.1007/978-981-19-1607-6_56)
- Cotta, K. I., Shah, S., Almgren, M. M., Macías-Moriarity, L. Z., & Mody, V. (2016). Effectiveness of flipped classroom instructional model in teaching pharmaceutical calculations. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 8(5), 646-653.
- Darshna S., Sangavi T., Mohan Sheena., Soundharya A., DesikanSukanya. (2015). *Smart Irrigation System*. IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE) e-ISSN: 2278-2834, p- ISSN: 2278-8735. Volume 10, Issue 3, Ver. II (May - Jun.2015), PP 32-36 [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org)
- Derbel, F. (2017). Technology-capable teachers transitioning to technology-challenged schools. *Electronic Journal of e-learning*, 15(3), 269-280.
- Downes, S. (2007). Learning networks in practice. *Emerging technologies for learning*, 2(4), 20.
- Elmas, R., & Geban, Ö. (2012). 21. Yüzyıl Öğretmenleri için Web 2.0 Araçları. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(1).
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of research on Technology in Education*, 42(3), 255-284.
- Gopal, M. (1987). *Modern Control System Theory* Edition reprint; Publisher, Wiley, 1987 ISBN, 9971511681, 9789971511685.
- Happ, S. (2008). The changing World of E-Learning. Retrieved 27 December 2009 from: <http://www.besser20.de/%E2%80%9Eethe-changing-world-of-e-learning%E2%80%9C/44/>
- Kalovrektis, K., and Palazi, Ch., ‘Real Time Control Learning Game’, *International Journal of Social and*

- Human Sciences World Academy Of Science, Engineering And Technology, Issue 70 October 2012.
- Kalovrektis, K., Papoutsidakis, M., Drosos, C., Stamoulis, G., Information Technology and  $\mu$ Controller Applications to Support Experiential Learning of Students, *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 175 – No.8, October 2017
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Lim, W. Y. (2017). Teacher professional development for TPACK-21CL: Effects on teacher ICT integration and student outcomes. *Journal of Educational Computing Research*, 55(2), 172-196.
- Kougioumtzidou, E., Botsoglou, K., Xenakis, A., Kalovrektis, K., Exploratory Analysis of the Nature and Extent in Digital Games and Physical Computing Activity for Elementary School Students., *International Journal of Physical Computing, Wireless Sensor Networks and IoT Applications*, ISSN 2732-7450 [Volume 1– No.1, 2021]
- Kourtis, SP., Xenakis, A., Kalovrektis, K., Plageras, A., and Chalvantzi, I., 2021. An Exploratory Teaching Proposal of Greek History Independence Events based on STEAM Epistemology, Educational Robotics and Smart Learning Technologies. In 2021 2nd European Symposium on Software Engineering (ESSE 2021). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 120–128. <https://doi.org/10.1145/3501774.3501792>
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The journal of economic education*, 31(1), 30-43.
- Lai, K. W., & Hong, K. S. (2015). Technology use and learning characteristics of students in higher education: Do generational differences exist?. *British Journal of Educational Technology*, 46(4), 725-738.
- Niemeier, J. (2008, September). The changing world of e-learning industry and the need for common standards along the supply chain. In *Presentation made at the Stuttgart 2008 Open Forum on e-Learning Standards and Industry*.
- O’Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). *Physical Computing: sensing and controlling the Physical world with computers*. Cengage Learning.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children computers and powerful ideas*. New York: New York, NY: Basic Books.
- Papoutsidakis, M., Chatzopoulos A., Kalovrektis K., Drosos, C., A Brief Guide for the Continuously Evolving  $\mu$ Controller Raspberry PI Mod.B, *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 176 – No.8, October 2017
- Papoutsidakis, M., Chatzopoulos, A., Drosos, C., Kalovrektis K., An Arduino Family Controller and its Interactions via an Intelligent Interface, *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887) Volume 179 – No.30, March 2018
- Papoutsidakis, M., Kalovrektis, K, Drosos, C., Stamoulis, G., Design of an Autonomous Robotic Vehicle for Area Mapping and Remote Monitoring, *International Journal of Computer Applications (IJCA)*. ISBN : 973-93-80896-57-2, Volume 167 – No.12, June 2017
- Plageras Antonios, Xenakis Apostolos, Vavougiou Dionysios & Kalovrektis Konstantinos, (2021). Application of Flipped Classroom Methodology in Applied Sciences through STEM Exploitation Activities during COVID Pandemic Period. *Frontiers in Education Technology* Vol. 4, No.2, 2021
- Plageras, A. (2019). The Use of Stem in the Educational Process. *Education Journal*, 8(6), 244-248.
- Plageras, A., Kourtis, S., Xenakis, A. C., Kalovrektis, K., Psycharis, S., & Vavougiou, D. (2020). Understanding Ancient Greek Civilizations: A STEAM Teaching Perspective. *Hellenic Journal of STEM Education*, 1(2), 45-57.
- Plageras, A., Xenakis, A., Vavougiou, D., Kalovrektis K., (2022), Evaluation of a blended teaching model based on flipped classroom and steam approach to boost applied science concepts understanding in technology education, *INTED2022 Proceedings*, pp. 9484-9493.
- Prensky, M. R. (2010). *Teaching digital natives: Partnering for real learning*. Corwin press.
- Psycharis S., Kalovrektis, K., and Xenakis, A., Paliokas, I., Patrinoopoulos, M., Georgiakakis, P., Iatrou, P., Theodorou, P., Papageorgiou, T., Ntourou, N., "The Impact of Physical Computing and Computational Pedagogy on Girl's Self – Efficacy and Computational Thinking Practice," 2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2021, pp. 308-315, doi: 10.1109/EDUCON46332.2021.9454003.
- Psycharis S., Kalovrektis, K., and Xenakis, A., "A Conceptual Framework for Computational Pedagogy in STEM education: Determinants and Perspectives", in *Hellenic Journal of STEM (HJSTEM)*, vol.1,

no.1, 2019

- Psycharis S., and Kalovrektis, K., "Assesement And Integrated Steam In Engineering Education," 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2022, pp. 695-703, doi: 10.1109/EDUCON52537.2022.9766654.
- Psycharis, S., Kalovrektis, K., Sakellaridi, E., Chatzarakis, G., Oikonomopoulou, M., Physical Computing, Computational Thinking, and Computational Experiment in Engineering Pedagogy: An implication for the Engineering Education Epistemology , EDUCON 2018-IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE
- Psycharis, S., Mastorodimos, D., Kalovrektis, K., Papazoglou, P., Stergioulas, L., Abbasi, M., ' Algorithm Visualization and its Impact on Self-efficacy, Metacognition and Computational Thinking Concepts Using the Computational Pedagogy Model in STEM Content Epistemology', IJPCE www.ijpce.org International Journal of Physics and Chemistry Education, 10(4), 71-84 ISSN: 2589-8876
- Sarantos Psycharis, Kalovrektis, K., Sakellaridi, E., Korres, K., Mastorodimos, D., Unfolding the Curriculum: Physical Computing, Computational Thinking and Computational Experiment in STEM's Transdisciplinary Approach EJERS, European Journal of Engineering Research and Science Special Issue : CIE 2017
- Sclater, N. (2008). Web 2.0, personal learning environments, and the future of learning management systems. *Research bulletin*, 13(13), 1-13.
- Tatli, Z., Akbulut, H. İ., & Altinisik, D. (2019). Changing Attitudes towards Educational Technology Usage in Classroom: Web 2.0 Tools. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 7(2), 1-19.
- Türkmen, H., Pedersen, J. E., & McCarty, R. (2007). Exploring Turkish Pre-service Science Education Teachers' Understanding of Educational Technology and Use. *Research in Comparative and International Education*, 2(2), 162-171.
- Wilson, S., Liber, O., Johnson, M., Beauvoir, P., Sharples, P. & Milligan, C. (2006). Personal learning environments: challenging the dominant design of educational systems. Retrieved December 18, 2009, from <http://hdl.handle.net/1820/727>
- Xenakis, A., Kalovrektis K., Theorodopoulou K., Karampelas A., Giannakas G., Sotiropoulos D. & Vavougiou D. (2022) (In Press). Using Sensors and Digital Data Collection/Analysis Technologies in K12 Physics Education under the STEM Perspective. In M. F. Tasar, & P. Heron (Eds.), *The International Handbook of Physics Education Research*, Volume 2 (pp. xx-xx). American Institute of Physics Publishing.



# Μηχανική Όραση με Φωτοαντίσταση – Physical Computing

Σπυρίδων Ντούβαλης

s.ntouvalis@uoi.gr

Φυσικός, MSc, Υποψήφιος Διδάκτορας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση απτών, ενσωματωμένων διαδραστικών συστημάτων (*interactive systems*) που βασίζονται σε μικροελεγκτές και μπορούν να «αισθανθούν» τον κόσμο γύρω τους με αισθητήρες (*sensors*) ή/και να ελέγχουν εξόδους όπως LEDs, θρόνες και κινητήρες (*actuators-ενεργοποιητές*) περιγράφεται από τον όρο *Physical Computing*. Η σύνδεση των στοιχείων υλικού (*Hardware*) ενός υπολογιστή και ο προγραμματισμός του με την επιθυμητή συμπεριφορά παρέχει μια δημιουργική και εκπαιδευτική εμπειρία. Μια εφαρμογή χαμηλού κόστους με την πλατφόρμα του *Arduino* είναι η χρήση φωτοαντίστασης που αναγνωρίζει («βλέπει») τα χρώματα ενός φωτεινού σηματοδότη LED ( κόκκινο, κίτρινο-πορτοκαλί, πράσινο ) και αποτελεί ένα παράδειγμα πως ένας μικροελεγκτής «βλέπει» το φως και αναγνωρίζει τα χρώματα.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Μηχανική όραση, *Physical Computing*, φωτοαντίσταση

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μηχανική όραση ή υπολογιστική όραση ανήκει ως επιστημονικό πεδίο στη τεχνητή νοημοσύνη (AI) η οποία επιχειρεί με αλγόριθμους να αναπαράγει την αίσθηση της όρασης, ως επί το πλείστον σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ή ρομπότ.

Η παρούσα εργασία προσπαθεί να προσεγγίσει τη μηχανική όραση για την αναγνώριση των χρωμάτων με μια φωτοαντίσταση (κι όχι με κάμερα) κι ένα *Arduino*. Στόχος είναι οι μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου να εμπλακούν στην κατασκευή (Γυμνάσιο) και προγραμματισμό (Δημοτικό και Γυμνάσιο) των κατασκευών που περιγράφονται στη συνέχεια. Έννοιες όπως φως, ένταση φωτός, απορρόφηση του φωτός, φωτόνια, ηλεκτρομαγνητικό κύμα, φωτοβολταϊκά, αγωγοί και μονωτές, είναι γνωστές στους μαθητές από την Ε' τάξη του Δημοτικού.

### Περί φωτός και φωτισμού επιφάνειας (φωτομετρία)

Όταν επάνω σε μια επιφάνεια προσπίπτει φως, λέμε ότι η επιφάνεια φωτίζεται. Αν θεωρήσουμε μια επιφάνεια με εμβαδό  $S$ , η οποία φωτίζεται κατακόρυφα από την φωτεινή ροή  $\Phi$  μιας πηγής, τότε:

$$B = \Phi / S$$

Η μονάδα έντασης φωτισμού ( $B$ ) για φωτεινή ροή  $\Phi = 1$  Lumen που προσπίπτει κατακόρυφα σε μια επιφάνεια  $S = 1\text{m}^2$  λέγεται Lux και ισχύει ότι:

$$1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lumen} / 1\text{m}^2$$

Σε εξωτερικούς χώρους η ένταση φωτισμού είναι 20000 Lux ενώ σε εσωτερικούς χώρους (δωμάτιο) 1000 Lux.

Η ισχύς (ροή) ανά μονάδα στερεάς γωνίας είναι η πλησιέστερη ακριβής ορολογία στον κοινό όρο ένταση. Εκφράζει την κατευθυντικότητα της ακτινοβολούμενης ενέργειας και είναι κατάλληλο για την περιγραφή σημειακών πηγών. Στην περίπτωση της ισχύος ακτινοβολίας, εκφράζεται σε watt ανά στεραδικό. Για το ορατό φως εκφράζεται σε lumens ανά στεραδικό = candela.

### Φωτοαντίσταση (LDR)

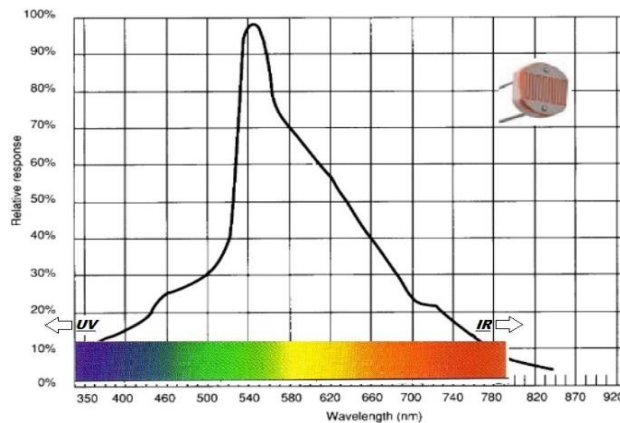
Ένα φωτοαγωγίμο κύτταρο είναι αισθητήρας που μας επιτρέπει να ανιχνεύσουμε το φως. Οι αντιστάσεις που εξαρτώνται από το φως (*Light Depending Resistor-LDR*) ονομάζονται φωτοαντιστάσεις των οποίων η τιμή της αντίστασής τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης του προσπίπτοντος φωτός. Με άλλα λόγια, όταν είναι σκοτάδι, έχουν υψηλή αντίσταση (τάξης  $M\Omega$ ) και όταν προσπίπτει φως, η ηλεκτρική τους αντίσταση μειώνεται σε μερικά  $\Omega$ . Επομένως αν εφαρμόσουμε τάση στα άκρα της φωτοαντίστασης ανάλογα με την ένταση του προσπίπτοντος φωτός

θα έχουμε και διαφορετική τιμή τάσης στα άκρα της φωτοαντίστασης (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2017).

Η φωτοαντίσταση είναι μικρή στο μέγεθος, πολύ μικρού κόστους, χαμηλής ισχύος και εύχρηστη, η απόκρισή της σε αυξομειώσεις της έντασης του φωτός είναι 20-30 ms.

Ορισμένες εφαρμογές που προτείνει ο κατασκευαστής είναι ο αυτόματος ροοστάτης φωτισμού, ο έλεγχος νύχτας/μέρας του φωτισμού δρόμων, φωτοηλεκτρικός έλεγχος, βιομηχανικός έλεγχος και συστήματα ασφαλείας.

Στο φυλλάδιο των προδιαγραφών του κατασκευαστή ενδιαφέρον παρουσιάζει η φασματική απεικόνιση της σχετικής απόκρισης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας(σε nanometers) πάνω στη φωτοαντίσταση και το ποσοστό μείωσης της τιμής της αντίστασης της όπως φαίνεται στο σχήμα 1. (LDR Datasheet)

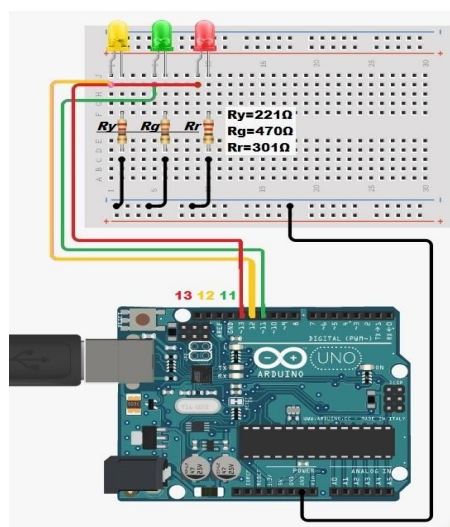


**Σχήμα 1 :** Φασματική απεικόνιση σχετικής απόκρισης προσπίπτουσας ακτινοβολίας(nm) σε φωτοαντίσταση.

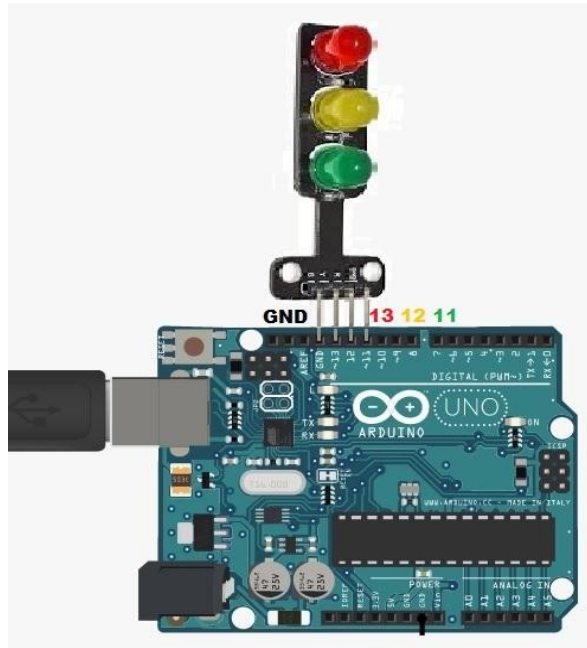
Η παρατήρηση του σχήματος μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι για κάθε χρώμα του φωτεινού σηματοδότη θα έχουμε και διαφορετική ένταση φωτός που προσπίπτει πάνω στη φωτοαντίσταση και κατ' επέκταση διαφορετικές τάσεις που θα αναγνωρίζει ο Arduino. Αυτή είναι και η πρόκληση για τους μαθητές με την ιδέα της μηχανικής όρασης. (W Setya et al 2019)

## Κατασκευή

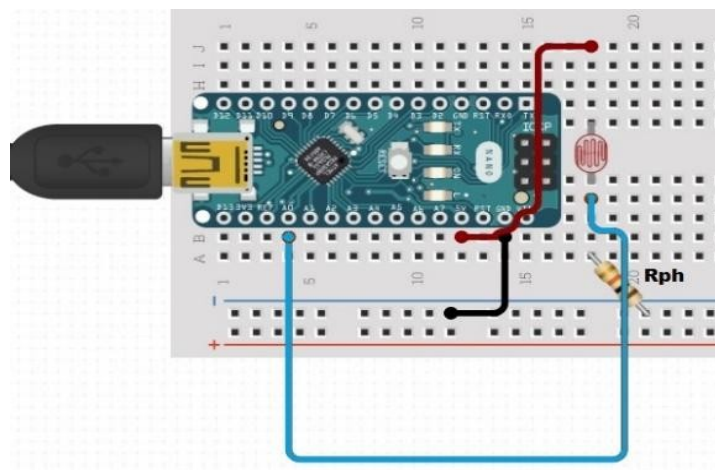
Για την υλοποίηση της κατασκευής απαιτούνται δυο Arduino (Uno, Nano) ένας φωτεινός σηματοδότης module, μια φωτοαντίσταση, μια κανονική αντίσταση  $R_{ph}=1,5K\Omega$  και τρία καλώδια. Στη περίπτωση που θέλετε να υλοποιήσετε το φωτεινό σηματοδότη με τρία LED θα πρέπει επιπλέον να χρησιμοποιηθούν τρεις διαφορετικές αντιστάσεις για κάθε χρώμα  $R_y=220\Omega$ ,  $R_g=470\Omega$ ,  $R_r=300\Omega$  αντίστοιχα για το κίτρινο, πράσινο και κόκκινο LED και άλλα τρία καλώδια για τα χρώματα και ένα για τη γείωση. Οι συνδεσμολογίες ανά λειτουργία φαίνονται στα σχήματα 2 ή 3 και 4.



Σχήμα 2: Σχηματικό σύνδεσης κόκκινου, κίτρινου και πράσινου LED με τον Arduino.



Σχήμα 3: Σχηματικό σύνδεσης φωτεινού σηματοδότη με τον Arduino.



Σχήμα 4: Σχηματικό σύνδεσης φωτοαντίστασης με τον Arduino.

Στο σχήμα 4 το ένα άκρο της φωτοαντίστασης συνδέεται με τα 5V του Arduino (κόκκινο καλώδιο) ενώ το άλλο άκρο με την αντίσταση  $R_{ph}=1,5K\Omega$  και με το μπλε καλώδιο στον ακροδέκτη A0 (Analog In 0). Η άλλη άκρη της αντίστασης  $R_{ph}$  συνδέεται με την γείωση (GND, μαύρο καλώδιο) του Arduino.

### Προγραμματισμός (Physical Computing)

Για να μπορέσουμε να αξιοποιήσουμε το υλικό (Hardware) που κατασκευάσαμε θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μια γλώσσα προγραμματισμού. Γι' αυτό το σκοπό επιλέξαμε την οπτική γλώσσα (Visual language) Snap4Arduino μια παραλλαγή της γλώσσας SNAP (τύπου Scratch που επιτρέπει τη δημιουργία μπλοκ από τον χρήστη) και παρουσιάστηκε από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Berkeley. Επιπλέον μας επιτρέπει να αλληλοεπιδρούμε με οποιαδήποτε πλατφόρμα Arduino. (Snap4Arduino)

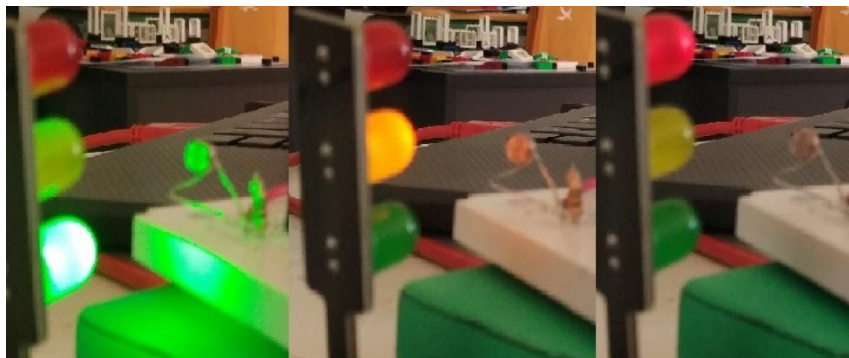
Το πρώτο πρόγραμμα που πρέπει να υλοποιήσουμε είναι η λειτουργία του φωτεινού σηματοδότη όπως φαίνεται στο σχήμα 5. Χρησιμοποιήσαμε χρόνους των 10sec για την ένδειξη του κόκκινου και του πράσινου και 4sec για την ένδειξη του πορτοκαλί. Οι εντολές «set digital pin [11],[12],[13]» ενεργοποιούν ή απενεργοποιούν κάθε χρώμα. Οι συνδέσεις των LED με τον Arduino γίνανε στους Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

ακροδέκτες 11 πράσινο, 12 πορτοκαλί και 13 κόκκινο.



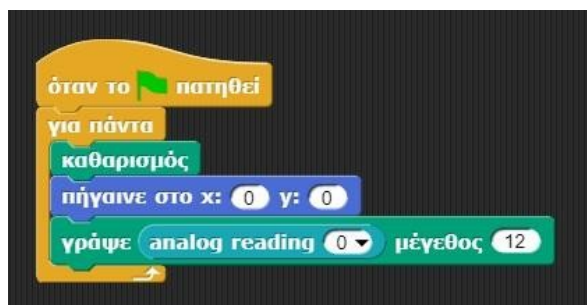
Σχήμα 5 : Κώδικας λειτουργίας φωτεινού σηματοδότη στο Snap 4 Arduino.

Στο σχήμα 6 παρουσιάζονται τα τρία(3) στιγμιότυπα λειτουργίας του φωτεινού σηματοδότη όπου στο κέντρο καθενός διακρίνεται η φωτοαντίσταση. Δοκιμάστηκαν αρκετές αποστάσεις μεταξύ του φωτεινού σηματοδότη και της φωτοαντίστασης από 4 εκατοστά μέχρι και 10 εκατοστά. Πάνω από τα 10 εκατοστά για να γίνει ο διαχωρισμός των χρωμάτων θα πρέπει ή να έχουμε πιο ισχυρή ακτινοβολία στα LED ή να δημιουργήσουμε λιγότερο περιβάλλον φωτισμό. Επίσης, η γωνία πρόσπτωσης του φωτός πάνω στην επιφάνεια της φωτοαντίστασης επηρεάζει την μετρούμενη ένταση.



Σχήμα 6: Στιγμιότυπα λειτουργίας φωτεινού σηματοδότη.

Στη συνέχεια για να μπορέσουμε να υλοποιήσουμε την μηχανική όραση θα πρέπει να υλοποιήσουμε το πρόγραμμα του σχήματος 7, με σκοπό να παρατηρήσουμε τις τιμές όπου η φωτοαντίσταση μέσω του Arduino μας δίνει για κάθε χρώμα. Αφού σημειώσουμε τις τιμές για το πράσινο(πιο μεγάλη), πορτοκαλί-κίτρινο(μεσαία) και κόκκινο(η πιο ασθενής) σύμφωνα με το σχήμα 1 εισάγουμε την εντολή «αν» και τους τελεστές μεγαλύτερο-μικρότερο (<, >) όπως δείχνει το σχήμα 8.



*Σχήμα 7: Οι εντολές παρακολούθησης της έντασης φωτός κάθε ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.*



*Σχήμα 8: Οι εντολές αναγνώρισης κάθε ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη.*

Στο σχήμα 8 οι τιμές που υπάρχουν σε κάθε συνθήκη «αν» θα πρέπει να αλλαχθούν σύμφωνα με τις τιμές που καταγράψαμε για κάθε ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη από το πρόγραμμα του σχήματος 7. Κάθε νέα κατασκευή και λειτουργία σε συγκεκριμένο περιβάλλον φωτός είναι αναμενόμενο να έχει και διαφορετικές ενδείξεις για αυτό και θα πρέπει να γίνεται βαθμονόμηση του οργάνου της φωτοαντίστασης σύμφωνα με το σχήμα 7.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δύο δυσκολίες που προέκυψαν κατά την υλοποίηση της κατασκευής ήταν αφενός οι φωτοδιόδοι-LEDs να μην εκπέμπουν σωστά την απαιτούμενη ακτινοβολία έτσι ώστε να γίνεται αντιληπτή από τη φωτοαντίσταση και αφετέρου ο περιβάλλον φωτισμός να είναι πολύ δυνατός έτσι ώστε να μην μπορεί να γίνει αντιληπτή από τη συσκευή της φωτοαντίστασης η εναλλαγή των χρωμάτων των φωτοδιόδων.

Στη πρώτη περίπτωση θα πρέπει να δοκιμαστούν διαφορετικές (μικρότερες) αντιστάσεις δηλ. μεγαλύτερη ακτινοβολία του LED που θέλουμε από αυτές που αναφέρθηκαν πιο πάνω στο κείμενο ενώ στη δεύτερη περίπτωση θα πρέπει η όλη εγκατάσταση να γίνει σε σταθερό, σκιερό χωρίς αντανακλάσεις περιβάλλον. Οι τιμές των αντιστάσεων που χρησιμοποιήσαμε και αναγράφονται στα σχήματα είναι αυτές που δίνουν τη σωστή φωτεινότητα για κάθε LED στη κατασκευή μας του φωτεινού σηματοδότη.

Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν γίνεται να αποφύγουμε την βαθμονόμηση κάθε φορά του οργάνου της φωτοαντίστασης πέραν της αρχικής διότι είναι μέρος του όλου διδακτικού σεναρίου και της κατανόησης της έντασης του φωτός κάθε χρώματος που «αισθάνεται» η φωτοαντίσταση. Στην άλλη περίπτωση ανήκει στο επιστημονικό πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης όπως αναφέραμε στην εισαγωγή.

Μια πρόταση είναι ότι σε μαθητές γυμνασίου θα μπορούσε να δοθούν τα υλικά και με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού να γίνουν οι δύο κατασκευές (φωτεινός σηματοδότης και μηχανική όραση-φωτοαντίσταση). Στη συνέχεια και αφού προγραμματιστεί ο φωτεινός σηματοδότης και το θέσουμε σε λειτουργία μπορεί να γίνει ο προγραμματισμός της συσκευής αναγνώρισης των χρωμάτων με γνώμονα ότι η φωτοαντίσταση αναγνωρίζει το κάθε χρώμα ξεχωριστά από την σχετική του ένταση όπως στο σχήμα 1. Αντίστοιχα στους μαθητές της Ε' τάξης Δημοτικού αφού ολοκληρώσουν και το κεφάλαιο για το φως θα μπορούσε να παρουσιαστεί η μηχανική όραση με φωτοαντίσταση και να παρατηρηθεί η διαφορετική ένταση φωτός κάθε χρώματος και να προγραμματίσουν το σχήμα 8.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ψυχάρης Σαράντος, Καλοβρέκτης Κωνσταντίνος (2017) - Διδακτική και Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων STEM και ΤΠΕ. Έκδοση: 1η/2017, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Α.Ε., ISBN: 9789604187065

LDR Datasheet - [https://www.nteinc.com/resistor\\_web/pdf/LDR-Series.pdf](https://www.nteinc.com/resistor_web/pdf/LDR-Series.pdf)

Schematics - <https://www.circuito.io/>

Snap4Arduino - <https://snap4arduino.rocks/>

Snap4Arduino Web App - <https://snap4arduino.rocks/run/>

W Setya et al 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1402 044102 - Design and development of measurement of measuring light resistance using Light Dependent Resistance (LDR) sensors.

# Η Ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης μέσα από Ασύνδετες Δραστηριότητες Προγραμματισμού στην Προσχολική Εκπαίδευση

**Σπίτσα Αικατερίνη, Τσαπάρα Μαρία**

[spitsakaterina@hotmail.com](mailto:spitsakaterina@hotmail.com), [m.tsapara@hotmail.com](mailto:m.tsapara@hotmail.com)

<sup>1</sup>Νηπιαγωγός, Msc, Med, Scientix Ambassador, EU Code Week Leading Teacher,

<sup>2</sup>Νηπιαγωγός, Msc, Υποψ. Διδάκτωρ Παν Δυτ. Μακεδονίας, Scientix Ambassador, EU Code Week Leading Teacher

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το παρόν εργαστήριο, απευθύνεται σε φοιτητές/φοιτήτριες Παιδαγωγικών Τμημάτων και εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Νηπιαγωγείου και πρώτων τάξεων του Δημοτικού). Έχει ως σκοπό να παρουσιάσει μία σειρά ασύνδετων δραστηριοτήτων προγραμματισμού που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Εβδομάδας Προγραμματισμού, δίνοντας την δυνατότητα στους/στις εκπαιδευτικούς να αντλήσουν έμπνευση μέσα από τα παραδείγματα που θα παρουσιαστούν. Παράλληλα επιδιώκει να αποτελέσει το έναυσμα για τους/τις συμμετέχοντες/ουσες, να εργαστούν σε ομάδες βιωματικά, να υλοποιήσουν και να παρουσιάσουν ασύνδετες δραστηριότητες προγραμματισμού, καλλιεργώντας δεξιότητες όπως η επικοινωνία, η συνεργασία, η δημιουργικότητα και η κριτική σκέψη (4 C's) και η επίλυση προβλήματος, αναδεικνύοντας την προστιθέμενη αξία της ενσωμάτωσης δραστηριοτήτων που προάγουν την Υπολογιστική Σκέψη, στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επίσης, μέσα από την υλοποίηση του εργαστηρίου οι συμμετέχοντες/ουσες θα γνωρίσουν την Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Προγραμματισμού και τις δυνατότητες που δίνει, με σκοπό να βρουν συνεργάτες και να οργανώσουν κοινές δραστηριότητες μέσα από τις οποίες οι μαθητές/τριες θα αναπτύξουν τις δεξιότητες του προγραμματισμού και της υπολογιστικής σκέψης.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Υπολογιστική Σκέψη, προγραμματισμός, ασύνδετες δραστηριότητες, Ευρωπαϊκή εβδομάδα προγραμματισμού

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας απέναντι στην διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με τον προγραμματισμό και την κωδικοποίηση συμβάλλοντας στην καλλιέργεια της Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ). Όπως επισημαίνει η Wing (2006), η ΥΣ αποτελεί έναν δημιουργικό τρόπο σκέψης, μέσα από τον οποίο τα παιδιά μαθαίνουν πως να εντοπίζουν και να επιλύουν προβλήματα, συνδυάζοντας τη μαθηματική και τη μηχανική σκέψη, ενώ οι Jacob & Warschauer, (2018), τονίζουν πως η Υπολογιστική Σκέψη αποτελεί την κριτική ικανότητα του 21ου αιώνα. Οι Yadav et al. (2017), αναφέρουν πως πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην ΥΣ ως μέρος της ευρύτερης έννοιας του ψηφιακού γραμματισμού, ενώ στο πλαίσιο DigCompEdu, αναδεικνύεται η σύνδεση των ψηφιακών ικανοτήτων εκπαιδευτικών και μαθητών/τριων με την ΥΣ και την επίλυση προβλήματος (Redecker, 2017).

Η μελέτη "Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education" στοχεύει να παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των πρόσφατων ερευνητικών ευρημάτων και των πρωτοβουλιών βάσης και πολιτικής για την ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης ως ικανότητα του 21ου αιώνα μεταξύ των μαθητών/τριών πρωτοβάθμιας / δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αναφέροντας πως σε Ευρωπαϊκό επίπεδο η Υπολογιστική Σκέψη έχει ενσωματωθεί ήδη στο Πρόγραμμα Σπουδών, 25 Ευρωπαϊκών χωρών από τις 29 που συμμετείχαν στην έρευνα ανάμεσα τους και η Ελλάδα (Bocconi, et al., 2022). Παράλληλα έχει αναδειχθεί και η σημασία της καλλιέργειας της ΥΣ σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Τα παιδιά μέσω της ΥΣ μαθαίνουν να είναι ενεργητικοί και όχι παθητικοί χρήστες της τεχνολογίας (Bocconi, et al., 2022), ενώ ενθαρρύνονται να εξετάζουν ένα πρόβλημα, αναζητώντας και δοκιμάζοντας πιθανές λύσεις, μαθαίνουν να δημιουργούν, να καινοτομούν και να σκέφτονται έξω από το κουτί.

Αξίζει να αναφερθεί πως για την καλλιέργεια της ΥΣ, δεν είναι πάντα αναγκαία η χρήση του υπολογιστή ή της τεχνολογίας γενικότερα. Υπάρχει η δυνατότητα υλοποίησης δραστηριοτήτων, κατά τις οποίες οι μαθητές/τριες αντί για υπολογιστές χρησιμοποιούν εργαλεία και υλικά όπως χαρτί, χαρτόνια, κάρτες, ψαλίδια και διάφορα άλλα αντικείμενα με σκοπό να κατανοήσουν έννοιες που

Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

σχετίζονται με τον προγραμματισμό και την κωδικοποίηση με παιγνιώδη και οικείο τρόπο, δημιουργώντας ένα ελκυστικό πλαίσιο μάθησης<sup>1</sup>. Η υλοποίηση ασύνδετων δραστηριοτήτων προγραμματισμού μπορούν να αποτελέσουν ένα πλαίσιο στήριξης (scaffolding) με απώτερο σκοπό την καλλιέργεια της ΥΣ στα παιδιά προσχολικής ηλικίας (Saxena, et al., 2020).

Μέσα από τις ασύνδετες δραστηριότητες προγραμματισμού οι μαθητές και οι μαθήτριες μαθαίνουν να μοιράζονται τις εμπειρίες τους με τους/τις συμμαθητές/τριες τους, να ενσωματώνουν τη νέα μάθηση με τις βασικές γνώσεις που κατέχουν και να εφαρμόζουν τις νέες δεξιότητες στην καθημερινή τους ζωή (Cherney, 2011). Επιπρόσθετα η αξιοποίηση ασύνδετων δραστηριοτήτων προγραμματισμού στην εκπαιδευτική διαδικασία εμπλέκουν όλα τα παιδιά, χωρίς καμία διάκριση, ανεξαρτήτως ηλικίας, πρότερης εμπειρίας, μαθησιακού τύπου, ενώ παράλληλα μπορούν να αξιοποιηθούν σε κάθε γνωστικό αντικείμενο, καλλιεργώντας δεξιότητες όπως η συνεργασία, η επικοινωνία, η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλήματος.

## **Η ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Στην εποχή μας, η Υπολογιστική Σκέψη αποτελεί θεμελιώδη δεξιότητα, ακριβώς όπως η γραφή, η ανάγνωση και η αριθμητική (Wing, 2006). Η έκθεση των μαθητών/τριών στην ΥΣ μπορεί να ξεκινήσει ακόμα και από την προσχολική ηλικία (Barr & Stephenson, 2011). Ένας ιδιαίτερα ενδιαφέρον τρόπος γνωριμίας με την ΥΣ σ' αυτές τις ηλικίες είναι μέσω του παιχνιδιού, καθώς τα παιδιά ασχολούνται με άλλα μαθήματα, όπως π.χ. με την εκμάθηση των φυσικών επιστημών, τη γλώσσα, τη μουσική και τον χορό.

Στην εκπαίδευση, η Υπολογιστική Σκέψη επιτρέπει σε όλους τους/τις μαθητές/τριες να αντιλαμβάνονται καλύτερα, να αναλύουν και να επιλύουν σύνθετα προβλήματα μέσω της επιλογής και εφαρμογής κατάλληλων στρατηγικών και εργαλείων, τόσο στον εικονικό όσο και στον πραγματικό κόσμο (Semenov, 2005; Unesco, 2005; Rougatchev, 2007).

Οι μαθητές/τριες δε γίνονται μόνο οι χρήστες ενός εργαλείου, αλλά και οι κατασκευαστές του εργαλείου αυτού. Χρησιμοποιούν διαδικασίες, όπως η αφαίρεση, η αναδρομή και η επανάληψη, για την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων, καθώς και για τη δημιουργία πραγματικών και εικονικών τεχνουργημάτων. Η ΥΣ είναι μια μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων η οποία μπορεί να αυτοματοποιηθεί και να χρησιμοποιηθεί σε όλο το φάσμα του Προγράμματος Σπουδών (Barr & Stephenson, 2011), επιτρέποντας τη συνδυαστική χρήση της Επιστήμης των Υπολογιστών με όλους τους επιστημονικούς κλάδους, παρέχοντας ένα μέσο για την ανάλυση και την ανάπτυξη λύσεων για όλα τα προβλήματα τα οποία μπορούν να επιλυθούν υπολογιστικά (Seehorn et al., 2011).

## **Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Ο Προγραμματισμός θεωρείται ως ο νέος γραμματισμός. Συνδυάζοντας την επιστήμη των υπολογιστών με άλλα αντικείμενα του Προγράμματος Σπουδών, παρέχονται στους/στις μαθητές/τριες πλούσιες ευκαιρίες για μάθηση (Seehorn et al., 2011; Strawhacker et al., 2015). Η διεθνής έρευνα έχει δείξει ότι τα παιδιά, ήδη από την ηλικία των τεσσάρων ετών, μπορούν να καταλάβουν τις βασικές έννοιες στον Προγραμματισμό υπολογιστών και αντίστοιχα μπορούν να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν απλές ρομποτικές κατασκευές (Cejka, Rogers, & Portsmore, 2006). Επιπρόσθετα, έρευνες έδειξαν ότι ο Προγραμματισμός, όταν εισάγεται με ένα δομημένο πλαίσιο, μπορεί να βοηθήσει ακόμη και τα παιδιά νεαρής ηλικίας στην ανάπτυξη μιας ποικιλίας γνωστικών δεξιοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των βασικών αριθμητικών εννοιών, των γλωσσικών δεξιοτήτων και της οπτικής μνήμης (Sarama & Clements, 2004).

Επειδή ο Προγραμματισμός προσφέρει μια σειρά από παρατηρήσιμες ενέργειες αιτίας-αποτελέσματος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια πλατφόρμα για την ενασχόληση των παιδιών με αφηρημένες ιδέες (Kazakoff & Bers 2012). Ποικίλες έρευνες έχουν δείξει ότι ο Προγραμματισμός επιτρέπει στα νήπια να αναπτύξουν έννοιες σχετικές με την αλληλουχία, την ταξινόμηση και τη λογική, με προσιτούς για αυτά τρόπους και να εφαρμόσουν αυτές τις θεμελιώδεις έννοιες στην επαφή τους με την Τεχνολογία στον πραγματικό κόσμο (Strawhacker et al., 2015).

Το πιο σημαντικό ίσως είναι ότι οι αφηρημένες ιδέες «πίσω» από την κωδικοποίηση είναι πιο ισχυρές από την ίδια τη γλώσσα Προγραμματισμού, καθώς μπορούν να εφαρμοστούν σε όλο το φάσμα του Προγράμματος Σπουδών. Η έρευνα έχει δείξει ότι τα παιδιά που συμμετέχουν σε

<sup>1</sup>Computer Science: Educators' Guide. Online Course. European Schoolnet Academy



προγραμματιστικές παρεμβάσεις στην τάξη, ακόμη και αν αυτές έχουν σύντομη διάρκεια, εμφανίζουν σημαντική βελτίωση σε θεμελιώδεις δεξιότητες όπως δεξιότητες αλφαριθμητισμού και μαθηματικών, μεγιστοποιώντας τις κιναισθητικές εμπειρίες τους. Επιπρόσθετα, αποκτούν πλούσιες μαθησιακές εμπειρίες με θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των κοινωνικών τους δεξιοτήτων και των δεξιοτήτων επικοινωνίας τους (Kazakoff & Bers, 2012; Strawhacker, et al., 2015b).

## **Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΒΔΟΜΑΔΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ**

Η Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Προγραμματισμού είναι μια πρωτοβουλία που στοχεύει στο να φέρει την κωδικοποίηση και τον ψηφιακό γραμματισμό σε όλους με ελκυστικό και διασκεδαστικό τρόπο. Η εκμάθηση κώδικα βοηθάει στην κατανόηση του μεταβαλλόμενου κόσμου γύρω μας και αναπτύσσει δεξιότητες ΥΣ. Η Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Προγραμματισμού γιορτάζει τη δημιουργικότητα, την επίλυση προβλημάτων και τη συνεργασία μέσω προγραμματισμού και άλλων τεχνολογικών δραστηριοτήτων. Τα σχολεία καλούνται ιδιαίτερα να συμμετάσχουν, για να δώσουν την ευκαιρία στους/στις μαθητές/τριες τους να εξερευνήσουν την ψηφιακή δημιουργικότητα και την κωδικοποίηση.

## **Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΣΥΝΔΕΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ**

Οι ασύνδετες δραστηριότητες (unplugged activities), αποτελούν μία σειρά μαθησιακών δραστηριοτήτων, που έχουν ως σκοπό να εισάγουν τα παιδιά στον προγραμματισμό και την κωδικοποίηση μέσω του παιχνιδιού αξιοποιώντας απλά καθημερινά υλικά. Τα παιδιά έρχονται σε επαφή με ασύνδετες δραστηριότητες προγραμματισμού μέσα από την καθημερινή τους ζωή, όπως το να πλένουν τα δόντια τους, να φτιάξουν ένα τοστ, να ντυθούν. Αποτελούν καθημερινές ρουτίνες που βασίζονται σε μία βήμα προς βήμα διαδικασία ή ένα σύνολο διαδικασιών που χρειάζονται προκειμένου να ολοκληρωθούν. Όπως αναφέρουν οι Kūzūkkara & Aksüt, (2021), μέσα από την αξιοποίηση ασύνδετων δραστηριοτήτων προγραμματισμού, δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να έρθουν σε επαφή με έννοιες όπως κωδικοποίηση, αλγόριθμος, επανάληψη, αλληλουχία εντολή, εκσφαλμάτωση, χωρίς την χρήση υπολογιστών ή άλλης τεχνολογίας.

Σχεδιάζοντας διδακτικές προσεγγίσεις στην τάξη, που εμπλέκουν την Υπολογιστική Σκέψη και τον προγραμματισμό τα παιδιά δεν αποκτούν μόνο δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, ταυτόχρονα είναι ένας τρόπος να μάθουν να εκφράζονται δημιουργικά αξιοποιώντας και τεχνολογικά μέσα (Resnick, 2013). Η χρήση ασύνδετων δραστηριοτήτων προγραμματισμού από τους/τις εκπαιδευτικούς μπορούν να λειτουργήσουν υποστηρικτικά απέναντι στις δεξιότητες προγραμματισμού των παιδιών προσχολικής ηλικίας αλλά και ως μεταβατικό στάδιο απέναντι στον προγραμματισμό μέσω υπολογιστή (Metin, 2022).

Όπως αναφέρει η Metin (2022), το ερώτημα που τίθεται δεν είναι κατά πόσο τα παιδιά εμπλέκονται σε επαφή με δραστηριότητες που προάγουν την ΥΣ και την κωδικοποίηση αλλά κάθε εκπαιδευτικός να μπορεί να επιλέγει είτε να σχεδιάζει δραστηριότητες κωδικοποίησης αναπτυξιακά κατάλληλες για τα παιδιά προσχολικής ηλικίας.

## **ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ**

Σκοπός του εργαστηρίου είναι η παρουσίαση ασύνδετων δραστηριοτήτων ανάπτυξης της Υπολογιστικής Σκέψης που έγιναν στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Εβδομάδας Προγραμματισμού. Παράλληλα οι συμμετέχοντες/ουσες θα κληθούν να προβληματιστούν, να εργαστούν σε ομάδες βιωματικά, να υλοποιήσουν και να παρουσιάσουν ασύνδετες δραστηριότητες προγραμματισμού, αναδεικνύοντας την προστιθέμενη αξία της ενσωμάτωσης δραστηριοτήτων, που προάγουν την ΥΣ, στην εκπαιδευτική διαδικασία.

## **ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ**

Μέσα από την υλοποίηση του εργαστηρίου και με την υλοποίηση ασύνδετων δραστηριοτήτων προγραμματισμού οι συμμετέχοντες/ουσες θα έχουν την δυνατότητα:

---

Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

- Να κατανοήσουν την σημασία της καλλιέργειας δεξιοτήτων που προάγουν την Υπολογιστική Σκέψη
- Να ενσωματώσουν τις ασύνδετες δραστηριότητες προγραμματισμού σε ποικίλα γνωστικά αντικείμενα του Α.Π.Σ
- Να αντλήσουν έμπνευση μέσα από τα παραδείγματα δραστηριοτήτων που θα παρουσιαστούν
- Να καλλιεργήσουν δεξιότητες συνεργασίας, επικοινωνίας και δημιουργικότητας, υλοποιώντας ασύνδετες δραστηριότητες προγραμματισμού στο πλαίσιο της ομάδας τους.
- Να γνωρίσουν την Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Κώδικα και να συνεργαστούν σχεδιάζοντας δραστηριότητες προγραμματισμού

## ΠΡΟΤΕΡΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Δεν απαιτείται κάποια ιδιαίτερη γνώση τεχνολογίας πάρα μόνο όρεξη για μάθηση και συνεργασία. Θεωρείται δεδομένη η γνώση του ρόλου της συνεργασίας στην εκπαιδευτική διαδικασία καθώς και η συμβολή των τεχνολογιών σε αυτή μέσα στο πλαίσιο της διαθεματικότητας.

## ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ

Το εργαστήριο θα έχει συνολική διάρκεια δύο ώρες.

## ΚΟΙΝΟ ΠΟΥ ΑΠΕΥΘΥΝΕΤΑΙ

Το εργαστήριο απευθύνεται σε φοιτητές/φοιτήτριες Παιδαγωγικών Τμημάτων και εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Νηπιαγωγείου και πρώτων τάξεων του Δημοτικού).

## ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

1η Φάση Εισαγωγή: Καλωσόρισμα, δραστηριότητα γνωριμίας και ενημέρωση των συμμετεχόντων/ουσών για το σκοπό και τη διαδικασία του εργαστηρίου. Παρουσίαση θεωρητικού πλαισίου (υλοποίηση ασύνδετων δραστηριοτήτων ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης που έγιναν στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Εβδομάδας Προγραμματισμού

2η Φάση Οι συμμετέχοντες/ουσες χωρίζονται σε ομάδες επιλέγουν ανάμεσα στις προτεινόμενες δραστηριότητες, ποια θα υλοποιήσουν.

3η Φάση. Παρουσίαση των δραστηριοτήτων που υλοποιήθηκαν στην ολομέλεια. Αναστοχασμός - Ανατροφοδότηση, Συζήτηση και επίλυση αποριών.

4η Φάση. Αξιολόγηση σεμιναρίου - Συμπλήρωση ερωτηματολογίων αξιολόγησης

## ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Μετά την υλοποίηση του εργαστηρίου αναμένεται οι συμμετέχοντες/ουσες να έχουν κατανοήσει τη σημασία της καλλιέργειας της Υπολογιστικής Σκέψης και τη συμβολή του προγραμματισμού στην ανάπτυξη δεξιοτήτων γραμματισμού, μαθηματικών και επικοινωνίας. Να μπορούν να σχεδιάζουν ασύνδετες δραστηριότητες προγραμματισμού και να τις εντάξουν στην εκπαιδευτική διαδικασία με σιγουριά εμπλέκοντας πολλές μαθησιακές περιοχές. Να αναπτύξουν τις δεξιότητες συνεργασίας, επικοινωνίας, δημιουργικότητας, επίλυσης προβλήματος και κριτικής σκέψης. Να γνωρίσουν της Ευρωπαϊκή Εβδομάδα Κώδικα και τις δυνατότητες που δίνει με σκοπό να βρουν συνεργάτες και να οργανώσουν κοινές δραστηριότητες.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54.

Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kamyli, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M.A., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V. and Stupurienė, G. (2022). Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education, Inamorato dos Santos, A., Cachia, R., Giannoutsou, N. and Punie, Y. editor(s), Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92- 76-47208-7, doi:10.2760/126955, JRC128347

Cejka, E., Rogers, C., & Portsmore, M. (2006). Kindergarten Robotics: Using Robotics to Motivate Math, Science, and Engineering Literacy in Elementary School. *International Journal of*

*Engineering Education*, 22(4), 711-722.

Cherney, I.D. (2011). Active learning. In R. L. Miller, E. Amsel, B. M. Kowalewski, B. C. Beins, K. D. Keith, & B. F. Peden (Eds.), *Promoting student engagement* (Vol. 1, pp. 150-156). Retrieved from the Society for the Teaching of Psychology Web site: <http://teachpsych.org/ebooks/pse2011/index.php>

Jacob, S.R. and Warschauer, M., 2018. Computational Thinking and Literacy. *Journal of Computer Science Integration*, 1(1), p.1. DOI: <http://doi.org/10.26716/jcsi.2018.01.1.1>.

Kazakoff, E., & Bers, M. (2012). Programming in a robotics context in the kindergarten classroom: The impact on sequencing skills. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 21(4), 371-391.

Küçükpara, M. F., & Aksüt, P. (2021). An example of unplugged coding education in preschool period: Activity based algorithm for problem solving skills. *Journal of Inquiry Based Activities*, 11(2), 81-91. <https://www.ated.info.tr/ojs-3.2.1-3/index.php/ated/issue/view/22>.

Metin, S. (2022). Activity-based unplugged coding during the preschool period. *International Journal of Technology and Design Education*. 32. 10.1007/s10798-020-09616-8.

Pougatchev, V. (2007). ICT-based education: Caribbean region perspectives. *Adv. Technol. Learn.* 4, 3, 132-139.

Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. (Science for Policy report No. JRC107466). European Commission, 112 Joint Research Centre. Luxembourg: Publication Office of the European Union. doi:<https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>

Resnick, M. (2013). *Learn to Code, Code to Learn*. EdSurge, May 2013. Retrieved on July 3rd, 2018 Ανακτήθηκε στις 28/6/22 από <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/L2CC2L-handout.pdf>.

Sarama, J., & Clements, D. H. (2004). Building blocks for early childhood mathematics. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 181-189.

Saxena, A., Lo, C. K., Hew, K., Wong, G. (2020). Designing Unplugged and Plugged Activities to Cultivate Computational Thinking: An Exploratory Study in Early Childhood Education. *The Asia-Pacific Education Researcher*. 29. 55-66. 10.1007/s40299-019-00478-w.

Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O'Grady-Cuniff, D., Boucher Owens, B., Stephenson, C., Verno (2011) A.: *CSTA K-12 Computer Science Standards*. CSTA Standards Task Force.

Semenov, A. (2005). Information and communication technology in schools, A handbook for teachers or how ICT can create new, open learning environments, UNESCO, 2005.

Strawhacker, A., Portelance, D., Lee, M., & Bers, M.U. (2015). Designing Tools for Developing Minds: The role of child development in educational technology. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (IDC '15). ACM, Boston, MA, USA.

Unesco (2005). Information and communication technology in schools, A handbook for teachers or how ICT can create new, open learning environments. Paris.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. Ανακτήθηκε στις 28/6 από <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/publications/Wing06.pdf>.

Yadav, A., Good, J., Voogt, J., & Fisser, P. (2017). Computational Thinking as an Emerging Competence Domain. In M. Mulder (Ed.), *Competence-based Vocational and Professional Education, Technical and Vocational Education and Training: Issues, Concerns and Prospects*, 23, 1051–1067. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-41713-4\\_49](https://doi.org/10.1007/978-3-319-41713-4_49)

# Συνδέοντας την Πολιτιστική Κληρονομιά του Τόπου με τη Διδασκαλία των Χημικών Αντιδράσεων

Αναστασία-Ελένη Μαγουλά<sup>1</sup>, Μιχαήλ Ξανθάκης<sup>2</sup>

[natmag75@yahoo.gr](mailto:natmag75@yahoo.gr), [g20xant@ionio.gr](mailto:g20xant@ionio.gr)

<sup>1</sup>MSc Χημικός (ΠΕ 04.02) MSc, Υπεύθυνη Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών Κεφαλονιάς-Ιθάκης

<sup>2</sup>Υπ. Διδάκτωρ Ιονίου Πανεπιστημίου, MSc Πληροφορικός, Αναπλ. Προϊστάμενος Μονάδας Διαχείρισης Εθνικών Πάρκων Ζακύνθου, Αίνου & Προστατευόμενων Περιοχών Ιονίων Νήσων, Ο.Φ.Υ.Π.Ε.Κ.Α.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια πρόταση που αφορά μια διδακτική ακολουθία για τις Χημικές Αντιδράσεις της διάβρωσης και της συντήρησης του μαρμάρου και της ασβεστολιθικής πέτρας με την χρήση ΤΠΕ παρουσιάζοντας ιστορικά μνημεία του Αργοστολίου, και απευθύνεται σε μαθητές της Α' τάξης Γενικού Λυκείου. Η παρούσα διδακτική ακολουθία στηρίζεται στις αρχές της καινοτομικής και εποικοδομητικής προσέγγισης για τη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών.

Αυτή η διδακτική παρέμβαση βασίστηκε στις αρχές του STEAM σε μια προσπάθεια συνδυασμού των καλών τεχνών και των φυσικών επιστημών συνδέοντας την αγάπη για την ιστορία του τόπου τους και των μνημείων που υπάρχουν σε αυτόν με τις χημικές αντιδράσεις, οι οποίες είναι αλληλένδετες με την καθημερινότητά τους. Πιο συγκεκριμένα να εντοπίσουν ένα πρόβλημα, να το μελετήσουν, να οργανώσουν τα δεδομένα τους και να εξάγουν τα συμπεράσματά τους προτείνοντας λύσεις.

Χρησιμοποιήθηκε η καινοτόμα παιδαγωγική προσέγγιση της «αντεστραμμένης τάξης», γιατί συνδυάζει τη διαζώσης με την ασύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία. Δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να έρθουν σε επαφή με το πρόβλημα να το μελετήσουν με την ησυχία τους και να ελέγξουν τις νέες γνώσεις που απέκτησαν, προσελκύνοντας το ενδιαφέρον των μαθητών στο νέο αντικείμενο διδασκαλίας που θα διδαχθεί, το οποίο πολλές φορές φαίνεται ακαταλαβίστικο και ανιαρό.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Διδακτική παρέμβαση, διάβρωση μαρμάρου, Χημικές Αντιδράσεις

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συμβολή των Φυσικών Επιστημών στα περιβαλλοντικά ζητήματα είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς, όχι μόνο ερμήνευσαν τις συνέπειες των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που έχουν αντίκτυπο στο περιβάλλον, αλλά έδωσαν λύσεις και προτάσεις για την επιβράδυνση ή, σε πολλές περιπτώσεις, στην εξάλειψη των αρνητικών παραγόντων. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η όξινη βροχή και η τρύπα του όζοντος είναι μερικά από τα περιβαλλοντικά προβλήματα που μαστίζουν την ανθρωπότητα και έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη διατήρηση της ζωής αλλά και στην πολιτισμική μας κληρονομιά (UN, 1992 & UNEP, 2000). Όμως, σε έρευνες που έχουν γίνει, το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες είναι μικρό (Σδράλλης, 2013). Η επιτακτική ανάγκη για την εκμάθηση των Φυσικών Επιστημών στα σχολικά πλαίσια οδήγησε σε εναλλακτικές μεθόδους διδασκαλίας, προκειμένου να γίνουν πιο θελκτικές προς τους μαθητές (Χαλκιά, 2011).

Σχεδιάστηκε, σύμφωνα με την καινοτομική και εποικοδομητική αντίληψη για το αναλυτικό πρόγραμμα, μια ακολουθία διδακτικών ενοτήτων για την έννοια της χημικής διάβρωσης των μαρμάρινων αρχαίων έργων τέχνης και εφαρμόστηκε στην Α' τάξη του Γενικού Λυκείου σε μια προσπάθεια να προκαλέσει εξέλιξη των νοητικών παραστάσεων των μαθητών/τριών, συμβάλλοντας έτσι στη γνωστική τους ανάπτυξη. Αντικείμενο της διδακτικής παρέμβασης είναι η διδασκαλία γραφής των Χημικών Αντιδράσεων διάβρωσης της ασβεστολιθικής πέτρας και του μαρμάρου με τη βοήθεια των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) (Μαγουλά Α., 2015). Οι Χημικές Αντιδράσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στον ακαδημαϊκό και βιομηχανικό τομέα της Χημείας, αλλά στους μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης η σωστή γραφή τους και η κατανόησή τους είναι μια πρόκληση.

Οι χημικές αντιδράσεις στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση αναπτύσσονται στα σχολικά εγχειρίδια του Λυκείου. Σύμφωνα με το βιβλίο του εκπαιδευτικού η προτεινόμενη διδασκαλία για την ενότητα

“Χημικές Αντιδράσεις” ακολουθεί την παραδοσιακή αντίληψη και η προσέγγιση των εννοιών αντιμετωπίζεται φαινομενολογικά και “ψευδοποιοτικά”, θεωρώντας ότι οι μαθητές έχουν ήδη κατανοήσει τις χημικές αντιδράσεις από το Γυμνάσιο με ερωτήσεις του τύπου: “Πώς περιγράφεται η αντίδραση του σιδήρου με το θείο;”. Οι μαθητές πρέπει να θυμηθούν αυτή την αντίδραση, αν και την είχαν διδαχθεί δυο χρόνια πριν και να ερμηνεύσουν το φαινόμενο από μακροσκοπική και μικροσκοπική σκοπιά (Hesse, 1992). Στη δεύτερη φάση της διδασκαλίας οι μαθητές “βομβαρδίζονται” με χημικά σύμβολα (χημικών ενώσεων, χημικών στοιχείων και φυσικών καταστάσεων) και προσομοιώματα των παραπάνω χημικών ουσιών μαθηματοποιώντας τις έννοιες χωρίς μια εις βάθος προσέγγιση των χημικών αντιδράσεων με αποτέλεσμα οι μαθητές να καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι χημικές αντιδράσεις είναι μαθηματικές εξισώσεις, που πρέπει να απομνημονεύσουν και δεν κατανοούν πότε τελικά γίνεται μια χημική αντίδραση και γιατί (Johnstone, 1982, 1991,1993).

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Το σενάριο αυτό βασίστηκε στις αρχές του STEAM σε μια προσπάθεια συνδυασμού των καλών τεχνών και των φυσικών επιστημών συνδέοντας την αγάπη για την ιστορία του τόπου των μαθητών του Αργοστολίου και των μνημείων που υπάρχουν σε αυτόν με τις χημικές αντιδράσεις, οι οποίες είναι αλληλένδετες με την καθημερινότητά τους. Ο γενικός σκοπός του σεναρίου είναι οι μαθητές να μάθουν να γράφουν τις χημικές εξισώσεις κατανοώντας τις χημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στη διάβρωση των ασβεστολιθικών και μαρμάρινων ιστορικών μνημείων.

Πιο συγκεκριμένα να εντοπίσουν το πρόβλημα της διάβρωσης των ασβεστολιθικών και μαρμάρινων μνημείων από τις περιβαλλοντικές συνθήκες ακόμη και σε περιοχές που δεν υπάρχει αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση. Να κατανοήσουν ότι το πρόβλημα είναι παγκόσμιο, να προβληματιστούν και να προταθούν στη συνέχεια λύσεις για να την αποφυγή των φαινομένων αυτών. Να αντιληφθούν ότι οι άνθρωποι επινόησαν τον όρο “όξινη βροχή” για να περιγράψουν την επίδραση της βροχής με ρύπους στα αρχαιολογικά μνημεία. Να κατανοήσουν ότι η διάβρωση των μαρμάρινων και ασβεστολιθικών πετρωμάτων, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κτιρίων και αγαλμάτων, τα οποία είναι εκτεθειμένα στη φύση, είναι φυσική αλλά και χημική και να αναγνωρίζουν τις χημικές αντιδράσεις της γυψοποίησης.

Γίνεται σταδιακά η εισαγωγή της έννοιας της χημικής αντίδρασης και στη συνέχεια ορίζεται ποιοτικά και ακολουθείται η συστηματική γραφή των χημικών αντιδράσεων, προσπαθώντας να τους εισάγουμε εννοιολογικά ένα “μοντέλο-σπέρματος” (Buss et al, 2001), όπου εκεί θα οικοδομήσουν την γνώση των χημικών αντιδράσεων. Σε μια αυτοκατευθυνόμενη μάθηση οι μαθητές στις γνώσεις που ήδη έχουν, ξεπερνούν τις δυνατότητές τους με τη βοήθεια των συμμαθητών ή του καθηγητή, που έχουν μεγαλύτερη εμπειρία, σύμφωνα με τον Ackerman (2004) και με αυτό το σενάριο ο στόχος επιτυγχάνεται να χτίζεται η γνώση σιγά σιγά και ο μαθητής να αυτενεργεί με μικρή παρέμβαση του εκπαιδευτικού.

Λόγω της πανδημίας υπάρχει μια δυσκολία στις εκδρομές, αλλά και μια γενικότερη δυσκολία στο μακροπρόθεσμο προγραμματισμό δράσεων δια ζώσης. Για αυτό το λόγο σχεδιάστηκε το διδακτικό σενάριο «αντεστραμμένης τάξης», γιατί συνδυάζει τη δια ζώσης με την ασύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία. Δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να έρθουν σε επαφή με το πρόβλημα να το μελετήσουν με την ησυχία τους και αν δοθεί η ευκαιρία να συζητηθεί και να αναλυθεί στην τάξη. Επιπρόσθετα, οι μαθητές μετά τη διαδικτυακή τους επαφή με το θέμα μπορούν να επισκεφτούν και μόνοι τους το χώρο και να μελετήσουν το πρόβλημα από κοντά. Το υλικό παρουσιάζεται σε ένα διαδραστικό βιβλίο στη πλατφόρμα e-me , είτε αναθέτοντας την εργασία μέσω την e-me assignments αν χρησιμοποιείται η πλατφόρμα από τον εκπαιδευτικό είτε απλώς στέλνοντας τον σύνδεσμο στους μαθητές.

Στο διαδραστικό βιβλίο «Τα γλυπτά του Δραπάνου στην υπηρεσία της διδασκαλίας των χημικών αντιδράσεων» δίνεται η αφορμή για να εξοικειωθούν οι μαθητές τις επιπτώσεις της διάβρωσης στα γλυπτά του νεκροταφείου στο πέρασμα του χρόνου, όπως: η χρωματική αλλοίωση και η στατική καταστροφή. Στην πρώτη σελίδα του βιβλίου με τίτλο: «Λίγη ιστορία για το νεκροταφείο του Δραπάνου» οι μαθητές παρατηρούν μια εικόνα από το νεκροταφείο και μαθαίνουν κάποια ιστορικά στοιχεία για αυτό. Στη δεύτερη σελίδα του διαδραστικού βιβλίου παρατηρούν τη φωτογραφία με τίτλο: "Αναπαυομένη", ένα μνημείο της Αγγελικής Λοβέρδου σε ανάκλιτρο, το οποίο φιλοτέχνησε πάνω σε μάρμαρο ο Δημήτρης Φιλιππίτης το 1874. Σε αυτή τη σελίδα μαθαίνουν για τις κυριότερες

φθορές των μνημείων και καλούνται με μια άσκηση πολλαπλής επιλογής να υποθέσουν ποιοι είναι οι παράγοντες διάβρωσης των μαρμάρινων και ασβεστολιθικών πετρωμάτων που βρίσκονται εκτεθειμένα στη φύση. Στην τρίτη σελίδα παρουσιάζεται μια φωτογραφία με το άγαλμα «Ψυχή», όπου μαθαίνουν πληροφορίες για το συγκεκριμένο άγαλμα και με μια άσκηση drag and drop προσπαθούν να ονομάσουν τις αιτίες καταστροφής των μαρμάρινων και ασβεστολιθικών γλυπτών και κατά επέκταση να κατανοήσουν τους παράγοντες που διαβρώνουν όλα τα μαρμάρια και ασβεστολιθικά γλυπτά που είναι εκτεθειμένα στη φύση. Επίσης τους προτρέπουμε να περιηγηθούν στην ιστοσελίδα της Υπηρεσίας Συντήρησης του Μουσείου της Ακρόπολης για να πάρουν περισσότερες πληροφορίες.

Με τις τρεις πρώτες δραστηριότητες γίνεται μια πρώτη απόπειρα διερεύνησης των αντιλήψεων των μαθητών για αυτές τις αλλοιώσεις, σύμφωνα με την εποικοδομητική αντίληψη. Οι αντιλήψεις των μαθητών με τη βοήθεια των ερωτήσεων στη δεύτερη σελίδα του βιβλίου ελέγχονται αν είναι σωστές. Με αυτό τον τρόπο θέτουμε έναν κοινωνικό και επιστημονικό προβληματισμό όσον αφορά τη διάβρωση των μαρμάρινων και ασβεστολιθικών έργων τέχνης και επιτυγχάνονται οι μεθοδολογικοί και πολιτισμικοί στόχοι, που έχουν ήδη αναφερθεί. Επίσης, αναδεικνύεται το πρόβλημα που είναι προς μελέτη και γίνεται οργανική ένταξη της πολιτισμικής διάστασης των Φυσικών Επιστημών σύμφωνα με την καινοτομική αντίληψη. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την εποικοδομητική αντίληψη, λαμβάνονται υπόψη οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, οι οποίες βελτιώνονται και διορθώνονται με την δραστηριότητα που ακολουθεί.

Στο τέταρτο φύλλο παρουσιάζεται το κείμενο με τίτλο: “Η βροχή ξεπλένει την ιστορία μας”, όπου οι μαθητές καλούνται να ενημερωθούν για την όξινη βροχή διαβάζοντας ένα κείμενο και καλούνται να συνδέσουν προηγούμενες γνώσεις προτείνοντας διάφορους τρόπους μέτρησης του pH του νερού της βροχής (έλεγχος βροχής). Και με την τελευταία δραστηριότητα (Η δική μου όξινη βροχή) της σελίδας αυτής να προτείνουν μια διαδικασία με την οποία να παρασκευάζουν ένα όξινο διάλυμα με pH μικρότερο του 4,5 και να ελέγξουν την οξύτητά του. Σε αυτή την ενότητα εμπλουτίζεται το φαινομενολογικό πεδίο της διάβρωσης των ασβεστολιθικών και μαρμάρινων γλυπτών εισάγοντας παράλληλα και την έννοια της όξινης βροχής. Με την ιστορική αναφορά της επίδρασης της όξινης βροχής στα μνημεία γίνεται μια ενοποίηση των εννοιών της όξινης βροχής και της χημικής διάβρωσης των μαρμάρινων μνημείων. Στη συνέχεια δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να επιλέξουν τρόπους μέτρησης της οξύτητας του βρόχινου νερού. Η δεύτερη δραστηριότητα προτρέπει τους μαθητές να πειραματιστούν στη δημιουργία όξινου διαλύματος. Σε αυτές τις δραστηριότητες οι μαθητές, σύμφωνα με την καινοτομική αντίληψη, εμπλέκονται στο σχεδιασμό μιας πειραματικής διαδικασίας ελέγχου και στην εξαγωγή συμπερασμάτων, που δεν προκύπτουν από την εμπειρία τους από ένα πείραμα επιβεβαίωσης, όπως αυτά που προτείνονται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα

Στην τελευταία σελίδα του διαδραστικού βιβλίου οι μαθητές καλούνται να διαβάσουν το διαδραστικό βίντεο με τίτλο «Ανακαλύπτοντας τις χημικές μεταβολές μέσα από ένα κείμενο» και να αναγνωρίσουν τις χημικές μεταβολές που περιγράφονται μέσα στο κείμενο απαντώντας στις ερωτήσεις του κειμένου (πολλαπλής επιλογής, σωστό /λάθος, drag and drop) οι οποίες τους βοηθούν να βρουν τις χημικές εξισώσεις που περιγράφονται. Μόλις τελειώσουν το βίντεο οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν με τη βοήθεια της άσκησης τύπου drag and drop τη χημική εξίσωση της γυψοποίησης του ασβεστόλιθου ή του μαρμάρου κατά την αντίδραση του ασβεστόλιθου ή του μαρμάρου με το διαλυμένο θειικό οξύ όπου παράγεται θειικό ασβέστιο (γύψο) και απελευθερώνεται αέριο διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Αυτή η δραστηριότητα είναι μια μεταβατική διαδικασία για το φύλλο εργασίας που θα κληθούν να συμπληρώσουν στη τάξη. Η τελευταία δραστηριότητα της σελίδας και του βιβλίου είναι μια ερώτηση ανάπτυξης όπου οι μαθητές καλούνται να προτείνουν μια διαδικασία με την οποία θα μπορούσαν να προσομοιάσουν τη φυσική διάβρωση του μαρμάρου στο εργαστήριο και να πειραματιστούν στο σπίτι, προκαλώντας οι ίδιοι χημική διάβρωση σε ένα κομμάτι μαρμάρου ή ασβεστολιθικής πέτρας υπό μορφή θεωρητικού πειράματος. Εμπλέκοντας τους μαθητές στο σχηματισμό της παραπάνω πειραματικής διαδικασίας ελέγχου και δίνοντάς τους την ελευθερία λήψης αποφάσεων για τη μέθοδο που θα χρησιμοποιήσουν και το εργαστηριακό υλικό για να εξάγουν τα δικά τους συμπεράσματα, εγκαταλείπεται ο παραδοσιακός τρόπος διδασκαλίας και εφαρμόζεται ο καινοτομικός.

Στο επόμενο μάθημα καλούνται οι μαθητές στην τάξη να συζητήσουν για τον τρόπο σωστής γραφής των χημικών εξισώσεων. Αρχικά ως επανάληψη καλούνται να βρουν τους σωστούς χημικούς τύπους των χημικών ενώσεων που παρουσιάστηκαν στο διαδραστικό βιβλίο με μια άσκηση αντιστοίχισης και στη συνέχεια να συμπληρώσουν τις χημικές εξισώσεις που παρουσιάστηκαν

συμπληρώνοντας το φύλλο εργασίας που παρατίθεται παρακάτω. Με αυτές τις δραστηριότητες στην τάξη χρησιμοποιείται το εποικοδομητικό μοντέλο ως εργαλείο αναφοράς, καθοδηγώντας τους μαθητές να οικοδομήσουν τη διαδικασία που ακολουθείται για τη σωστή γραφή των χημικών εξισώσεων χρησιμοποιώντας χημικές αντιδράσεις που έμαθαν ότι συμβαίνουν γύρω τους.

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ

Ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου διδακτικού σεναρίου βοηθά πολύ στην αξιολόγηση των γνώσεων σε κάθε σημείο που προχωρά η διαδικασία της ανάγνωσης του διαδραστικού βιβλίου. Με τις ερωτήσεις στη δεύτερη και τρίτη σελίδα γίνεται διαγνωστική αξιολόγηση των προϋπαρχόντων γνώσεων σχετικά με τη διάβρωση των μαρμάρινων μνημείων και τις φθορές που μπορούν μόνοι τους να αναγνωρίσουν σε ένα μνημείο από μάρμαρο. Στην τέταρτη και πέμπτη σελίδα του διαδραστικού βιβλίου επιτυγχάνεται διαμορφωτική αξιολόγηση των γνώσεων που αποκτούν οι μαθητές κατά το διάβασμα των κειμένων και επίσης τους δίνεται η δυνατότητα να αυτοξιολογηθούν και να αναδιαμορφώσουν τις αρχικές τους απόψεις.

Με το φύλλο εργασίας το οποίο καλούνται οι μαθητές να συμπληρώσουν στην διδακτική ώρα γίνεται μια τελική αξιολόγηση έτσι ώστε εκτιμηθεί ο βαθμός επιτυχίας της εκπαιδευτικής διαδικασίας, δηλαδή κατά πόσο είναι ικανοί να αναγνωρίσουν τους χημικούς τύπους των ενώσεων που λαμβάνουν μέρος στις χημικές αντιδράσεις διάβρωσης των μαρμάρων και να καταγράψουν με τη βοήθεια ορισμένων κανόνων αυτές τις χημικές αντιδράσεις. Πλέον οι χημικές αντιδράσεις αποκτούν φυσική υπόσταση και δεν είναι απλά χημικά σύμβολα γραμμένα σαν μαθηματικές εξισώσεις με αποτέλεσμα το ενδιαφέρον των μαθητών στην εκμάθηση των γραφής των χημικών αντιδράσεων κρατείται υψηλό.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Μαγουλά Αναστασία-Ελένη (2015). *Η συντήρηση των αρχαίων έργων τέχνης στην υπηρεσία της διδασκαλίας των χημικών αντιδράσεων με ΤΠΕ*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Ε.Α.Π., Πάτρα.
- Σδράλλης, Ι. (2013). *Η Διερευνητική Μέθοδος Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διατριβή)*. Ε.Α.Π., Πάτρα.
- Χαλκιά, Χ. (2011). *Σημειώσεις του μαθήματος: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Ε.Κ.Π.Α., Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αθήνα.
- Χατζηδήμου, Κ. Δ. (2011). *Οι θεωρίες των Jean Piaget και Lev Vygotsky για τη γνωστική ανάπτυξη και η συμβολή τους στην παιδαγωγική πράξη*. Στο: Θ. Π. Κόκκινος (Επιμ.), *Η χάρη θέλει αντίχαρη* (σελ. 549-564). Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ackerman, E. K. (2004). Constructing knowledge and transforming the world. In M. Tokoro & L. Steels (Eds.), *A learning zone of one's own. Sharing representations and flow in collaborative learning environments* (pp. 15-37). Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington, DC. IOS Press.
- Hesse J., Anderson W. Ch. (1992), *Students Conceptions of Chemical Change* Journal of research in Science Teaching, 29(3), 277-299.
- Johnson, S. (2000). *Children's understanding of substances, part I: Recognising chemical change*. International Journal of Science Education, 22, 719-737.
- Johnstone, A., H. (1982). *Education, macro and microchemistry*. Chemistry Education in Britain, 18, 409.
- Johnstone, A., H. (1991). *Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem*. Journal of Computer Assisted Learning, 7, 75-83
- Johnstone, A., H. (1993). *The Development of Chemistry Teaching A Changing Response to Changing Demand*, Journal of Chemical Education, 70 (9), 701-105
- U.N. (1992, June). *Report of the UN Conference on environment and development*. Rio de Janeiro.
- U.N.E.P. (2000). *Global Environmental Outlook, Chapter five: Outlook and Recommendations for Actions*. DEIA & EW / UNEP – R. Clarke, Chapman, Bounford and Associates.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Το εκπαιδευτικό υλικό που χρειάζεται για την υλοποίηση αυτού του σεναρίου είναι αναρτημένο στον παρακάτω σύνδεσμο της πλατφόρμας e-me.

[https://content.e-me.edu.gr/wp-admin/admin-ajax.php?action=h5p\\_embed&id=771984](https://content.e-me.edu.gr/wp-admin/admin-ajax.php?action=h5p_embed&id=771984)

Και επίσης θα δοθεί το παρακάτω φύλλο εργασίας για τη διδακτική ώρα που θα πραγματοποιηθεί

---

Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

παρουσία δασκάλου:

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

#### Δραστηριότητα 1: Χημικές ενώσεις διάβρωσης μαρμάρων

Αντιστοιχίστε τους μοριακούς τύπους των χημικών ενώσεων που περιγράφουν την διάβρωση των μαρμάρινων επιφανειών με την ελληνική ονομασία τους.

1.	<u>          </u> CO <sub>2</sub>	a. θειώδες οξύ
2.	<u>          </u> H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	b. χλωριούχο νάτριο
3.	<u>          </u> Ca(OH) <sub>2</sub>	c. διοξείδιο του αζώτου
4.	<u>          </u> H <sub>2</sub> O	d. νιτρικό οξύ
5.	<u>          </u> N <sub>2</sub>	e. νιτρώδες οξύ
6.	<u>          </u> NO	f. ανθρακικό νάτριο
7.	<u>          </u> NO <sub>2</sub>	g. μονοξείδιο του αζώτου
8.	<u>          </u> HNO <sub>2</sub>	h. οξείδιο του ασβεστίου
9.	<u>          </u> HNO <sub>3</sub>	i. ανθρακικό ασβέστιο
10.	<u>          </u> SO <sub>2</sub>	j. άζωτο
11.	<u>          </u> ZnO	k. διοξείδιο του θείου
12.	<u>          </u> ZnS	l. ανθρακικό οξύ
13.	<u>          </u> H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	m. θειικό οξύ
14.	<u>          </u> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	n. διοξειδίου του άνθρακα
15.	<u>          </u> CaCO <sub>3</sub>	o. νερό
16.	<u>          </u> CaSO <sub>4</sub>	p. θειικό ασβέστιο
17.	<u>          </u> NaCl	q. υδροξείδιο του ασβεστίου
18.	<u>          </u> CaCl <sub>2</sub>	r. θειούχος ψευδαργύρος
19.	<u>          </u> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	s. χλωριούχο ασβέστιο
20.	<u>          </u> CaO	t. οξείδιο του ψευδαργύρου

#### Δραστηριότητα 2: Χημικές εξισώσεις διάβρωσης μαρμάρων

Γράψτε τις χημικές εξισώσεις που συναντήσαμε στο κείμενο: «Ανακαλύπτοντας τις χημικές μεταβολές μέσα από ένα κείμενο»

Αντίδραση 1:

Του διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα που αντιδρά με το νερό της βροχής και δημιουργεί το ασθενές ανθρακικό οξύ.

Αντίδραση 2:

Το μοριακό οξυγόνο και το μοριακό άζωτο αντιδρούν δίνοντας μονοξείδιο του αζώτου.

Αντίδραση 3:

Το μονοξείδιο του αζώτου αντιδρά ταχύτατα με την περίσσεια του οξυγόνου δίνοντας διοξείδιο του αζώτου.

Αντίδραση 4:

Όταν το διοξείδιο του αζώτου διαλυθεί στο νερό της βροχής σχηματίζεται ένα ισομοριακό μίγμα νιτρώδους και νιτρικού οξέος

Αντίδραση 5:

Στην παρασκευή του οξειδίου του ψευδαργύρου από την καύση του θειούχου ψευδαργύρου παράγονται μεγάλα ποσά διοξειδίου του θείου ως παραπροϊόν.



Αντίδραση 6:

Το αέριο διοξείδιο του θείου διαλύεται στο νερό της βροχής παράγοντας θειώδες οξύ

Αντίδραση 7:

Το θειώδες οξύ τελικά οξειδώνεται αντιδρώντας με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας σε θειικό οξύ.

Αντίδραση 8:

Η αντίδραση του ασβεστόλιθου ή του μαρμάρου με το διαλυμένο θειικό οξύ παράγει θειικό ασβέστιο (γύψο) και απελευθερώνεται αέριο διοξείδιο του άνθρακα και νερό.

Αντίδραση 9:

Το νιτρικό ασβέστιο παράγεται όταν το διαλυμένο στη βροχή νιτρικό οξύ αντιδρά με το ανθρακικό ασβέστιο

Αντίδραση 10:

Το ανθρακικό ασβέστιο αντιδρά με το χλωριούχο νάτριο και παράγει το διαλυτό στο νερό χλωρίδιο του ασβεστίου και ανθρακικό νάτριο.

Αντίδραση 11:

Ο ασβεστόλιθος και το μάρμαρο με τις μεγάλες θερμοκρασίες διασπάται σε άσβεστο, δηλαδή οξείδιο του ασβεστίου απελευθερώνοντας αέριο διοξείδιο του άνθρακα.

Αντίδραση 12:

Η άσβεστος είναι άσπρη, πιο εύθραυστη από τον ασβεστόλιθο και διαλύεται στο νερό παράγοντας υδροξείδιο του ασβεστίου ελευθερώνοντας θερμότητα.

### **Μια μικρή βοήθεια:**

Ξεκινήστε ανακαλύπτοντας ποια είναι τα αντιδρώντα και ποια τα προϊόντα σε κάθε αντίδραση. Επίσης για να είμαστε συνεπείς με το νόμο της διατήρησης της μάζας, ο αριθμός κάθε είδους ατόμων θα πρέπει να είναι ο ίδιος σε κάθε μεριά της εξίσωσης. Σε μια σωστή χημική εξίσωση πρέπει και ο αριθμός κάθε είδους ατόμων καθώς και το ολικό φορτίο να είναι το ίδιο σε κάθε πλευρά. Αυτό που αλλάζει σε κάθε πλευρά είναι ο τρόπος με τον οποίο τα άτομα συνδέονται και φτιάχνουν μόρια ή ιόντα. Μια χημική εξίσωση είναι η αναδιάρθρωση των ατόμων αλλά όχι ο αριθμός των ατόμων. Αν ο αριθμός των ατόμων είναι διαφορετικός σε κάθε πλευρά της εξίσωσης τότε η αντίδραση δεν είναι σωστά γραμμένη. Για να βοηθηθείτε ακολουθήστε τα παρακάτω βήματα:

Βρείτε την πιο περίπλοκη ένωση. Ξεκινώντας με αυτή την ουσία, διάλεξε ένα στοιχείο που να εμφανίζεται μόνο σε ένα αντιδρών και σε ένα προϊόν αν είναι δυνατόν. Προσάρμοσε τους συντελεστές για να πετύχεις τον ίδιο αριθμό των ατόμων αυτού του στοιχείου σε κάθε πλευρά .

Θεώρησε τα πολυατομικά ιόντα ως μια μονάδα και ισοστάθμισέ τα.

Ισοστάθμισε τα απομείναντα άτομα, συνήθως τελειώνοντας με το λιγότερο πολύπλοκη ουσία και χρησιμοποιώντας κλασματικούς συντελεστές αν είναι απαραίτητο. Αν χρησιμοποιήσετε ένα κλασματικό συντελεστή, τότε πολλαπλασίασε και τα δύο μέλη της εξίσωσης με τον παρονομαστή για να πετύχεις ακέραιους αριθμούς για συντελεστές.

Μέτρησε τον αριθμό των ατόμων κάθε είδους και στις δύο πλευρές του βέλους για να είσαι σίγουρος ότι η εξίσωση είναι ισοσταθμισμένη.

Σημείωση: Μπορεί μια χημική αντίδραση να μας δώσει περισσότερες πληροφορίες αν δίπλα στα συστατικά βάλουμε μέσα σε παρένθεση τη φυσική κατάσταση του κάθε είδους. Η συντομοσύνη είναι: (s) για τα στερεά, (g)για τα αέρια, (l)για τα υγρά και, (aq)για τα υδατικά διαλύματα, δηλαδή το διάλυμα της ουσίας στο νερό.

# Αποτίμηση Εκπαιδευτικών Αναγκών Μαθητών Α/θμιας Εκπαίδευσης σχετικά με την Εκπαίδευση STEM

Στεφανίδου Κωνσταντίνα<sup>1</sup>, Σταύρου Ιωάννα<sup>2</sup>, Μανδρίκας Αχιλλέας<sup>3</sup>, Κυριακού Κυριάκος<sup>4</sup>, Ηλίας Μπόικος<sup>5</sup>, Κωνσταντίνος Σκορδούλης<sup>6</sup>

[sconstant@primedu.uoa.gr](mailto:sconstant@primedu.uoa.gr), [ioanna.k.stavrou@gmail.com](mailto:ioanna.k.stavrou@gmail.com), [amandrikas@gmail.com](mailto:amandrikas@gmail.com),  
[kyriakkyr@yahoo.gr](mailto:kyriakkyr@yahoo.gr), [ilias.boikos@gmail.com](mailto:ilias.boikos@gmail.com), [kostas4skordoulis@gmail.com](mailto:kostas4skordoulis@gmail.com)

<sup>1</sup>ΕΔΙΠ, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

<sup>2</sup>Δρ. Εκπαιδευτικός, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

<sup>3</sup>Δρ. Συντονιστής Εκπαιδευτικού Έργου, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

<sup>4</sup>Δρ. Δ/ντής Εσπερινού ΓΕΛ Αγ.Αναργύρων

<sup>5</sup>Υπ.Δρ. ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

<sup>6</sup>Καθηγητής, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα έρευνα επιδιώκεται η μελέτη των αντιλήψεων μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την εκπαίδευση STEM. Συγκεκριμένα το δείγμα αποτελείται από 69 μαθητές που φοιτούν στην Ε΄ και στην Στ΄ τάξη του 2<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Μεσσήνης. Η έρευνα αποτελεί μέρος ευρύτερου έργου που περιλαμβάνει τη δημιουργία Κόμβων Έρευνας και Καινοτομίας με σκοπό τη διάχυση της εκπαίδευσης STEM, ένας από τους οποίους είναι το εν λόγω δημοτικό σχολείο. Για τη συλλογή των δεδομένων επιλέχθηκε ερωτηματολόγιο κλειστών ερωτήσεων που βασίστηκε σε σχετική έρευνα μεγάλης κλίμακας.

Τα πρώτα ευρήματα της έρευνας δείχνουν ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες του δείγματος έχουν στην πλειονότητά τους υψηλή αυτοπεποίθηση σχετικά με τις επιδόσεις τους στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες ενώ έχουν τη διάθεση να βελτιωθούν. Αντίστοιχα, δηλώνουν ότι έχουν ενδιαφέρον για τη μηχανική και την τεχνολογία, ενώ δηλώνουν ενημερωμένοι για τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Οι περισσότεροι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται την αξία των γνωστικών πεδίων του STEM για την επίλυση καθημερινών προβλημάτων, ωστόσο δε φαίνεται να είναι το ίδιο εξοικειωμένοι με την ιδέα των αντίστοιχων επαγγελματίων στο μέλλον.

Τα ευρήματα της έρευνας δεν είναι γενικεύσιμα καθώς το δείγμα έχει πολύ ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Ωστόσο, η αξία της έρευνας έγκειται στη μελλοντική συσχέτιση των αποτελεσμάτων με την αντίστοιχη αποτίμηση των επιμορφωτικών αναγκών των εκπαιδευτικών και τον σχεδιασμό ενός Κόμβου για τη διάχυση της εκπαίδευσης STEM.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Απόψεις μαθητών Α/θμιας Εκπαίδευσης, εκπαίδευση STEM, Κόμβος διάχυσης εκπαίδευσης STEM

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ακρωνύμιο STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) πρωτοεμφανίστηκε ως «SMET» στις ΗΠΑ το 2001 και αναφέρεται σε μια διαθεματική-διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης με την ενσωμάτωση των επιμέρους συνιστωσών του σε μια συνεκτική διδασκαλία και μάθηση (Sanders, 2009). Η ανάγκη για την υιοθέτηση μιας διεπιστημονικής προσέγγισης υπαγορεύεται και από το γεγονός ότι η εισαγωγή τεχνολογικών καινοτομιών στην εκπαίδευση, την κοινωνία και την καθημερινή ζωή στηρίζεται στη συνένωση ενός ευρέος φάσματος επιστημονικών πεδίων τα οποία σε πολλές περιπτώσεις αλληλεπικαλύπτονται. Η προσέγγιση STEM συνδέεται από την εμφάνισή της με την καινοτομία στην εκπαίδευση, δηλαδή με την ανάγκη για την προώθηση μεταρρυθμίσεων, την υιοθέτηση σύγχρονων παιδαγωγικών προσεγγίσεων και την ενσωμάτωση ουσιαστικών αλλαγών στη διδακτική πράξη καθώς και τη χρήση νέων διδακτικών μέσων (Fullan, 1991).

Στόχος της εκπαίδευσης STEM, μιας αμιγώς μαθητοκεντρικής προσέγγισης, είναι η καλλιέργεια δεξιοτήτων και η σύνδεση της μάθησης με την καθημερινή ζωή μέσω της εξοικείωσης με πραγματικά προβλήματα, έχοντας ως απώτερο σκοπό τον επιστημονικό και τεχνολογικό γραμματισμό των μαθητών (Havice, 2009; NRC, 2011). Συγκεκριμένα, μέσω της διδασκαλίας STEM, οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν δεξιότητες που τους καθιστούν: α) λύτες προβλημάτων, β) καινοτόμους, γ) εφευρέτες, δ) αυτοδύναμους, ε) λογικά σκεπτόμενους και στ) τεχνολογικά εγγράμματους (Morisson, 2006). Η μετατόπιση του ενδιαφέροντος σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό

(design), τον προγραμματισμό (coding) και τη ρομποτική (robotics) ανοίγει τον δρόμο για την καλλιέργεια των παραπάνω δεξιοτήτων, αλλά και άλλων όπως είναι η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η συνεργασία και η επικοινωνία.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού αποτελεί ρυθμιστικό παράγοντα στην εφαρμογή μιας εκπαιδευτικής καινοτομίας, συνεπώς η συμβολή του στη διαδικασία της καινοτομίας κρίνεται καθοριστική για την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της. Η συμβολή αυτή μπορεί να εκφραστεί με την εισαγωγή νέων εκπαιδευτικών πρακτικών και την προώθηση νέων διδακτικών μεθόδων, όπως είναι η επίλυση προβλήματος (Problem-Based Learning), η διερευνητική προσέγγιση (Inquiry-Based Learning), και η μάθηση με βάση συνθετικές διαδικασίες (Project-Based Learning) οι οποίες επιδιώκουν την ενεργό εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Σε μελέτη, οι Kelley & Knowles (2016) επισημαίνουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί στην προσπάθειά τους να δημιουργήσουν συνδέσεις μεταξύ των κλάδων που συνθέτουν την εκπαίδευση STEM, γεγονός που συχνά συνεπάγεται έλλειψη ενδιαφέροντος από την πλευρά των μαθητών τόσο για την επιστήμη όσο και για τα μαθηματικά (Sanders, 2009). Τα παραπάνω γνωστικά αντικείμενα διδάσκονται μεμονωμένα, στερούνται περαιτέρω συνδέσεων με διεπιστημονικές έννοιες (cross-cutting concepts), ενώ σπάνια παρουσιάζουν συνδέσεις με την καθημερινή ζωή και την εμπειρία των μαθητών (real-world applications) (Breiner et al., 2012, Kelley & Knowles, 2016). Οι έρευνες τονίζουν ότι η διδασκαλία με μεθοδολογία STEM βελτιώνεται, όταν οι εκπαιδευτικοί έχουν επαρκή γνώση περιεχομένου, καθώς και παιδαγωγική γνώση περιεχομένου (Nadelson, Seifert, Moll, & Coats, 2012).

Επιπλέον, όπως αναφέρουν οι Kennedy και Odell (2014) οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν STEM θα πρέπει: να ακολουθούν εκπαιδευτικές στρατηγικές με τρόπο που να ενθαρρύνει τους μαθητές να ερευνήσουν και να καινοτομήσουν, να χρησιμοποιούν μεθόδους διδασκαλίας, όπως είναι η μέθοδος επίλυσης προβλημάτων και η μέθοδος project, ορίζοντας παράλληλα συγκεκριμένα μαθησιακά αποτελέσματα, με ενίσχυση της μάθησης, να παρέχουν ουσιαστικές ευκαιρίες μάθησης με την ανάπτυξη ενός πλαισίου μάθησης που στηρίζεται στην εφαρμογή και τη συνεργατικότητα, να επιδιώκουν από τους μαθητές την επίδειξη κατανόησης σε ένα περιβάλλον που μοντελοποιεί έννοιες του πραγματικού κόσμου και να προσφέρουν στους μαθητές διεπιστημονικές και πολυπολιτισμικές διαστάσεις, ώστε να καταδείξουν πώς η εκπαίδευση STEM υπερβαίνει τα εθνικά σύνορα και ενώνει τους μαθητές σε μια ευρύτερη κοινότητα STEM.

## **ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ Ο ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αποτίμηση των εκπαιδευτικών αναγκών και προσδοκιών μαθητών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την εκπαίδευση STEM. Η εργασία αυτή αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου ερευνητικού έργου που σκοπό έχει τη συγκρότηση ενός δικτύου από Κόμβους Έρευνας & Καινοτομίας στην Εκπαίδευση STEM οι οποίοι θα παρέχουν καινοτόμα παιδαγωγική και διδακτική κατάρτιση στους εκπαιδευτικούς διαφορετικών βαθμίδων και τύπων σχολείων, καθώς και στους μαθητές των εν λόγω σχολείων μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων εκπαιδευτικών προγραμμάτων STEM. Η αποτίμηση των εκπαιδευτικών αναγκών των μαθητών των σχολείων - Κόμβων αποτελεί μέρος του συνολικότερου έργου.

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

### **Δείγμα**

Το δείγμα της παρούσας εργασίας αποτελείται από 69 μαθητές και μαθήτριες της Ε΄ και Στ΄ τάξης του 2<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Μεσσήνης, που αποτελεί ένα από τα σχολεία - Κόμβους της ευρύτερης έρευνας, στους οποίους είχαμε πρόσβαση. Το 56,5% ήταν κορίτσια και το 43,5% ήταν αγόρια, ενώ το 55,1% ήταν μαθητές της Ε΄ τάξης ενώ το 44,9% ήταν μαθητές της Στ΄ τάξης. Περισσότερο από το 90% των μαθητών/τριών που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν παιδιά ελληνικής καταγωγής.

### **Συλλογή και ανάλυση δεδομένων**

Για τον σκοπό της έρευνας χρησιμοποιήθηκε έντυπο ερωτηματολόγιο κλειστών ερωτήσεων που βασίστηκε σε αντίστοιχο ερωτηματολόγιο που εφαρμόστηκε σε σχετική έρευνα από το North Carolina State University, και συγκεκριμένα από το Friday Institute for Innovative Education and National Science Foundation και πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με το University of Minnesota STEM

Education Center.

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές αποτελείται από επτά ομάδες ερωτήσεων, ως εξής:

- Α΄ Ομάδα: περιέχει πέντε (5) εισαγωγικές ερωτήσεις (σχολείο, φύλο, ηλικία, τάξη και εθνικότητα)
- Β΄ Ομάδα: περιέχει έξι (6) ερωτήσεις που αφορούν την άποψη των μαθητών/τριών για τα μαθηματικά.
- Γ΄ Ομάδα: περιέχει έξι (6) ερωτήσεις που αφορούν την άποψη των μαθητών/τριών για τις φυσικές επιστήμες
- Δ΄ Ομάδα: περιέχει έντεκα (11) ερωτήσεις που αφορούν την άποψη των μαθητών/τριών για την μηχανική και την τεχνολογία
- Ε΄ Ομάδα: περιέχει πέντε (5) ερωτήσεις που αφορούν την άποψη των μαθητών/τριών για το περιβάλλον
- ΣΤ΄ Ομάδα: περιέχει επτά (7) ερωτήσεις που αφορούν την άποψη των μαθητών/τριών για τις ατομικές τους δεξιότητες και
- Ζ΄ Ομάδα: περιέχει δώδεκα (12) ερωτήσεις για το κατά πόσο ενδιαφέρονται οι μαθητές/τριες για δώδεκα (12) γνωστικά αντικείμενα (μαθηματικά, φυσική, επιστήμη υπολογιστών, ιατρική, κλπ)

Οι πέντε (5) ομάδες ερωτήσεων (από Β΄ Ομάδα έως και την ΣΤ΄ Ομάδα) είχαν προτεινόμενες απαντήσεις στη μορφή πενταβάθμιας Likert κλίμακας, όπου το 1 αντιστοιχούσε στο Διαφωνώ απόλυτα και το 5 στο Συμφωνώ απόλυτα. Η Ζ΄ Ομάδα περιείχε ερωτήσεις του κατά πόσο οι μαθητές ενδιαφέρονται για καθένα από τα δώδεκα (12) γνωστικά αντικείμενα, σε μια πενταβάθμια κλίμακα Likert από 1 (καθόλου) μέχρι 5 (πάρα πολύ).

Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις ταξινομήθηκαν με βάση τις προαποφασισμένες διαβαθμίσεις απαντήσεων σε κάθε ερώτηση, σύμφωνα με τις προαναφερθείσες κατηγορίες και αποτυπώθηκαν σε πίνακες με ποσοστιαία κατανομή. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω.

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

### **Απόψεις μαθητών/τριών για τα μαθηματικά**

Σε αυτή την ομάδα ερωτήσεων, οι μαθητές/τριες ρωτήθηκαν για την άποψή τους για τα μαθηματικά και πιο συγκεκριμένα για το αν και κατά πόσο τους φαίνεται το μάθημα δύσκολο σε σχέση με άλλα μαθήματα, αν θεωρούν ότι είναι καλοί/ές στο συγκεκριμένο μάθημα, αν έχουν περιθώριο βελτίωσης, αν θεωρούν ότι θα τους φανεί χρήσιμο στο επάγγελμα που θα ακολουθήσουν κι αν θεωρούν ότι θα τους φανεί χρήσιμο στην καθημερινή ζωή. Οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν ότι τα μαθηματικά τους φαίνονται εύκολα (66,7% αν αθροίσουμε το 1 και το 2), το 71% των μαθητών/τριών (αθροίζοντας το 4 και το 5) δηλώνει ότι είναι καλοί/ές και πολύ καλοί/ές στα μαθηματικά, ενώ το 91,3% (αθροίζοντας το 4 και το 5) δηλώνει ότι μπορεί να βελτιωθεί στο μάθημα των μαθηματικών. Σε σχέση με το αν το επάγγελμα που σκέφτονται να κάνουν όταν μεγαλώσουν απαιτεί χρήση μαθηματικών, οι απαντήσεις είναι μοιρασμένες ωστόσο, περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι θα τους χρειαστούν τα μαθηματικά στο επάγγελμά τους (49,3% αθροίζοντας το 4 και το 5) σε σχέση με αυτούς που θεωρούν ότι δε θα τους χρειαστούν (23,1% αθροίζοντας το 1 και το 2). Η πλειονότητα των μαθητών (88,4% αθροίζοντας το 4 και το 5) συμφώνησαν για το ότι είναι σημαντική η αξιοποίηση των μαθηματικών στην καθημερινή ζωή.

### **Απόψεις μαθητών/τριών για τις φυσικές επιστήμες**

Σε αυτή την ομάδα ερωτήσεων, οι μαθητές/τριες εξέφρασαν την άποψή τους για τις φυσικές επιστήμες σε ερωτήσεις αντίστοιχες με αυτές των μαθηματικών. Από τις απαντήσεις τους προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές/τριες (71% αθροίζοντας το 1 με το 2) δεν δυσκολεύονται στις φυσικές επιστήμες, ενώ το 73,9% των μαθητών/τριών δηλώνει ότι είναι καλοί/ές και πολύ καλοί/ές στις φυσικές επιστήμες. Το 88,4% των μαθητών/τριών δηλώνει ότι μπορεί να βελτιωθεί στο μάθημα των φυσικών επιστημών. Σε ό,τι αφορά το αν το επάγγελμα που σκέφτονται να ακολουθήσουν απαιτεί τη χρήση γνώσεων φυσικών επιστημών, οι απαντήσεις είναι μοιρασμένες σε όλες τις κατηγορίες (από 1 μέχρι 5), ωστόσο αρκετοί μαθητές/τριες θεωρούν ότι στο επάγγελμα που σκέφτονται να ακολουθήσουν θα χρειαστούν τις φυσικές επιστήμες (52,2% αθροίζοντας το 4 και το 5), ενώ δεν είναι λίγοι αυτοί που θεωρούν ότι μάλλον δε θα τις χρειαστούν (34,7%). Οι περισσότεροι μαθητές/τριες (68,1% αθροίζοντας τις απαντήσεις 4 και 5) θεωρούν ότι θα ήθελαν να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις

Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

τους για τις φυσικές επιστήμες στη ζωή για την επίλυση καθημερινών προβλημάτων.

**Πίνακας 1:** Οι απόψεις των μαθητών/τριών για τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες % (1 διαφωνώ απόλυτα – 5 συμφωνώ απόλυτα)

<b>Ερώτηση</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Το μάθημα των μαθηματικών είναι δύσκολο για μένα	46,4	20,3	27,5	2,9	2,9
Το μάθημα των φυσικών επιστημών είναι δύσκολο για μένα	46,4	24,6	13	11,6	4,3
Είμαι καλός/ή στο μάθημα των μαθηματικών	1,4	4,3	23,2	23,2	47,8
Είμαι καλό/ή στο μάθημα των φυσικών επιστημών	4,3	10,1	11,6	27,5	46,4
Με τα περισσότερα μαθήματα τα πηγαίνω καλά, εκτός από τα μαθηματικά	60,9	18,8	10,1	4,3	5,8
Με τα περισσότερα μαθήματα τα πηγαίνω καλά, εκτός από τις φυσικές επιστήμες.	55,1	18,8	14,5	7,2	4,3
Είμαι σίγουρος/η ότι μπορώ να βελτιωθώ στο μάθημα των μαθηματικών	1,4	2,9	4,3	18,8	72,5
Είμαι σίγουρος/η ότι μπορώ να βελτιωθώ στο μάθημα των φυσικών επιστημών	1,4	1,4	8,7	21,7	66,7
Το επάγγελμα που σκέφτομαι να κάνω όταν μεγαλώσω απαιτεί τη χρήση μαθηματικών (τόκους, υπολογισμούς, κτ)	10,1	13	27,5	14,5	34,8
Το επάγγελμα που σκέφτομαι να κάνω όταν μεγαλώσω απαιτεί τη χρήση των φυσικών επιστημών	15,9	18,8	13	17,4	34,8
Θα ήθελα να χρησιμοποιώ τις γνώσεις μου στα μαθηματικά για την επίλυση πρακτικών προβλημάτων της καθημερινής ζωής	1,4	5,8	4,3	23,2	65,2
Θα ήθελα να χρησιμοποιώ τις γνώσεις μου στις φυσικές επιστήμες για την επίλυση πρακτικών προβλημάτων της καθημερινής ζωής	2,9	5,8	23,2	30,4	37,7

Από τον πίνακα 1 φαίνεται ότι οι απαντήσεις των μαθητών/τριών για τα μαθηματικά είναι αντίστοιχες με τις απαντήσεις τους για τις φυσικές επιστήμες.

### **Απόψεις μαθητών/τριών για τη μηχανική και τη τεχνολογία**

Σε αυτή την ομάδα ερωτήσεων οι μαθητές/τριες εξέφρασαν τις απόψεις τους για τη μηχανική και την τεχνολογία. Συγκεκριμένα, το 53,6% (αθροίζοντας το 4 και το 5) των μαθητών/τριών απάντησαν ότι είναι καλοί/ές στην επιδιόρθωση και κατασκευή διαφόρων αντικειμένων, ενώ το 63,7% (αθροίζοντας το 4 και το 5) από αυτούς/ές ενδιαφέρονται να γνωρίζουν πώς δουλεύουν κάποιες μηχανές και οι ηλεκτρονικές συσκευές (75,4% αθροίζοντας το 4 και το 5). Μεγάλο ποσοστό μαθητών/τριών (73,9% αθροίζοντας το 4 και το 5) αναγνωρίζει πως οι γνώσεις του για τη μηχανική μπορούν να βοηθήσουν στην επίλυση τεχνικών προβλημάτων. Οι περισσότεροι μαθητές/τριες (71% αθροίζοντας το 4 και το 5) απάντησαν ότι το επάγγελμα που σκέφτονται να κάνουν όταν μεγαλώσουν απαιτεί δημιουργικότητα και νέες ιδέες, ενώ οι περισσότεροι από αυτούς/ές (71,2% αθροίζοντας το 1 και το 2) δεν θεωρούν ότι θα τους χρειαστούν γνώσεις μηχανικής και τεχνολογίας για να φέρουν σε πέρας το επάγγελμα που σκέφτονται να κάνουν, κάτι το οποίο συνάδει και με το μεγάλο ποσοστό (58%) που θεωρούν ότι δεν θα μπορούσαν να γίνουν πετυχημένοι μηχανικοί. Οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι με την ιδέα της σύμπραξης των μαθηματικών με τις φυσικές επιστήμες για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής (63,4% αθροίζοντας το 4 και το 5), ενώ ένα σημαντικό ποσοστό δεν φαίνεται να έχει εμπιστοσύνη στις δυνάμεις του ότι μπορεί να τα καταφέρει να συνδυάσει τα δύο πεδία (30,4%).

Σε ό,τι αφορά την αναζήτηση στο διαδίκτυο, οι μαθητές δήλωσαν ιδιαίτερα ικανοί (92,7%

αθροίζοντας το 4 και το 5), ενώ όταν ρωτήθηκαν για τις γνώσεις τους περί προγραμματισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών οι απαντήσεις ήταν περίπου ισομοιρασμένες από καθόλου, μέχρι πολύ.

### **Απόψεις μαθητών/τριών για το περιβάλλον**

Σε αυτή την ομάδα ερωτήσεων, που αφορούσαν τις απόψεις των μαθητών για το περιβάλλον, οι περισσότεροι μαθητές (88,4% αθροίζοντας το 4 και το 5) δήλωσαν ότι ενδιαφέρονται πολύ για το περιβάλλον και βρήκαν τα περιβαλλοντικά ζητήματα πολύ σημαντικά (89,8% αθροίζοντας το 4 και το 5), ενώ δήλωσαν πολύ ενημερωμένοι για τις αιτίες (78,2% αθροίζοντας το 4 και το 5) και τις συνέπειες των περιβαλλοντικών ζητημάτων (85,5% αθροίζοντας το 4 και το 5). Το 55% διαφώνησε με το ότι ο άνθρωπος μπορεί να χρησιμοποιεί προς όφελός του με οποιοδήποτε τρόπο τη φύση.

### **Απόψεις μαθητών/τριών για τις ατομικές τους δεξιότητες**

Σε αυτή την ομάδα ερωτήσεων, οι μαθητές/τριες απάντησαν για το πώς βλέπουν την συνεισφορά τους σε μια ομάδα αργασίας. Η συντριπτική πλειονότητα των μαθητών/τριών απάντησε ότι μπορεί να συνεργάζεται εποικοδομητικά με τους συμμαθητές/τριες και να λαμβάνει υπόψη τις απόψεις τους. Επιπλέον, διατύπωσαν την άποψη ότι τελειώνοντας το δημοτικό σχολείο θα έχουν τις αναγκαίες γνώσεις και δεξιότητες μαθηματικών, φυσικών επιστημών και τεχνολογίας – μηχανικής, ώστε να τις αξιοποιούν σε καθημερινά ζητήματα. Οι απαντήσεις αυτές συμφωνούν και με τις αντίστοιχες απαντήσεις που έδιναν στις προηγούμενες ομάδες ερωτήσεων για την αξιοποίηση των γνώσεών τους στην καθημερινή ζωή.

### **Το ενδιαφέρον των μαθητών για διάφορα γνωστικά αντικείμενα**

Στην τελευταία ομάδα ερωτήσεων οι μαθητές/τριες εξέφρασαν το ενδιαφέρον τους για διάφορα γνωστικά πεδία. Οι περισσότεροι/ες από τους μισούς/ές μαθητές δηλώνουν υψηλό ενδιαφέρον στα μαθηματικά, στις φυσικές, στη μηχανική και στην τεχνολογία και αντιλαμβάνονται την αξία αυτών των γνωστικών πεδίων στην καθημερινότητά τους, χωρίς απαραίτητα να δηλώνουν ικανοί να εφαρμόσουν πλήρως τις γνώσεις τους.

## **ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Τα πρώτα ευρήματα της παρούσας έρευνας αναδεικνύουν θετικές απόψεις των μαθητών/τριών για τα μαθηματικά, τις φυσικές επιστήμες, τη μηχανική και την τεχνολογία, τόσο σε ό,τι αφορά τις δικές τους ικανότητες και επιδόσεις όσο και σε ό,τι αφορά τη σημασία αυτών των γνωστικών πεδίων στην επίλυση πρακτικών προβλημάτων της καθημερινής ζωής.

Συγκρίνοντας τις απαντήσεις των μαθητών για τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες, προκύπτει ότι, ενώ οι περισσότεροι μαθητές/τριες θεωρούν ότι δεν τους δυσκολεύουν τα μαθήματα αυτά, δίνουν στον εαυτό τους περιθώριο βελτίωσης. Επιπλέον, αν και οι μαθητές/τριες είναι συγκρατημένοι για το κατά πόσο θα ασχοληθούν με επαγγέλματα που θα χρειαστούν τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες, φαίνεται να εκτιμούν τον ρόλο τόσο των μαθηματικών όσο και των φυσικών επιστημών στην καθημερινή ζωή. Αντίστοιχα ευρήματα προκύπτουν κι από τα πεδία της μηχανικής και τεχνολογίας, όπου φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται την αξία αυτών των γνωστικών πεδίων στην καθημερινότητά τους, ωστόσο δε φαίνεται να είναι το ίδιο εξοικειωμένοι με την ιδέα των αντίστοιχων επαγγελμάτων στο μέλλον.

Συγκρίνοντας τις απαντήσεις των μαθητών/τριών για το περιβάλλον, προκύπτει ότι ενώ η συντριπτική πλειονότητα ενδιαφέρεται και γνωρίζει για τις αιτίες και τις συνέπειες των περιβαλλοντικών ζητημάτων, ωστόσο ίσως λόγω ηλικίας, να μην έχουν εμβαθύνει στην ιδέα ότι η αλόγιστη χρήση των φυσικών πόρων από τον άνθρωπο είναι μια από τις αιτίες των περιβαλλοντικών ζητημάτων.

Τα ευρήματα αυτά θα πρέπει να συνδυαστούν με τα αντίστοιχα ευρήματα της έρευνας στις απόψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την εκπαίδευση STEM, ώστε να προκύψουν συγκεκριμένες προτάσεις για το περιεχόμενο του εκπαιδευτικού προγράμματος STEM του εν λόγω Κόμβου – σχολείου, το οποίο θα περιλαμβάνει τόσο την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, η οποία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της επιτυχίας της εκπαίδευσης STEM (Lefkos, 2019) όσο και τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες των μαθητών. Τα μέχρι στιγμής στοιχεία φανερώουν την ανάγκη σχεδιασμού δραστηριοτήτων STEM που να αποκαλύπτουν την αλληλεπίδραση των μαθηματικών, των φυσικών επιστημών, της μηχανικής και της τεχνολογίας, με απώτερο σκοπό την επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Η ανάγκη αυτή προκύπτει από το γεγονός

ότι οι μαθητές δηλώνουν σχετικά υψηλή αυτοπεποίθηση για καθένα από τα τέσσερα πεδία, ωστόσο φαίνεται να είναι συγκρατημένοι όταν εκφράζουν την άποψή τους για τη σχέση μεταξύ των πεδίων, καθώς και για τη μελλοντική τους επαγγελματική απασχόληση με αυτά. Το φαινόμενο αυτό έχει επισημανθεί από σχετική έρευνα στην οποία μελετήθηκε ενδελεχώς η σχέση της στάσης των μαθητών/τριών με τη διάθεσή τους να ακολουθήσουν ένα επάγγελμα σχετικό με το STEM (Christensen & Knezek 2017). Επιπλέον, οι μαθητές δηλώνουν υψηλό ενδιαφέρον για τα περιβαλλοντικά ζητήματα, τις αιτίες και τις συνέπειές τους, κάτι που μπορεί να τροφοδοτήσει το περιεχόμενο των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων STEM. Τέλος, φάνηκε ότι το ενδιαφέρον των μαθητών είναι μεγαλύτερο για γνωστικά πεδία που γνωρίζουν από τα σχολικά μαθήματα (μαθηματικά, φυσική, υπολογιστές, κτ) σε σχέση με το μειωμένο ενδιαφέρον για γνωστικά αντικείμενα που δε γνωρίζουν από το σχολείο, όπως η μετεωρολογία, η ιατρική, κλπ. Ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα STEM θα μπορούσε να αναδείξει πτυχές όλων των αυτών των αντικειμένων που άπτονται καθημερινών προβλημάτων και βασίζονται στην αλληλεπίδραση μαθηματικών, φυσικής, μηχανικής και τεχνολογίας, όπως για παράδειγμα η λειτουργία ενός ερασιτεχνικού μετεωρολογικού σταθμού.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης «Επιστήμη και Κοινωνία: Κόμβοι Έρευνας, Καινοτομίας και Διάχυσης» του ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ (Έργο DI-STEM, ΚΕ 18163).

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C., & Koehler, C. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), p. 3-11.
- Christensen, R. & Knezek, G. (2017). Relationship of Middle School Student STEM Interest to Career Intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 3(1), 1-14.
- Fullan, M. (1991). *The New Meaning of Educational Change*. London: Cassell.
- Havice, W. (2009). The power and promise of a STEM education: Thriving in a complex technological world. In International Technology Education Association. (Ed.), *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering* (pp. 10–18). Reston, VA: Author.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students In STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Lefkos, I. (2019). STEM in primary education, Nistor, A., Angelopoulos, P., Gras-Velazquez, A. et al. (2019). *Scientix Observatory*, August 2019.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, Attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- Nadelson, L., Seifert, A., Moll, A., & Coats, B. (2012). i-STEM summer institute: an integrated approach to teacher professional development in STEM. *Journal of STEM Education*, 13(2), 69–83.
- National Research Council [NRC]. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington: National Academies Press.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Student Attitudes towards STEM or STEAM  
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdrvBTMIsWSoUxK1eielgTf2lyu1B1sXiLy4u6pABLP8t fTqQ/viewform> (7/8/2022)

# Χρήση της Τρισδιάστατης Σχεδίασης με Στόχο τη Δυναμική Οπτικοποίηση του Μικρόκοσμου στη Χημεία

Μπρισίμη Άννα<sup>1</sup>, Μαΐδου Ανθούλα<sup>2</sup>

annabrisimi@gmail.com, anthoula.maidou@gmail.com

<sup>1</sup> Χημικός, Εκπαιδευτικός, Γυμνάσιο Τρικάλων Ημαθίας

<sup>2</sup> Αρχιτέκτονας Μηχανικός, Εκπαιδευτικός, 2<sup>ο</sup> Πρότυπο Γυμνάσιο Θεσσαλονίκης

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι μαθητές θεωρούν γενικά τη Χημεία ως ένα δύσκολο μάθημα, επειδή συνδυάζει πολλές αφηρημένες και δυσνόητες για αυτούς έννοιες. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να προσφέρει μια πρώτη εκτίμηση για τη χρησιμότητα της τρισδιάστατης (3D) σχεδίασης για το μάθημα της Χημείας και ειδικότερα, αν η χρήση της βοηθάει τους μαθητές να κατανοήσουν αφηρημένες έννοιες και διεργασίες που συμβαίνουν στον μικρόκοσμο σε αντιδιαστολή με την παραδοσιακή διδασκαλία που χρησιμοποιεί δισδιάστατα (2D) γραφικά. Στην εργασία αυτή θα περιγράψουμε πως διδάχθηκαν σε μαθητές των τάξεων της Α' και Β' λυκείου, κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2021-2022, κάποια σημεία της διδασκαλίας τους ύλης με τη βοήθεια διαδραστικών τρισδιάστατων απεικονίσεων (3D). Η πλειοψηφία των μαθητών διευκολύνθηκε από τη χρήση της τρισδιάστατης απεικόνισης. Οι μαθητές δήλωσαν ότι κατανόησαν καλύτερα τις έννοιες και συμφώνησαν ότι η εμπειρία αυτή αύξησε το ενδιαφέρον τους για το μάθημα. Η τρισδιάστατη απεικόνιση των ενώσεων, ατόμων, μορίων αλλά και διάφορων εννοιών του μικρόκοσμου κατά τη διάρκεια του μαθήματος με δυνατότητα περιστροφής και λοιπών χειρισμών, ενθουσίασε τους μαθητές επειδή μπόρεσαν να αντιληφθούν τι σημαίνουν οι αφηρημένες έννοιες που έτσι τους έγιναν πιο προσιτές. Η χρήση διαδραστικών τρισδιάστατων αναπαραστάσεων στο μάθημα της Χημείας βελτίωσε τη στάση τους απέναντι στο μάθημα και τη μάθηση, σε σύγκριση με αυτή με τη χρήση των παραδοσιακών 2D γραφικών.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Τρισδιάστατη απεικόνιση, Χημεία Λυκείου, διαδραστικά τρισδιάστατα (3d) σχέδια

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ζώντας σε έναν τρισδιάστατο κόσμο, η προσπάθεια διδασκαλίας του μέσα από δισδιάστατα βιβλία, εισάγει από μόνη της ένα τεράστιο πρόβλημα κατανόησης διδακτικών αντικειμένων που σχετίζονται στενά με την οπτικοποίηση εννοιών όπως είναι αυτά της Χημείας, της Φυσικής, της Βιολογίας, της Τεχνολογίας κ.τ.λ.

Σε πρόσφατη έρευνα βρέθηκε ότι μαθητές που τους αρέσουν οι θετικές επιστήμες, δηλώνουν ότι, αν και δεν είναι δύσκολο το μάθημα, δεν είναι αρκετά ενδιαφέρον για αυτούς. Αυτή η μείωση του ενδιαφέροντος και των κινήτρων για τα θέματα STEM, που εμφανίζεται στην εφηβεία, έχει αντίκτυπο, όχι μόνο στον αριθμό των μαθητών που καταλήγουν να επιλέγουν τις αντίστοιχες επιστημονικές σταδιοδρομίες, αλλά και στο επίπεδο γνώσεων που κατέχουν όταν ξεκινούν τις ανώτερες σπουδές τους (Sanfelix, et al., 2018). Κάποιοι μαθητές συχνά προσεγγίζουν τη Βιοχημεία με τρόπο, με πολλούς να τη θεωρούν ένα από τα πιο δύσκολα μαθήματα, το οποίο οφείλεται, εν μέρει, στην έλλειψη οπτικών αναπαραστάσεων των εννοιών του μικρόκοσμου (Lohning et al., 2019). Η οπτικοποίηση αφηρημένων εννοιών της Χημείας ήταν πάντα μια πρόκληση για τους μαθητές (Alrige et al., 2021). Παραδοσιακά, υπάρχει συχνά έλλειμμα στην ικανότητα των μαθητών να σχεδιάζουν και να οπτικοποιούν μόρια σε καθορισμένους προσανατολισμούς και να παραθέτουν τη στερεοχημεία τους (Dickenson et al., 2020). Επιπλέον, η νοερή οπτικοποίηση αφηρημένων εννοιών μπορεί να είναι δύσκολη για τους μαθητές, αναστέλλοντας την ικανότητά τους να συλλογίζονται πειστικά σχετικά με σημαντικά θέματα της στερεοχημείας (Elford et al., 2021). Ακόμα και φοιτητές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, βρίσκουν συνήθως δύσκολο να κατανοήσουν και να απεικονίσουν τη σωματιδιακή φύση της ύλης σε μικροσκοπικό επίπεδο. Επιπλέον, οι μαθητές αντιμετωπίζουν συχνά δυσκολίες σε αυτό το πεδίο, της οπτικοποίησης του μικρόκοσμου, και στο πως να συνδέσουν αυτή τη γνώση με τη μακροσκοπική συμπεριφορά (Dalacosta & Pavlatou, 2017).

Το πρόβλημα ξεκινάει από το γεγονός ότι οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν τη Χημεία σε μακροσκοπικό, μικροσκοπικό και συμβολικό επίπεδο για να κατανοήσουν τον μοριακό κόσμο (Mohaffy, 2006). Συνεπώς το δύσκολο και σύνθετο στην διδασκαλία και τη μάθηση της Χημείας είναι ότι καλούμε τους μαθητές να κάνουν παρατηρήσεις σε μακροσκοπικό επίπεδο, αλλά να δώσουν



ερμηνείες και να κατανοήσουν θεωρίες που αφορούν το ατομικό και μοριακό επίπεδο. Σημαντική δυσκολία μάθησης αποτελεί και η ικανότητα νοητικού μετασχηματισμού ανάμεσα σε αναπαράσταση δύο διαστάσεων και τριών διαστάσεων.

Σκοπός της εργασίας είναι να ερευνήσουμε κατά πόσο οι διαδραστικές τρισδιάστατες αναπαραστάσεις βοηθούν στην κατανόηση εννοιών της Χημείας και πιο συγκεκριμένα για την αντίληψη της έννοιας των χημικών δεσμών του μεγέθους των ατόμων.

## **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ**

### **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑ**

Μπορούμε να ορίσουμε την Χημεία ως την επιστήμη της σύστασης και της δομής των υλικών καθώς και των μεταβολών στις οποίες υπόκεινται τα υλικά (Ebbing & Gammon, 2002). Ουσιαστικά είναι η επιστήμη που μας μαθαίνει να ερμηνεύουμε και να περιγράφουμε τις ιδιότητες των υλικών, ουσιών και οργανισμών που συνθέτουν τον μακρόκοσμο, γνωρίζοντας μας τον μικρόκοσμο. Η Χημεία προκαλεί λοιπόν, τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν, να μεταφράσουν και να χειριστούν πληροφορίες σε πολλά επίπεδα σκέψης: μακροσκοπικό, μικροσκοπικό και συμβολικό (Johnstone, 1991).

Η χρήση δισδιάστατων (2D) εικόνων για τη διδασκαλία τρισδιάστατων (3D) μορίων μπορεί να περιορίσει την ικανότητα των μαθητών να αντιλαμβάνονται βασικά οπτικοχωρικά στοιχεία των τρισδιάστατων μακρομοριακών δομών, συμπεριλαμβανομένης της αντίληψης βάθους και της αίσθησης της κλίμακας (Sung et al., 2020). Η προώθηση των χωρικών δεξιοτήτων είναι απαραίτητη στην εκπαίδευση της Χημείας. Ωστόσο, η διαδικασία απόκτησης αυτών των δεξιοτήτων μπορεί να είναι μονότονη εάν η μάθηση περιορίζεται στην απομνημόνευση π.χ. προβολών Newman ή τρισδιάστατων μοριακών κιτ. Από την άλλη, οι υπάρχουσες προσεγγίσεις στη διαδικασία της μάθησης, κατά τις οποίες χρησιμοποιούνται εργαλεία οπτικοποίησης, που απαιτούν φυσικά μοντέλα, περιορίζουν τις μαθησιακές δραστηριότητες εντός της τάξης (Wong et al., 2021).

Ο κονστρουκτιβισμός είναι μια εκπαιδευτική φιλοσοφία που τονίζει ότι «η γνώση κατασκευάζεται στο μυαλό του μαθητή» (Bodner, 1986). Είναι χρέος λοιπόν του εκπαιδευτικού να δώσει στο μαθητή την ευκαιρία να κατασκευάσει τη γνώση της θετικής επιστήμης στην σωστή διάσταση, την τρισδιάστατη (3D). Επιπλέον, ο καθηγητής πρέπει να εφοδιάσει τον μαθητή με εννοιολογικές δομές οι οποίες να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στην επιστημονική γνώση.

Έτσι λοιπόν, πρέπει να εφαρμοστούν σωστές διδακτικές στρατηγικές, όπως συζήτηση, ανταλλαγή ιδεών, επιδείξεις, εμπειρίες και μαθησιακή σύγκρουση για να γίνουν κατανοητές οι έννοιες. Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, τις οποίες θα συζητήσουμε παρακάτω, μπορεί να απορρέουν και από συγκεκριμένες παιδαγωγικές πρακτικές. Συνεπώς, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή τους.

Στην συγκεκριμένη εργασία γίνεται προσπάθεια να υποστηριχθεί η χρήση της τρισδιάστατης σχεδίασης του μικρόκοσμου και δείχνουμε πως βοήθησε στο μάθημα, ως ένα «εργαλείο» με το οποίο μπορεί να διανθήσει και ενισχύσει ο εκπαιδευτικός τη διδακτική στρατηγική του προς όφελος των μαθητών. Άλλωστε είναι γενικά αποδεκτό ότι, η σημερινή γενιά προτιμά την οπτικοποίηση για την κατανόηση των υπό μελέτη θεμάτων (Abd & Abd, 2018).

### **ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ**

Οι μαθητές οικοδομούν ενεργητικά νέες ιδέες με τη χρήση υπάρχουσών εννοιολογικών δομών για να ερμηνεύσουν νέες πληροφορίες με δικούς τους τρόπους. Ουσιαστικά οι εναλλακτικές ιδέες (ή παρανοήσεις) είναι οι έννοιες που διαφέρουν από τις αντίστοιχες της επιστημονικής κοινότητας. Είναι σημαντικές γιατί επηρεάζουν τη μεταγενέστερη μάθηση και αντιστέκονται στις εννοιολογικές αλλαγές (Σάλτα, 2007).

Βασικός στόχος της διδακτικής διαδικασίας είναι ο καθηγητής να εφοδιάσει τον μαθητή με εννοιολογικές δομές οι οποίες να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στην επιστημονική κοινότητα. Συνεπώς, πρέπει να είναι ενήμεροι για τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών, για τους διδακτικούς στόχους, καθώς επίσης και για οποιαδήποτε διαφορά μεταξύ αυτών των δύο, όταν σχεδιάζουν και πραγματοποιούν τη διδασκαλία τους. Από τη στιγμή που ο δάσκαλος διαπιστώσει τις όποιες διαφορές ανάμεσα στις ιδέες των μαθητών και την επιστημονική άποψη, είναι ευκολότερο να σχεδιάσει τις δραστηριότητες οι οποίες θα υποστηρίζουν τους στόχους της μάθησης (Σάλτα, 2007).

Εναλλακτικές ιδέες δημιουργούνται όμως, όχι μόνο από λανθασμένη επιλογή παιδαγωγικών πρακτικών, αλλά και κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας λόγω της έλλειψης καλής επικοινωνίας μεταξύ

δασκάλων και μαθητών (Χαλκιά, 2010). Όταν ο δάσκαλος επικοινωνεί με την τάξη αυτό που πετυχαίνει συνήθως είναι να περάσουν στους μαθητές οι λέξεις και οι χειρονομίες που χρησιμοποιεί και όχι τόσο το νόημα αυτό καθαυτό. Ο καθηγητής έχει κάποιες ιδέες τις οποίες προσπαθεί να μεταδώσει στους μαθητές μεταφράζοντας τις σε λέξεις, σχήματα, διαγράμματα και σύμβολα. Ο μαθητής μπορεί να τα προσέξει όλα αυτά, αλλά πρέπει να βρει και νόημα σε αυτά. Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα το νόημα που θα δώσει ο μαθητής να μην είναι το ίδιο με εκείνο που ήθελε να αποδώσει ο καθηγητής. Η πιθανότητα αυτή γίνεται μάλιστα μεγαλύτερη αν η γλώσσα που χρησιμοποιείται δεν του είναι οικία.

Όσον αφορά στα σχολικά εγχειρίδια, ο τρόπος που οι μαθητές κατανοούν ό,τι διαβάζουν σε αυτά, επηρεάζεται από τα ερμηνευτικά τους σχήματα. Κατασκευάζουν δηλαδή ερμηνείες, συσχετίζοντας αυτό που ήδη γνωρίζουν με αυτό που διαβάζουν και γι' αυτό είναι δυνατό να δίνουν ερμηνείες διαφορετικές από εκείνες στις οποίες αποβλέπει ο συγγραφέας του εγχειριδίου (Χαλκιά, 2010).

Μερικές εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές σε σχέση με το μάθημα της Χημείας είναι (Garnett, 1995):

- Η αφηρημένη και συμβολική φύση των περισσοτέρων αντικειμένων της Χημείας (Αδυναμία σωματιδιακής φύσης της ύλης).
- Τα άτομα είναι ζωντανά, επειδή κινούνται
- Όσο αυξάνεται ο ατομικός αριθμός, κατά μήκος μιας περιόδου, αυξάνεται και η ατομική ακτίνα.
- Μέγεθος μορίων (π.χ. το μόριο του νερού είναι μεγάλο σε μέγεθος, είναι αρκετά βαρύ για να ζυγιστεί, το μόριο είναι μικρό και ορατό κομμάτι της ύλης)
- Τα μόρια και τα άτομα είναι επίπεδα

Η αδυναμία των μαθητών να φαντάζονται την μικροσκοπική φύση της ύλης αντιπροσωπεύει τον κύριο χώρο δυσκολίας για την ανάπτυξη ξεκάθαρης εννοιολογικής κατανόησης της Χημείας.

Στην εργασία αυτή δείχνουμε ότι οι λύσεις θα μπορούσαν να βρεθούν στη συζήτηση, την ενθάρρυνση της κριτικής σκέψης, τη μεταπήδηση της διδασκαλίας του εκπαιδευτικού στις τρεις διαστάσεις. Εισάγουμε δηλαδή τη σύγχρονη τεχνολογία – προσομοίωση και εποπτική διδασκαλία που βασίζεται στην αντίληψη μέσω αισθήσεων και με αυτό τον τρόπο παρέχουμε στους μαθητές τις ευκαιρίες να αντιληφθούν τον μικρόκοσμο.

## **ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ**

Για να αντιμετωπίσουμε τις εναλλακτικές ιδέες είναι βολικό να εφαρμόσουμε την εποικοδομητική μέθοδο. Η κονστρουκτιβιστική θεωρία της μάθησης υποστηρίζει ότι τα άτομα μπορούν να αναπτύξουν και να ενισχύσουν την ικανότητά τους για γνώση μέσω διαδικασιών αλληλεπίδρασης μέσω διαφόρων εργαλείων. Αυτό τους επιτρέπει να αναπτύξουν διαφορετικούς τρόπους επίλυσης προβλημάτων και, συνεπώς, να επανεξετάσουν τις αντιλήψεις τους για τη γνώση και τον κόσμο. Το παράδειγμα αυτής της θεωρίας είναι ότι η μάθηση αφορά μια δυναμική και συμμετοχική διαδικασία, όπου το άτομο είναι ενεργός παράγοντας και πρωταγωνιστής της δικής του διαδικασίας γνώσης (Encyclopedia-titanica, 2022).

Οι θεωρίες που περιγράφονται παραπάνω και οι συνδέσεις μεταξύ τους αποτελούν το θεωρητικό πλαίσιο για αυτήν την εργασία. Η κονστρουκτιβιστική θεωρία της μάθησης είναι το κλειδί για την κατανόηση του πώς σχηματίζονται οι εναλλακτικές ιδέες για τα χημικά φαινόμενα, πώς προκαλούνται και πώς μπορούν να αλλάξουν.

## **ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ**

Η χρήση των ΤΠΕ στη Χημεία είναι επιτακτική ανάγκη καθώς πολλές μέθοδοι και εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία της Χημείας στα εργαστήρια δεν ανταποκρίνονται πλέον στις εκπαιδευτικές ανάγκες των μαθητών. Υπάρχει ανάγκη ανάπτυξης αποτελεσματικών εργαλείων και μεθόδων μάθησης, αξιοποιώντας με τον καλύτερο τρόπο τις σύγχρονες τεχνολογίες (Shudayfat & Moldoveanu, 2014). Μεταξύ των πολλών πλεονεκτημάτων της χρήσης προηγμένων τεχνολογιών στη χημική εκπαίδευση, οι οπτικοποιήσεις είναι πολύ σημαντικές για να βοηθήσουν τους μαθητές να «βλέπουν το αόρατο», βελτιώνοντας έτσι την κατανόησή τους για τη Χημεία (Barak, 2013).

Οι παραδοσιακές μέθοδοι οπτικοποίησης έχουν περιορισμένη ικανότητα να βελτιώσουν την κατανόηση των μαθητών για την τρισδιάστατη μοριακή δομή και την αντιδραστικότητα. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα εργαλεία τρισδιάστατης απεικόνισης μπορούν να διαδραματίσουν ουσιαστικό ρόλο στη βελτίωση της μάθησης των μαθητών (Abdinejad et al., 2021).

Οι δυνατότητες που φαίνεται να μας προσφέρει η τρισδιάστατη σχεδίαση είναι:

- Παρέχει τη δυνατότητα προσομοιώσεων εννοιών και φαινομένων που δεν μπορούν να μελετηθούν και να παρατηρηθούν σε ένα εργαστήριο χημείας.
- Μέσα από την τρισδιάστατη απεικόνιση δίνεται η δυνατότητα οπτικοποίησης του μικρόκοσμου και έτσι η διόρθωση εναλλακτικών ιδεών που έχουν να κάνουν με τη δομή των ατόμων και των μορίων

## Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ TINKERCAD

Υπάρχουν πολλά σχεδιαστικά προγράμματα όπως το Blender, Autocad, Fusion, Maya, 3ds Max και το Tinkercad για να αναφέρουμε κάποια. Τα περισσότερα από αυτά είναι προγράμματα για επαγγελματική χρήση, που σημαίνει ότι απαιτούν αρκετό χρόνο για την εκμάθησή τους.

Το λογισμικό που επιλέχθηκε ήταν το Tinkercad (Tinkercad, 2022), καθώς όχι μόνο μπορεί:

- να καλύπτει σε μεγάλο βαθμό τις εκπαιδευτικές ανάγκες,
- να υποστηρίζει τη διδασκαλία μέσα στην τάξη,
- να είναι εύκολο στον χειρισμό και
- ανοιχτό σε πρόσβαση.

Επιπλέον παρέχει και την δυνατότητα σχεδιασμού οποιασδήποτε έννοιας απαιτούνταν κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ακόμη, παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγικών μαθημάτων ώστε να διευκολύνει στο χειρισμό του και την δυνατότητα online και αυτόματης αποθήκευσης των σχεδίων. Τέλος, παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας προσωπικής βιβλιοθήκης σχημάτων και εικονικών τάξεων όπου οι μαθητές μπορούν να σχεδιάζουν μέσω του κωδικού της εικονικής τάξης χωρίς να δώσουν προσωπικά στοιχεία.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Πραγματοποιήσαμε μια διεξοδική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, χρησιμοποιώντας τις ηλεκτρονικές πηγές Reaxys, Scopus, Web of Science, PubChem, ChemSpider και ACS Publications. Ως όροι αναζήτησης χρησιμοποιήθηκαν οι “Educational Chemistry”, “3D Design” και “tree-dimensional Design” με σκοπό την ανάδειξη σχετικών τίτλων. Επιπλέον, εξαιρέσαμε τις μελέτες που αναφέρονταν στη χρήση τρισδιάστατης εκτύπωσης στην εκπαίδευση της Χημείας. Συμπεριλάβαμε όλα τα έγγραφα, γραμμένα στα Αγγλικά, που εμφανίστηκαν, χωρίς χρονικό περιορισμό.

Οι Antonoglou et al (Antonoglou et al., 2011) ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν την τρισδιάστατη απεικόνιση κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και διαπίστωσαν την ευεργετική της επίδραση στην κατανόηση και αντίληψη αφηρημένων εννοιών, όπως η μοριακή συμμετρία, στη Χημεία. Στην πορεία, ακολούθησε μια εκτενής αναφορά στο σύγγραμμα της Barak (Barak, 2013), για την ανάγκη οπτικοποίησης στο μάθημα της Χημείας και στην βελτίωση της κατανόησης της με τη βοήθεια των προηγμένων τεχνολογιών. Τέλος, έγινε μια συγκριτική μελέτη από τους McCollum et al (2014), κατά την οποία εξήχθη το συμπέρασμα, ότι η επίδειξη τρισδιάστατων μορίων αυξάνει την ικανότητα σωστής αναγνώρισης σχετικών χημικών αναπαραστάσεων, σε σχέση με τους μαθητές που διδάχθηκαν με τη μέθοδο του χαρτιού σε δισδιάστατη απεικόνιση.

Γενικά υπάρχουν πάρα πολλές εργασίες σχετικά με την εφαρμογή της τρισδιάστατης απεικόνισης στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και την εικονική πραγματικότητα (VR). Όπως, οι συγκεκριμένες τεχνολογίες είναι απαγορευτικές για εφαρμογή κατά τη διδασκαλία μέσα σε μια τάξη δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αφού είτε απαιτούν χρήση κινητών τηλεφώνων από τους μαθητές, αφού απαγορεύεται η χρήση τους στις αίθουσες των σχολείων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, 2018), είτε απαιτούν εξοπλισμό υψηλού κόστους και καλά εκπαιδευμένους καθηγητές και μαθητές (Elford et al., 2021). Υπάρχει και μια επιπλέον αναφορά στην οποία γίνεται λόγος ότι «τα περισσότερα εύρηστα AR και VR εργαλεία, περιορίζονται σε στατικές απεικονίσεις, γεγονός που περιορίζει το προσιτό περιεχόμενο, ενώ οι πιο διαδραστικές και δυναμικές εναλλακτικές απαιτούν δαπανηρό υλικό, αποτρέποντας τη χρήση μεγάλης κλίμακας και την αξιολόγηση των παιδαγωγικών αποτελεσμάτων (Rodríguez, 2021).

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Τα ερευνητικά ερωτήματα σχετίζονται με το κατά πόσο μπορεί:

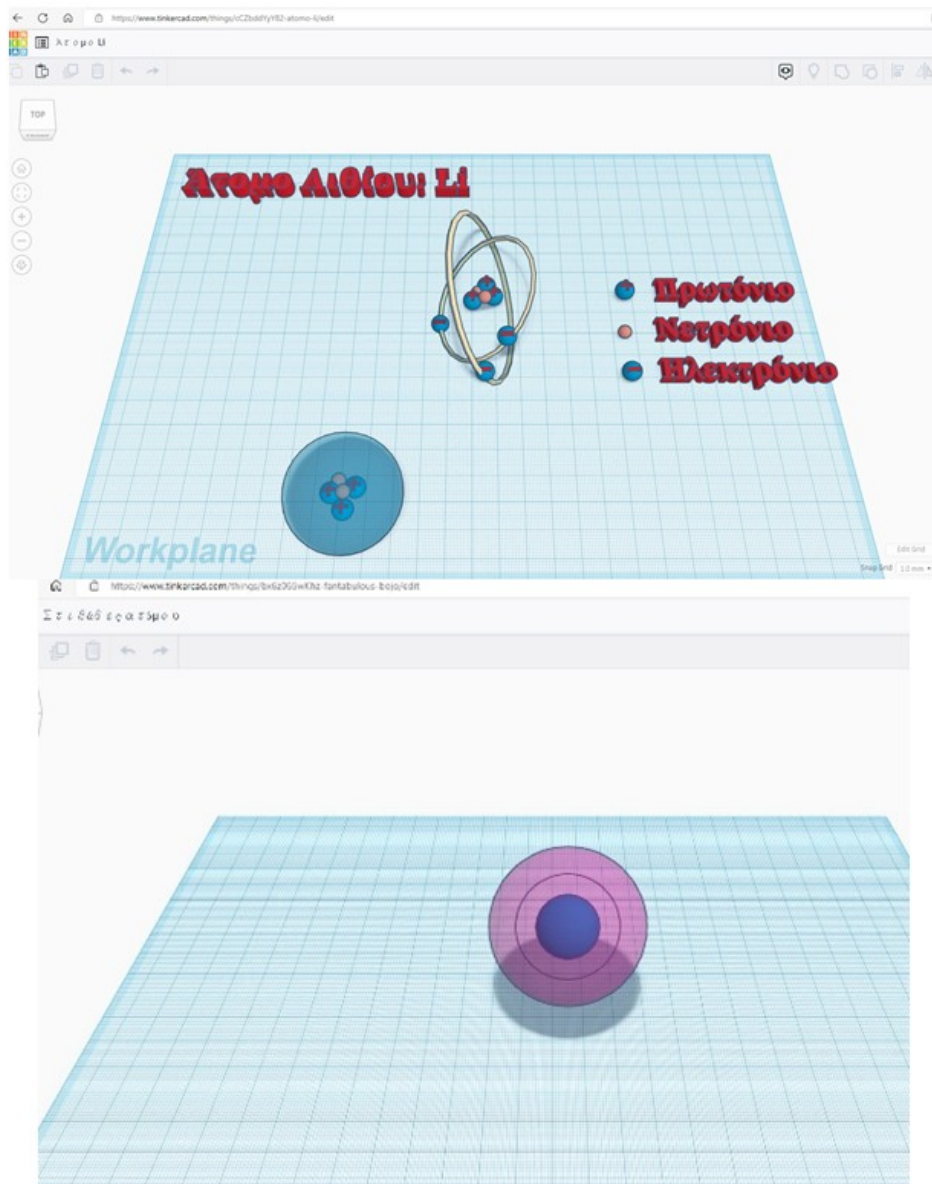
- α) η 3D απεικόνιση να βελτιώσει τη κατανόηση διαφόρων εννοιών που εμπλέκονται στο μάθημα;
- β) η 3D σχεδίαση να βοηθήσει τους μαθητές να διατυπώνουν επιστημονικά ορθή άποψη των χημικών φαινομένων
- γ) η οπτικοποίηση που παράγεται από την 3D σχεδίαση να είναι κατάλληλη για να αντιληφθούν οι μαθητές/τριες τη σημασία του μικρόκοσμου;
- δ) η εισαγωγή της 3D σχεδίασης να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριων και να αλλάξουν τη στάση τους για το μάθημα της χημείας;

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

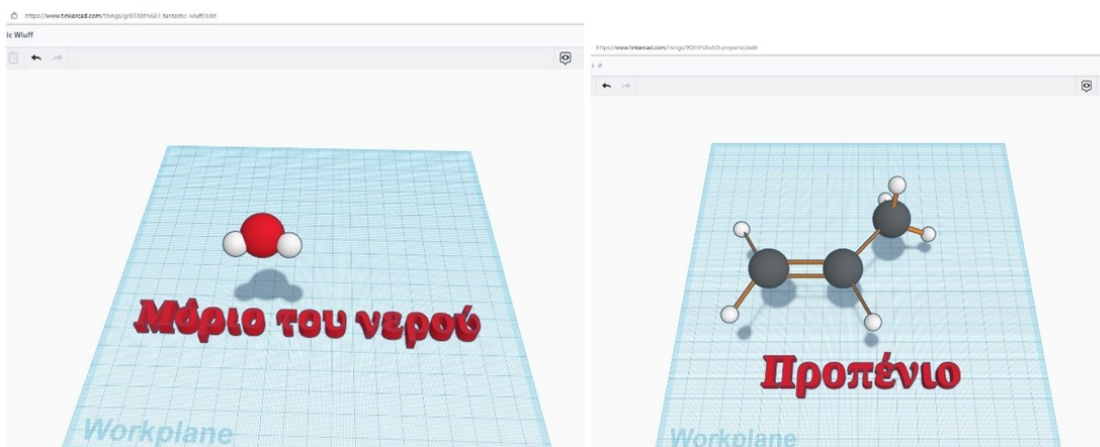
Σε μια προσπάθεια οπτικοποίησης και δημιουργίας της εμπειρίας του μικρόκοσμου, αποφασίστηκε να γίνει χρήση της τρισδιάστατης σχεδίασης, μέσα στη σχολική αίθουσα. Από τη βιβλιογραφική έρευνα βρέθηκε ότι, δεν υπάρχουν εφαρμογές στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ή είναι περιορισμένες ή απαιτούν εξειδικευμένο εξοπλισμό ή γνώση πολύπλοκων λογισμικών ή δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν δυναμικά, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Η χρήση των διαδραστικών τρισδιάστατων απεικονίσεων κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ξεκίνησε από τον Μάρτιο και μετά (συνεπώς στο μεγαλύτερο της μέρος είχε επαναληπτικό χαρακτήρα), σε δύο τμήματα της Α' Λυκείου, συνολικά αποτελούμενων από 38 άτομα, 24 κορίτσια και 14 αγόρια και σε δύο τμήματα της Β' Λυκείου, συνολικά αποτελούμενων από 38 άτομα, 18 κορίτσια και 20 αγόρια.

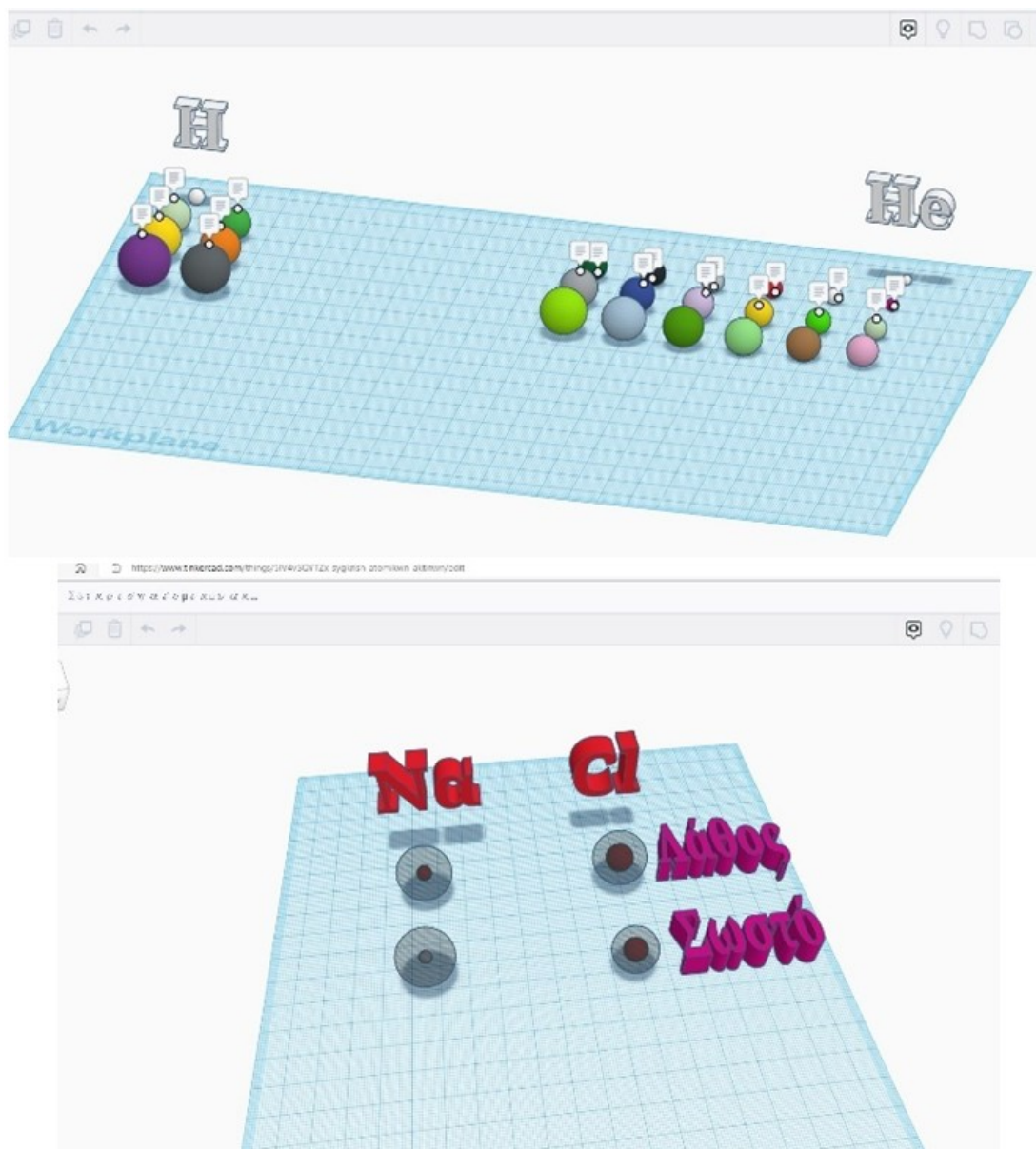
Στα τμήματα της Α' Λυκείου, παρουσιάστηκε σε τρισδιάστατη διαδραστική απεικόνιση με τη βοήθεια ενός υπολογιστή και ενός προβολέα, η έννοια του ατόμου (Σχήμα 1α και 1β), του μορίου (Σχήμα 2α και 2β), του κρυσταλλικού πλέγματος της ετεροπολικής ένωσης χλωριούχου νατρίου, του ομοιοπολικού δεσμού, του Περιοδικού Πίνακα και της περιοδικά μεταβαλλόμενης ιδιότητας της ατομικής ακτίνας (Σχήμα 3α και 3β) και της χημικής αντίδρασης οξειδοαναγωγής. Με την όρο διαδραστικά εννοούμε ότι το δημιούργημα μπορεί να περιστραφεί, ώστε να παρατηρηθεί από διάφορες όψεις και μπορούμε να πλησιάσουμε σε κάποιο σημείο για να εξηγηθεί κάποια λεπτομέρεια, ή και να απομακρυνθούμε για να το δούμε συνολικά.



Σχήμα 1: α) Παράδειγμα τρισδιάστατης απεικόνισης της έννοιας του ατόμου και β) των σιβάδων του.



Σχήμα 2: α) Τρισδιάστατη απεικόνιση του μορίου του νερού και β) του προπενίου.



**Σχήμα 3:** α) Τρισδιάστατη απεικόνιση του περιοδικού πίνακα και β) της μεταβολής της ατομικής ακτίνας των ατόμων κατά μήκος του.

Στα τμήματα της Β' Λυκείου, παρουσιάστηκε σε διαδραστική τρισδιάστατη απεικόνιση η έννοια του μορίου (Σχήμα 2β) με στόχο να εξηγηθεί η ανάγκη για τη χρήση των κανόνων αριθμησης κατά την ονοματολογία. Σε αυτές τις τάξεις δεν έγινε περαιτέρω εφαρμογή καθώς ήταν περιορισμένος ο αριθμός των ωρών διδασκαλίας λόγω ειδικών συνθηκών, οπότε και δεν συμπεριλαμβάνονται τα αποτελέσματά τους σε αυτή την εργασία.

Τα παραπάνω σχήματα αποτελούν μέρος των επιδείξεων που έγιναν μέσα στο μάθημα και κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Αρκετά σχήματα που δεν υπάρχουν στο λογισμικό, κατασκευάστηκαν με τη χρήση ήδη υπάρχοντων σχημάτων. Όλα αποθηκεύθηκαν, όπως έχει αναφερθεί, στη πλατφόρμα του Tinkercad, καθώς κάποια πολύπλοκα σχέδια είχαν κατασκευαστεί πριν από τη διδασκαλία, ενώ άλλα κατασκευάζονταν την ώρα τις διδασκαλίας, για να λυθούν απορίες των μαθητών.

Λόγω των ειδικών υγειονομικών συνθηκών που επικράτησαν τα τελευταία έτη αλλά και της περιορισμένης χρονικά εφαρμογής που είχε η διδακτική μέθοδος, δεν έγινε έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίων, παρά μόνο μοιράστηκε ένα φυλλάδιο με μια ερώτηση ανοικτού τύπου δηλαδή «Σε ποιο τμήμα της ύλης πιστεύεις, ότι θα σε βοηθούσε στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών, η

τριδιάστατη απεικόνιση τους;». Έχει γίνει όμως σχεδιασμός για περαιτέρω και ολοκληρωμένη έρευνα μέσα στο διδακτικό έτος 2022-2023.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε συζητήσεις, οι μαθητές εκφράσαν μια πολύ θετική συνολική γνώμη για τη χρήση των διαδραστικών τρισδιάστατων απεικονίσεων στην εκπαιδευτική διαδικασία, με έκδηλο τον ενθουσιασμό τους για τον διαφορετικό τρόπο προσέγγισης της υπό μελέτη έννοιας.

Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών της Α' λυκείου συμφώνησε ότι, η τρισδιάστατη απεικόνιση τους βοήθησε πολύ στην κατανόηση της έννοιας του ατόμου και του μορίου αλλά και στο πως μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα κατά μήκος του περιοδικού πίνακα.

Στην ερώτηση σε ποια ύλη πιστεύουν ότι θα μπορούσε να τους βοηθήσει η τρισδιάστατη απεικόνιση στην καλύτερη κατανόηση, οι απαντήσεις που πάρθηκαν ήταν ποικίλες και κάλυπταν όλη την έκταση της ύλης γεγονός που υποδηλώνει την ανάγκη των μαθητών για οπτικοποίηση διαφόρων εννοιών όπως, κατά τη δήλωσή τους, ο περιοδικός πίνακας, η ονοματολογία, ο σχηματισμός του ομοιοπολικού και ετεροπολικού δεσμού, η ηλεκτρονιακή δόμηση κ.α.

Έξι από τους μαθητές δεν απάντησαν καθόλου στην ερώτηση ανοιχτού τύπου. Όταν ρωτήθηκαν εάν αυτό έγινε γιατί πιστεύουν ότι δεν μπορεί να τους βοηθήσει η τρισδιάστατη σχεδίαση, η απάντηση ήταν ότι σίγουρα μπορεί, απλά οι ίδιοι δεν μπορούν να φανταστούν τον μικρόκοσμο και οπότε δεν μπορούν να δώσουν απάντηση.

Η έρευνά μας επιβεβαίωσε ότι, όταν χρησιμοποιούνται διαδραστικές απεικονίσεις σε συνδυασμό με διδασκαλία επίδειξης στη Χημεία, οι μαθητές μπορούν να κάνουν καλύτερες συνδέσεις μεταξύ των μικροσκοπικών, μακροσκοπικών και συμβολικών επιπέδων αναπαράστασης (Burke et al., 1998).

Επιπλέον ήταν αρκετοί οι μαθητές που εξέφρασαν την επιθυμία να γίνει χρήση διαδραστικών τρισδιάστατων απεικονίσεων και για το μάθημα της Φυσικής καθώς τους δυσκολεύει πάρα πολύ, ενώ ένας μαθητής δήλωσε ότι, ένα μάθημα δύσκολο στην κατανόηση από πολλούς μαθητές, με αυτό τον τρόπο έδειχνε απλό και εύκολο.

Τέλος, στις τελικές εξετάσεις, της Α' Λυκείου οι μαθητές απάντησαν, στην συντριπτική τους πλειοψηφία, σωστά στις ερωτήσεις που αφορούσαν τα άτομα και τα μόρια, όμως θα πρέπει να γίνει εκτενέστερη έρευνα, για να γίνει σαφές αν αυτό οφείλεται στην διδασκαλία με την τρισδιάστατη σχεδίαση.

Οι παρατηρήσεις μας από την εμπειρία της χρήσης της 3D σχεδίασης μέσα στην τάξη ήταν ότι υπήρξε:

- έντονη πρόκληση ενδιαφέροντος των μαθητών
- μεγάλη συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία
- οι μαθητές, κοιτώντας τα σχήματα και μέσα από ερωτήσεις, διόρθωσαν λάθος αντιλήψεις, οδηγώντας με αυτό τον τρόπο τη μαθησιακή διαδικασία.
- η διδασκαλία των εννοιών ήταν πολύ πιο γρήγορη, κερδίζοντας έτσι χρόνο για περαιτέρω συζήτηση και εμβάθυνση
- το μάθημα ήταν πολύ πιο ενδιαφέρον
- ήταν κάτι πρωτόγνωρο το οποίο τους δημιούργησε προσμονή για το επόμενο μάθημα.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα ερευνητική μελέτη αναφέρεται στην εφαρμογή της τρισδιάστατης σχεδίασης κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, που πραγματοποιήθηκε για μαθητές στο μάθημα της Χημείας λυκείου. Στη μελέτη αυτή επιχειρήθηκε η εισαγωγή διαδραστικών τρισδιάστατων σχεδιαστικών αναπαραστάσεων. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές εκτίμησαν αυτά τα εργαλεία κατά την διδασκαλία της Χημείας. Η διαδραστική τρισδιάστατη σχεδιαστική προσέγγιση, έδωσε πολλά θετικά αποτελέσματα με βασικότερο αυτό του ενθουσιασμού των μαθητών για το μάθημα της Χημείας αλλά και την παραδοχή των παιδιών ότι σίγουρα τους βοηθάει η τρισδιάστατη οπτικοποίηση του μικρόκοσμου στην κατανόηση εννοιών.

Πιο συγκεκριμένα, η εκτίμηση μας είναι ότι:

- Βοηθάει στο να γίνουν κατανοητές από τους μαθητές, αλλά και να αποκτήσουν νόημα, θεμελιώδεις έννοιες του μικρόκοσμου όπως άτομο, μόριο, χημικό στοιχείο, χημική ένωση, τροχιακό.
- Βοηθάει στην διόρθωση εναλλακτικών ιδεών και στην εξοικονόμηση χρόνου ώστε στην

πορεία να δοθεί βάση σε άλλα τμήματα της ύλης καθώς οπτικοποιεί έννοιες που μέχρι τώρα οι μαθητές απλά καλούσαν να φανταστούν.

- Είναι ένα εργαλείο το οποίο μπορεί να αναβαθμίσει τα μαθήματα των φυσικών επιστημών και να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να τα κάνει πιο ελκυστικά για το μαθητή.
- Δίνει την ελευθερία στον εκπαιδευτικό να οπτικοποιήσει οποιαδήποτε έννοια θεωρεί ότι χρειάζεται για τη δική του τάξη και επίσης καλλιεργεί την δημιουργικότητα του.

Σύμφωνα με αυτά τα στοιχεία, η τρισδιάστατη σχεδίαση υπόσχεται να είναι ένα πολύτιμο εργαλείο στην διδασκαλία της Χημείας και σίγουρα αξίζει περαιτέρω έρευνα στην εκπαιδευτική κοινότητα. Είναι απαραίτητο να συνεχιστεί η έρευνα με την έναρξη της νέας σχολικής χρονιάς ώστε να βγουν ασφαλέστερα και ποσοτικοποιημένα συμπεράσματα, με την εφαρμογή διαγνωστικών τεστ, για το κατά πόσο βοηθάει η τρισδιάστατη σχεδίαση στην κατανόηση αφηρημένων εννοιών της χημείας, όχι μόνο για το άτομο και το μόριο αλλά και για τις υπόλοιπες έννοιες, τις οποίες υπέδειξαν οι μαθητές ότι θα τους βοηθούσε η τρισδιάστατη απεικόνισή τους. Συνεπώς, στόχος είναι να συνεχίσουμε περαιτέρω ερευνητική δραστηριότητα σε μεγαλύτερο βάθος και γι' αυτές.

Επιπλέον, μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δεν βρήκε αξιόπιστα δεδομένα που να υποστηρίζουν την παιδαγωγική αποτελεσματικότητα της χρήσης τεχνολογίας 3D, καθιστώντας επιθυμητή την αξιολόγηση αυτής της τεχνολογίας (Richardson et al., 2013).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Σάλλα, Α. (2007). *Διερεύνηση των γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων που αποκτούν οι μαθητές από το μάθημα της χημείας κατά την εκπαίδευσή τους και του ρόλου που παίζουν αυτές στην καθημερινή τους ζωή*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας, Athens.
- Υπουργείο Παιδεία και Θρησκευμάτων. (22-06-2018). Ανακτήθηκε από [https://www.minedu.gov.gr/publications/docs2018/%CE%A6.25\\_103373\\_%CE%941\\_22-6-2018-%CE%A7%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B7\\_%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%8E%CE%BD\\_%CF%84%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%86%CF%8E%CE%BD%CF%89%CE%BD\\_%CE%BA%CE%B1%CE%B9\\_%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD\\_%CF%83%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CF%8E%CE%BD\\_%CF%83%CF%84%CE%B1\\_%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%AF%CE%B1\\_signed.pdf](https://www.minedu.gov.gr/publications/docs2018/%CE%A6.25_103373_%CE%941_22-6-2018-%CE%A7%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B7_%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%8E%CE%BD_%CF%84%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%86%CF%8E%CE%BD%CF%89%CE%BD_%CE%BA%CE%B1%CE%B9_%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD_%CF%83%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CF%8E%CE%BD_%CF%83%CF%84%CE%B1_%CF%83%CF%87%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%AF%CE%B1_signed.pdf)
- Χαλκιά, Κ. (2010). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες, Θεωρητικά ζητήματα, Προβληματισμοί, Προτάσεις*. Athens: Patakis.
- Abd Majid N. A., Abd Majid N. (2018). Augmented Reality to Promote Guided Discovery Learning for STEM Learning. *International journal on Advanced Science Engineering International Technology*, 8(2-4), 1494 - 1500.
- Abdinejad M., Ferrag C., Qorbani H., Dalili S. (2021). Developing a Simple and Cost-Effective Markerless Augmented Reality Tool for Chemistry Education. *Chemical Education*, 98(5), 1783–1788.
- Alrige M., Bitar H., Al-Suraihi W., Bawazeer K., Al-Hazmi E. (2021, July). MicroWorld: An Augmented-Reality Arabian App to Learn Atomic Space. *Technologies*, 9(3), 53.
- Antonoglou L. D., Charistos N. D., Sigalas M. P. (2011, November). Design, development and implementation of a technology enhanced hybrid course on molecular symmetry: Students' outcomes and attitudes. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(4), 454-468.
- Barak, M. (2013). *Pedagogic Roles of Animations and Simulations in Chemistry Courses*. (S. M. Suits J., Επιμ.) ACS Books.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A Theory of Knowledge. *Chemical Education*, 63(10), 873.
- Burke K. A., Greenbowe T. J., Windschitl M. A. (1998, December). Developing and Using Conceptual Computer Animations for Chemistry Instruction. *Chemical Education*, 75(12), 1658.
- Dalacosta K., Pavlatou E.A. (2017). Learning Chemistry with 3D Visualizations employing cartoons agents in Higher Education. Στο L. M. Chova (Επιμ.), *10th International Conference of Education, Research and Innovation* (σφ. 3318-3325). Seville, Spain: Iated-Int Assoc Technology Education & Development.
- Dickenson C., Blackburn R., Britton R. (2020, September). 3D Printing Workshop Activity That Aids Representation of Molecules and Student Comprehension of Shape and Chirality. *Chemical Education*, 97(10), 3714–3719.



- Ebbing D., Gammon S. (2002). *Γενική Χημεία* (6η εκδ.). (Ν. Κλούρας, Μεταφρ.) Αθήνα: Τραυλός.
- Elford D., Lancaster S.J., Jones G. A. . (2021). Stereoisomers, Not Stereo Enigmas: A Stereochemistry Escape Activity Incorporating Augmented and Immersive Virtual Reality. *Chemical Education*, 98(5), 1691–1704.
- encyclopedia-titanica. (2022). Ανάκτηση 06 Αυγούστου 2022 από encyclopedia-titanica: <https://gr.encyclopedia-titanica.com/significado-de-constructivismo>
- Garnett, P. J. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25(1), 69-96. doi:10.1080/03057269508560050
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75–83.
- Lohning A. E., Hall, S., & Dukie, S. (2019). Enhancing understanding in biochemistry using 3D printing and cheminformatics technologies: A student perspective. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2497-2502.
- McCollum B., Regier L., Leong J., Simpson S., Sterner S. (2014, August). The Effects of Using Touch-Screen Devices on Students' Molecular Visualization and Representational Competence Skills. *Chemical Education*, 91(11), 1810–1817.
- Mohaffy, P. (2006, January). Moving Chemistry Education into 3D: A Tetrahedral Metaphor for Understanding Chemistry. Union Carbide Award for Chemical Education. *Chemical Education*, 83(1), 49-55. doi:10.1021/ed083p49
- Richardson A., Bracegirdle L., McLachlan S. I. H., Chapman S. R. (2013, February). Use of a three-dimensional virtual environment to teach drug-receptor interactions. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 77(1), 11. doi:10.5688/ajpe771111]
- Rodríguez F. C., F. G.-H. (2021, June). A. MoleculARweb: A Web Site for Chemistry and Structural Biology Education through Interactive Augmented Reality out of the Box in Commodity Devices. *Chemical Education*, 98(7), 2243–2255.
- Sanfelix F.G., Marti P., Puigcerver M. (2018). Introducing the text books of the future in K12 Chemistry Education. *Edulearn*, (σσ. 4222-4228).
- Shudayfat E.A., Moldoveanu F. (2014). Prototyping a 3D MMO Virtual environment for chemistry learning. *eLearning and Software for Education*, 1, σσ. 24-32.
- Sung R-J., Wilson A., Lo S., Crowl L., Nardi J., Clair K., Liu J. (2020). BiochemAR: An Augmented Reality Educational Tool for Teaching Macromolecular Structure and Function. *Chemical Education*, 97(1), 147–153.
- Tinkercad. (2022). Ανάκτηση στις 29 Ιουλίου 2022 από Tinkercad: <https://www.tinkercad.com/>
- Wong C., Tsang K., Chiu W-K. (2021). Using Augmented Reality as a Powerful and Innovative Technology to Increase Enthusiasm and Enhance Student Learning in Higher Education Chemistry Courses. *Chemical Education*, 98(11), 3476–3485.

# Pixton Comics as a Learning Tool on Increasing the Levels of Achievement and Interest in STEM

Mylona Aspasia<sup>1</sup>, Pesic Gordana<sup>2</sup>, Kubra Ersan<sup>3</sup>

[milonaaspasia@gmail.com](mailto:milonaaspasia@gmail.com), [sekaalhemcarka@gmail.com](mailto:sekaalhemcarka@gmail.com), [kubra-ozkurt@hotmail.com](mailto:kubra-ozkurt@hotmail.com)

<sup>1</sup>Nutrition and Food Technology Teacher, E.K. Nafpaktou, Greece

<sup>2</sup>Chemistry Teacher, Hemijsko-Prehrambena Tehnoloska Skola, Beograd, Serbia

<sup>3</sup>English Teacher, Yenimahalle Sehit Ali Tonga M.T.A.L, Kirikkale, Turkey

## SUMMARY

*One of the priorities of “Eat Smart Save Your Land” Erasmus+ project was to increase the levels of achievement and interest in science, technology, engineering, and mathematics, favoring access to STEM careers in the international food labor market. The project was implemented by using STEM modules, combined with integrated approaches like CLI and Inquiry Based Science.*

*This paper presents our observations on the positive effects of comic as a learning tool and as a mode of student’s results presentation, on their conceptual understanding and motivation.*

*During our investigation we saw that comics accompanied with other activities, such as mind maps and escape rooms, were very helpful as a learning or presentation tool as led to students’ engagement and motivation to science related subject, and motivation but also has great results on recall and transfer of learning, improvement of English and native language competence, but also to their 4Cs skills.*

*Thus, we made the conclusion that maybe we have to consider including a STEM comic-based learning mode, alongside other activities, in our curriculum design so as to achieve a better recall and transfer of learning.*

**KEYWORDS:** *comics, learning tool, STEM interest, curriculum designing*

## INTRODUCTION

In a constantly changing, more complex environment, the need to increase the levels of students' achievement and interest in science, technology, engineering, and mathematics is more crucial than ever. In a planet that faces so many problems, it's sure that younger generations will face dire consequences and thus students have to be equipped with the knowledge and abilities to solve issues, make sense of information, and know how to acquire and analyze evidence so as to make decisions. Additionally, these kinds of abilities that students develop in the STEM approach will be needed to favor access to STEM careers, fulfilling the needs of the international labor market for a dynamic and evolving workforce. Thus, building students' abilities, subject knowledge, and literacy in STEM subjects is crucial.

However, STEM subjects were previously thought to be dull because some students, particularly girls, thought it was challenging, pointless, and boring (Williams et al, 2003) and that fact leads to their low achievement and poor performance, especially in the subject of Physics (Aina, 2013). Aysegül and Devecioglu, (2010) found out that students’ conceptual understanding was an underlying cause of students’ poor achievement while Torio (2015) added as an extra cause the lack of motivation.

Many studies have been conducted since then and showed the benefits of implementing STEM in one or another way in our daily practices. One of the tools used are STEM comics that have value for engaging youth with scientific information, particularly among youth with lower science identities (Spiegel et al., 2013). According to Muzumdar (2016) in science education the genre of comic books is called “science comics”, broadly defined by Tatalovic in 2009, which “aim to communicate science or to educate readers about some non-fictional, scientific concept or theme”.

Although studies dating back to the 1940s have shown positive educational outcomes such as the development of reading and writing skills, enrichment of subject vocabulary, development of problem-solving skills, strengthening of motivation, acquisition of scientific knowledge, and detection and elimination of misconceptions (Bolton-Gary, 2012), the use of comics as a pedagogical tool for teaching and learning activities in science subjects was underrated until 2016. That period showed that comics can be used as a powerful learning media to interpret the knowledge and application of

science, because the use of images in comics in learning science is more stimulating and interesting than the sole explanation of scientific facts (Yulianti et al, 2016).

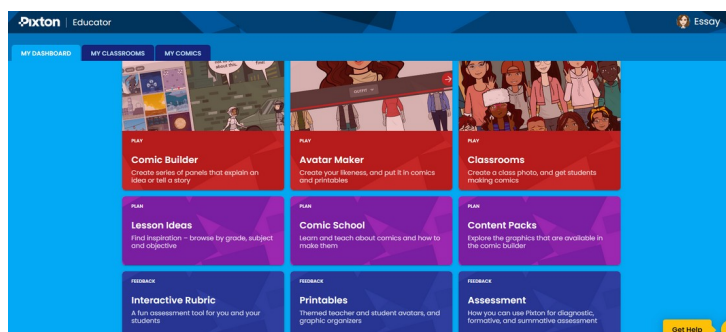
Furthermore, in a study conducted by Ozdemir (2017), it was found that a comic's story contributed in simplifying the concepts and caused long-term learning due to its visual nature. Furthermore, another study noted that the use of comics in science is more in line with students' media experiences than traditional text-based instruction because the content of comics is made up of concise messages that are placed in context by specific images (Affeldt et al, 2018). Affeldt also noted that the use of comics in a classroom setting has the potential of attracting learners to learn science and of motivating those with lower reading abilities to be more engaged in reading due to the simple language being used.

This is in line with a recent study where the authors observed different ways that teachers used comic books in communicating science to students. Authors argue that comic books can be tools for effective teaching, and when utilized appropriately, can be uniquely successful in helping teachers to address issues of diversity, equity and engagement in science learning (Matuk et al 2019).

Now with web2.0, there are several web tools that are free and very easy to use to create such comics. In this paper will be explained the use of Pixton Edu tool and our observations while using comics for the needs of our project implementation.

## PIXTON EDU, AS A TOOL FOR DESIGNING COMICS

Pixton is a web-based learning tool that allows students and educators to create and share comics. Some of the partners already used it based on the results delivered by a paper (Azman et al, 2015) on how to select a practical digital storytelling application to facilitate learner-generated comic projects in their classrooms. We chose it, although now there's a new version because it still remains interactive, gives the chance to easily share or/and remix comics, users have a high level of control while design their strips, provide some lesson ideas categorized by grade and subject, gives students the chance of self-assessment by using a fun rubric but also to teachers the chance for diagnostic, formative and summative assessment (picture1). Last but not least, it was ideal for acting as a common repository between partners.



*Picture 1: Basic functions*

Unfortunately, the new version includes limited content if you choose to use the free option. Although we made use of a yearly all-access paid option, we strongly believe that the variety of options for customizing graphics, accompanied by a blending of elements, could give great results. We used the paid version so students have access to a wide variety of content packs which address subjects ranging from math to history, science, and beyond. Thus, even some students who might feel lost into the menus would be able to get inspiration by sample comics and enjoy designing their comics.

The use of comic strips through Pixton motivates students in the learning process because it is an engaging and enjoyable tool that facilitates grammar and vocabulary learning (Cabrera et al, 2018). Based to the same authors, Pixton's features enable teachers to create didactic materials and to use dialogues, images, characters, and scenes in comics that encourage collaborative work, creativity, and critical thinking. Thus it makes it easier to improve their 4Cs skills (communication, collaboration, creativity and critical thinking) while decide about sequencing, context, and story structure.

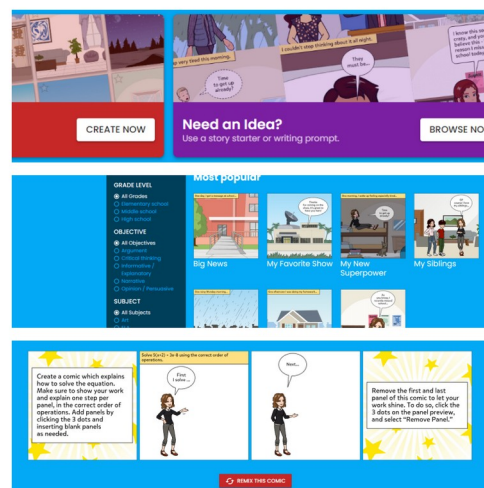
As between the content packs there are science related packs and it also give to designers the chance to upload their backgrounds or elements it's ideal for using in STEM activities as an

introduction to the theory of the topic we are going to implement; a specific assignment, like "Create a comic that shows which mode of food transportation is the most environmentally friendly"; a kind of their results' presentation; material of a campaign, etc, based to teachers' imagination or students motivation and willingness to create their knowledge in ways that make sense to them.

In all these approaches, the use of comics makes it easier for teachers to educate students about science topics as the amount of information that may be included in each of a comic strip's individual panels is limited. Consequently, it is essential that the person who creates the comic strip carefully divides the information they wish to present. This is consistent with the segmenting concept, which suggests that giving students too much knowledge at once could cause cognitive overload and that it is advised to divide the material into smaller, simpler pieces or segments instead (Clark & Mayer, 2011). Thus the concepts are simplified, help comprehension and make it easier for students to recall the knowledge for a long time (Engler et al, 2008), increasing thus their level of achievement in STEM.

For using this web tool, teachers have to make an account, create their avatar and establish a classroom so as to start entering their students' names on it. The system generates usernames and a link so as to call students to enter the classroom by using those. There's also an option to enter by using their Google or Microsoft account.

Once in, students create their own comic avatars, and then are free to begin their graphic stories from scratch or to make use of shared ideas (picture 2). These are categorized by grade, objective and subject.



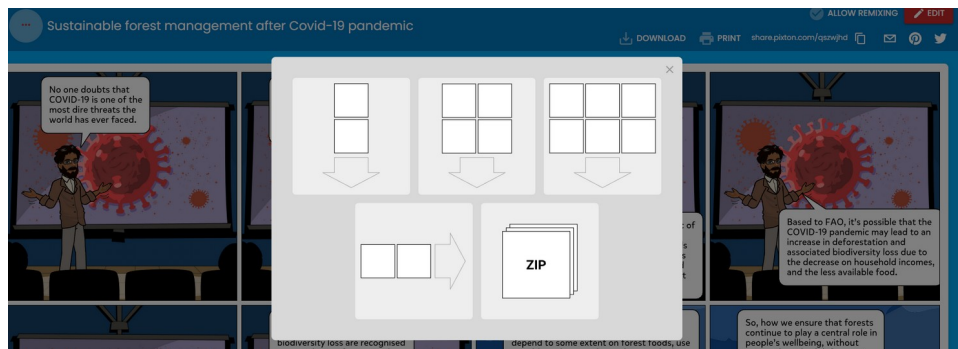
**Picture 2:** Options offered for comic designing could be create comic from scratch or by browsing and remixing an idea.

Within each panel, users choose backgrounds and characters and write speech bubbles or thoughts. Many of these elements, like characters, then have layers of details that can be tweaked (e.g., hair and skin color, clothing, actions, facial expressions and emotions, etc.) making use of the menu bar (picture 3). For their backgrounds, users can search for content by keyword or use hash tags to bring up whole content packs, if there's a paid version. Students can also choose the number of panels in a comic and the layout of a page.



**Picture 3:** The main panel design menu.

Once students save their comic, they can rate their comics and generate a link to share with others and show off their work. Additionally, teachers have the chance to review students' comics and leave feedback. For teacher-generated comics, the educators have an extra option allowing remix by other educators (picture 4).



**Picture 4:** *Sharing options.*

## **TEACHING PROCESS AND IMPLEMENTATION METHODOLOGY**

Eat Smart Save Your Land, Erasmus+/eTwinning project (2020-1-EL01-KA229-078815) was implemented by 6 VET schools (Austria, France, Greece, Italy, Serbia and Turkey). Our project was implemented with the help of 9 STEM modules, designed by and with students, aimed at students to be equipped with the necessary information, and knowledge on food systems so as to understand the link between their food choices and climate change and act as responsible citizens. Our motivation, besides others, was based on our beliefs that learning about food systems-related issues must be reformulating following disciplines to a new perspective on what constitutes both a healthy diet and a sustainable food system.

We decided to make use of STEM, CLIL and Inquiry Based Science approaches, moving beyond facts and figures and helping students to reason all those they develop. In accordance with the principles of Inquiry Based Science Education (IBSE), through personal experience, investigation, searching for scientific suppositions, verification, argumentation, discussion, and new searching, children learn to work effectively with developing knowledge in the field of science. This gradually leads to a development in scientific literature, as well as many other types of literacy. The students must forge their own unique route and come up with their own solution in order to comprehend topics. Based on this, we thought that if we include carefully teacher-generated scientific conceptual comics or/and student-generated comics on a variety of problem solving topics while communicating science to students combined with IBSE educational scenarios in student-centered activities where teacher will act as a facilitator and makes use of appropriately chosen questions we will develop how students currently understand the phenomena and could be able to lead to problem solving engaging them parallel in scientific subjects.

As we have already mentioned, we made use of a yearly all-access paid option so that students have access to a wide variety of content packs which address subjects ranging from math to history, science, and beyond. Thus, even some students who might feel lost into the menus would be able to get inspiration by sample comics and enjoy designing their comics.

We signed in to Pixton Edu by making use of a common account in the name of the project, created an avatar, and established classrooms. It is worth mentioning that we added partner teachers as co-teachers although everyone could access the classroom. Based to students' willingness to join a classroom, we entered student's names so as to automatically be generated usernames and shared with them the instructions with classroom's link and their usernames so as to be able to access Pixton without the need of signing in with a Google, Facebook, or Microsoft account. Our first classroom was created for the celebrations of World Soil Day 2020. There we asked students who wanted to join FAO's campaign entitled "Keep soil alive, protect soil biodiversity" to work based on FAO's material and present their topic by making use of any Web2.0 tool they wanted. We gave them the chance to join the Pixton classroom and 27 students entered the class.

The activities ranged from teacher-generated comics to learner-generated comics; from individual to collaborative storytelling; from national to transnational teamwork; from given tasks that students had to use to self-decision to make use of it.

Teachers used Pixton so as to create sample comics to be used as introduction to our topic discussion or to present the experimental setup and procedure of an experiment or as resources helping us to identify students' comprehension by using questions or as a reference presenting a problem and

asking students to construct their comics with the continue of this story by providing solutions, or as a claim provider and then asked students to justify the claim with evidence, etc.

In some activities teachers provided the topic or a list of issues while in others we allowed students to self-select their topic or scientific content they wanted to present. For national and international team work we created classes, while in other cases students joined Pixton by using the common account teacher independently. The majority of the national and transnational comic activities (individual or collaborative) was a part of a learning scenario and was combined with approaches like Gallery Walking or Think-Pair-Share or with other activities prior designing, e.g., mind maps, so as to decide main subtopics to be presented and who presents what.

In some cases, students worked individually so as to express their own understanding in a topic or summarize and present a topic (e.g., food processing methods, factors that affect food determination, etc), in some they acted as a team in national and international teams and worked collaboratively so as to present their science ideas for solving a problem, or present current global issues. Students also designed their comics as a means of presentation to our campaigns or awareness days' events for informing their local society and peers for a current issue regarding the economy, environment, health related dimensions of food systems, or just to present some tips, e.g., for a transition to a sustainable way of living.

At the end of "Eat Smart Save Your Land" Erasmus+/eTwinning project implementation, a series of 131 learner-generated comics was created by students, aged 15-18 years old. Those which are dedicated to Safer Internet Day have been published in an e-book, some have been shared by students to our e-magazines related to each module, all were presented to onsite or online events. Those could also be found to the public twinspace of the project to eTwinning platform (<https://twinspace.etwinning.net/121504/home>) and the projects' official website (<https://essayland2020.wixsite.com/eatsmartsaveyourland>).

## **OBSERVATIONS**

Although, besides student-generated comics, were created teacher-generated ones here we would like to present our observations related to the impact of both designing and studying comics to our students' levels of engagement and achievements in science subjects, beginning with our first activity where students were called to make use of FAO's material so as to take part in its campaign for World Soil Day.

There were a lot of options on how to present their results and between those was the comic format. Some students who had no experience with pixton comics before the project were eager to learn while others, although they chose to present their results in the form of a comic, had an established opinion that comics present a joke and complained that they don't know how and what to write in a science comic. We explained to them that it's like other storytelling activities with a beginning, some information and a conclusion but this time they had to present scientific content as they understand it. Thus, they started doing research about the related topic and students firstly created summaries of the issues so as to have the key points for making dialogues. Then with the guidance of their teacher, they made their comics. Their first comics reminded us of the kind of students who keep notes of the key information about a topic so as to make it easy for them to remember; their stories were simple; their content was based on the information provided to the material –in some cases students represented a content in the copy-paste mode, while in some ones the key information was missing. But the most important observation was the fact that the majority illustrated their stories as a question-and-answer process between students and teacher taking part in a classroom or their scenario was describing a collaborative work between friends based on a task that their teacher asked them to present at classroom. Most experienced students were more creative; had more ideas on how to present their stories; followed a sequence of ideas and then came to a logical conclusion. Those who were more interested in the topic and science in general, searched for more information and enriched FAO's information. While we viewed in class what their peers in partner countries designed and while working on an onsite event where all comics were presented, we noticed that even those who weren't interested and didn't take part asked us to join the next classes. On the other hand, some students identified missed concepts or expressed new subtopics that could be presented and we made a discussion based on those.

Our next activity, which was dedicated to Safer Internet Day. There more students joined. As this topic was linked with their daily life, experiences and interests they were more engaged and designed more panels for their stories. After that, we investigated that some students preferred that kind of presentation of their results in many subtasks related to the project or our online national lessons, as this period schools were closed due to Covid pandemic. They told us that they felt that it was more like entertainment for them.

Talking about Covid, we have to mention that some students included masks to their characters, influenced by the situation we all faced. In some more comics it is visible that they gave more importance to the visual content than to the text content. It's also worth to say that none made use of comic to present data visualization, as for this they preferred posters and infographics. Additionally, although we were expecting students to include more dynamic, character-driven narratives, perhaps influenced by video games, they didn't make use of those. Even when they were referring to a scientist instead of trying to create an avatar that would look like the scientist, they preferred to upload a background with the scientist.

Step by step, encouraging them, they were improved. Finally, almost all started summarizing with their own words that they wanted to point out in an excellent way. While students were feeling that their competences changed and became more confident, they acted more autonomously and we noticed that their research skills were polished, their comics were more creative and presented their issues following a more scientific style but also their marks in exams became higher, as at the conclusion of various activities, assessments and quizzes showed a significant improvement in the median topic knowledge scores. That fact might also indicate that the use of teacher-generated comic was a more effective educational tool than textbooks at imparting knowledge or that the practice of student-generated comics as part of our learning and teaching activities led to a better understanding.

On the other hand, we noticed that they could recall not only key information but also the scientific vocabulary used to explain or summarize their content. Maybe in this observation other factors, such as the daily implementation of the project with our partners to eTwinning and mobilities had helped, too.

Besides our observations, students' rates for their comics by making use of the rubric showed that those who rated their comics had even better results next time in the way they made use of elements and information provided (picture 5). Anyway, in this rubric is missing from the criteria the scientific content.

Although all formative assessments and observations encouraged us that teacher-generated comics were effective for many students and students enjoyed designing their learner-generated comics, there were some partner countries whose students didn't make use of those until our LTTAs in Greece. There students had to collaborate so as to create a comic related to sustainable diets in a collaborative task. There we learnt from their teachers that they couldn't expect that it was so easy and by students that they liked the whole process. Thus, we realized that sometimes what we as teachers believe of an approach or how confident we feel to follow an approach is important for students' engagement and motivation. Indeed, mentor teachers and students who were used to make use of comics in one or another way but still we noticed that day per day students complained if we didn't make use of comics as part of our daily learning and teaching activities in a way, especially when the topic seemed more difficult to them. Thus, they included those more in their classes in the form of comic-based learning modules and developed a significant increase in students' curiosity about science but also in their conceptual understanding.

CRITERIA	OOPS = 1	FAIR = 2	FINE = 3	MINT = 4
<b>Background &amp; Focus</b>	A single background is used throughout the comic. The focus (point of view) has not been adjusted in any panel.	At least one panel has a change of background, setting, or focus.	Multiple backgrounds and/or focuses are used and generally help convey the writer's ideas.	<b>Background(s) and scenes are thoughtfully chosen, and focus is used effectively to highlight certain moments that add interest to the panels.</b>
<b>Characters &amp; Expression</b>	The facial expressions of all or most characters do not change even when speaking. There is little or no variation in poses or gestures. There is no evidence of careful consideration of outfits or props.	Some characters do not accurately reflect the emotion and actions of the scene. The facial expressions of some speaking characters accurately portray the character with an open mouth to show that they are speaking.	<b>The facial expressions of most characters reflect the emotion the character is feeling. Most poses and gestures accurately reflect the action in the scene.</b>	Characters are visually relevant to the story or topic and facial expressions, poses, and gestures reflect the emotion and actions the writer is trying to convey. Outfits are thoughtfully selected to add detail and interest. Props, if used, are suitable for the scene.
<b>Captions &amp; Dialog</b>	There are no captions and/or text bubbles or one or more incorrect bubble types were used.	There is no variation in the types of text bubbles used, making it difficult for some readers to follow the story or topic.	<b>Captions and/or different types of text bubbles are used (speech, thought, whisper, shout) but may not clearly present the story or topic. The comic is easily understood by the reader.</b>	Captions are used effectively as a narration tool and are relevant to the story or topic. Speech, thought, shout, and whisper bubbles are used to indicate dialogue among characters, reveal characters' thoughts, and illustrate context. Sound effects (onomatopoeia) are used as appropriate.
<b>Spelling &amp; Grammar</b>	There are significant grammar, spelling, capitalization, and punctuation errors which make it impossible to understand the story or topic presented.	There are multiple grammar, spelling, capitalization, and/or punctuation errors, but the story or topic is generally understood.	<b>There are a few grammar, spelling, capitalization, and/or punctuation errors.</b>	The comic is free of grammar, spelling, capitalization, and punctuation errors.
<b>Theme</b>	The main purpose or theme of the comic is not evident.	The comic somewhat reflects its main purpose or theme, but it does not effectively tell the story or communicate information about the topic in a way that is organized and easily understood by the reader.	The comic reflects its main purpose or theme, and it is generally accurate and effective in communicating information about the topic.	<b>The comic clearly reflects its main purpose or theme and presents it in an effective and sequential manner. It tells the story in an engaging way, and/or it accurately communicates information about the topic.</b>
<b>Sharing</b>	The final product has not been shared.	The final product has been printed, downloaded, or shared with assistance from a teacher or classmate.	The final product has been printed, downloaded, or shared with little or no assistance.	<b>The final product has been printed, downloaded, and shared in multiple ways with no assistance.</b>

**Picture 5:** Completed rubric example.

With a willingness to mention experiences of using Pixton comics while coming in contact with science from the students' point of view we could say that the Turkish students found it funny to deal with scientific issues through comics. The possibility of using a foreign language and especially the fact of using scientific vocabulary while preparing comics added a great value to students' development in many ways. A 16-year-old student (girl) stated that *"the advantage of protecting my identity through a secure login option with a link and username given makes me feel relaxed while transferring my research into comics"*. She also pointed out that *"choosing characters, background stages, colors, and context gave me the independence of reflecting my imagination while presenting new science-related ideas in a way I can understand"*. Furthermore, those who faced conceptual problems before in Food Science or learning problems now were more motivated because they *"found them short and with a direct to the point explanation so could easily understand and gain knowledge"*, as a student (boy) told. Another boy told us that *"found at comics an easier way to express my observations during experiments or to present my findings because I can't express myself well in a speech in front of all my classmates. Now I realize that I didn't feel well because I knew that I wasn't good in science subjects."* Another student (girl) who always had difficulty in understanding science-related lessons and topics articulated that *"until I met Pixton, I used to think that the only condition for participating in scientific discussions was only to be good at theories and calculations. However, pixton allowed me to enjoy learning about complex scientific topics through simple summaries and funny dialogues. Since I warmed up to the topics at the beginning of the module, then I felt myself motivated enough to do the following activities. Furthermore, the activities were not as difficult as they seemed at first"*. This situation made us realize that maybe comics helped them to learn how to learn, too. Therefore, we thought the fact that they felt more confident about themselves, helped to fill them with self-esteem and overcome any fears of being exposed if they stated something that was wrong. Two of the participants, who study in the economy sector and weren't interested in science so far, participated in the project modules' tasks and activities. Although they didn't have a chance to attend Food Science and Technology subjects, they were so eager and enthusiastic that they implemented all the tasks, mostly as teacher independent. While using comics to present their findings, they said that *"if science was presented in such a funny way when we were younger maybe we could think about a science career"*. On the other hand, a student became more and more engaged in science through the project process that finally decided to study as a dietitian although she had high marks, surely enough for entrance to the army. She told us that *"the army could offer me a standard financial income but the way you communicated science made me realize that a career in a scientific*



topic would be more important and interesting”. She was the kind of student we call “a very good student in all subjects” and impressed us, rating her comics even harder than we as teachers could do.

## CONCLUSION - DISCUSSION

Our observations and formative evaluations encouraged us that teacher-generated comics were effective for many students and learnt by students that they enjoyed designing their learner-generated comics. Those are in line with academics looking into the instructional applications of various comic book styles concur on their practical benefits. for pique interest in a subject, as a focus aid, for the concurrent development of several literacy types, for helping kids find alternative concepts, as a discussion starter, for the chance to gauge how much new knowledge has actually been understood after previous educational activity, and for the constructivist approach to learning new scientific concepts (Koutníková M, 2017).

Teachers from the first half of the 20th century attested to the comics' strong motivating power. As with other innovations in education, this is also true here that what we as teachers believe of the use of comics in the classroom or how confident we feel to prepare those as educational material is important for students' engagement and motivation.

Maybe there is much for teachers to learn on how to use comic as a medium on communicate science to students but we strongly believe that these could be a useful tool if it's offered as a format while reaching out to a diverse student population, as it is familiar to students' experiences, generates science interest, help students gain knowledge and thus be more motivated in classroom but also gives to teachers the chance to develop misunderstanding. Thus, maybe we have to consider including a STEM comic-based learning mode in our curriculum design, alongside other activities giving students the chance to design their comics, so as to achieve a better recall and transfer of learning.

## ACKNOWLEDGMENTS

This material is based on work supported within the co-funded Erasmus plus KA229 partnership “Eat Smart Save Your Land” (ESSAY LAND), project number: 2020-1-EL01-KA229-078815 as a mean of presenting our observations and the impact of project to the participants.

The material reflects only the authors' views. The European Commission's support for the production does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

## REFERENCES

- Affeldt, F., Meinhart, D., & Eilks, I. (2018). *The use of comics in experimental science instructions in a non-formal learning environment*. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 6(1), 93-104.
- Aina, K.J. (2013). *Instructional materials and improvisation in physics class: Implications for teaching and learning*. International Journal of Research and Method in Education, 2(5), 38-42.
- Aysegül, S.A., & Devecioglu, Y. (2010). *Student teachers' levels of understanding and model of understanding about Newton's laws of motion*. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 11(1), 11-31.
- Azman, Farah & Zaibon, Syamsul & Shiratuddin, Norshuhada. (2015). *Digital Storytelling Tool for Education: An Analysis of Comic Authoring Environments*. 347-355. 10.1007/978-3-319-25939-0\_31.
- Bolton-Gary, C. (2012). *Connecting through comics: Expanding opportunities for teaching and learning*. US-China Education Review, 4(1), 389-395.
- Cabrera P, Castillo L, González P, Quiñónez P, Ochoa C (2018) *The Impact of Using "Pixton" for Teaching Grammar and Vocabulary in the EFL Ecuadorian Context*. Teaching English with Technology 18 (1), 53-76
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. San Fransisco, CA: Pfeiffer.
- Engler, S., Hoskins, C., Payne, S.(2008): *Computer-produced comics as a means of summarizing academic readings in EAP programs*. Int.J.Pedagogies Learn. 4(4),19-33
- Koutníková, Marta. (2017). *The Application of Comics in Science Education*. Acta Educationis Generalis. 7. 88-98. 10.1515/atd-2017-0026.

- Matuk C, Hurwich T, Spiegel AN, and Diamond J. (2019). *How do teachers use comics to promote engagement, equity, and diversity in science classrooms*. Research in Science Education, 1–48. 10.1007/s11165018-9814-8
- Muzumdar, J. (2016). *An overview of comic books as an educational tool and implications for pharmacy*. Innovations in Pharmacy, 7(4), 3-12.
- Ozdemir, E. (2017). *Comics in modern physics: Learning blackbody radiation through quasi-history of physics*. Studies in Educational Research and Development, 1(1), 41-59.
- Spiegel AN, McQuillan J, Halpin P, Matuk C, and Diamond J. (2013). *Engaging teenagers with science through comics*. Research in Science Education, 43(6), 2309–2326.
- Torio, V.A. (2015). *Physics motivation and research: Understanding the 21st century learners of today*. International Journal of Education and Research, 3(2), 125-134.
- Williams, C., Stanisstreet, M., Spall, K., Boyes, E., & Dickson, D. (2003). *Why aren't secondary students interested in physics?* Physics Education, 38(4), 324–329.
- Yulianti, D., Khanafiyah, S., & Sulistyorini, S. (2016). *Inquiry-based science comic physics series integrated with character education*. Indonesian Journal of Science Education, 5(1), 33-44.

# Αξιοποιώντας τη Μεθοδολογία STEM και Συστήματα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στη Διδακτική Πράξη του Νηπιαγωγείου μέσω του Μοντέλου 5E

**Τάλλου Κωνσταντίνα**

[talntinaki@gmail.com](mailto:talntinaki@gmail.com)

MEd, MSc, Scientix Ambassador

Νηπιαγωγός ΠΕ60, 7<sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο Ιωαννίνων

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού σεναρίου σε παιδιά προσχολικής ηλικίας που αφορά το ηλιακό σύστημα και η διερεύνηση του κατά πόσο μπορεί το διαδραστικό εκπαιδευτικό σενάριο να βελτιώσει και να ενισχύσει τις γνώσεις των μαθητών του νηπιαγωγείου για το θέμα. Χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία STEM και η αξιοποίηση επιδαπέδιων ρομποτικών συστημάτων, ενώ έγινε εφαρμογή του μοντέλου 5E στην εκπαίδευση. Προστιθέμενη αξία στο σενάριο προσδίδει η χρήση συνεργατικών διαδραστικών εργαλείων που προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών και τους παρακινούν να προσεγγίσουν τη μάθηση με διαφορετικούς τρόπους.

Το εκπαιδευτικό σενάριο εφαρμόστηκε σε παιδιά προσχολικής ηλικίας κατά το σχολικό έτος 2021-22. Τα αποτελέσματα κρίνονται ιδιαίτερος ενθαρρυντικά καθώς οι μαθητές παρουσίασαν πρόοδο σχετικά με τις γνώσεις τους γύρω από το θέμα και έδειξαν ενδιαφέρον για τη χρήση της τεχνολογίας, τη συγκέντρωση πληροφοριών και την προώθηση των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων. Καθώς όλα τα παιδιά ανταποκρίθηκαν και συμμετείχαν με ενθουσιασμό, υποστηρίζουμε ότι οι συγκεκριμένες μεθοδολογικές προσεγγίσεις μαζί με τις ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να βελτιώσουν την εκπαίδευση στο Νηπιαγωγείο κάνοντας τη μαθησιακή διαδικασία πιο ελκυστική και ενδιαφέρουσα.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** STEM, εκπαιδευτική ρομποτική, ηλιακό σύστημα στο Νηπιαγωγείο, μοντέλο 5<sup>E</sup>

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

### Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM ΣΤΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ

Το εκπαιδευτικό μοντέλο STEM είναι μια προσέγγιση που στόχο έχει την εμπλοκή στη μαθησιακή διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών (Martín-Páez et al. 2019). Οι μαθητές στην εκπαίδευση STEM εμπλέκονται ενεργά σε ομαδικές δραστηριότητες πραγματικών προβληματικών καταστάσεων αναπτύσσοντας δεξιότητες συνεργασίας και αξιοποιώντας τις προϋπάρχουσες γνώσεις κι εμπειρίες τους (Papadakis, 2021).

Τα μικρά παιδιά είναι από τη φύση τους γεννημένοι ερευνητές και μηχανικοί (Stone-MacDonald et al, 2011) ενώ έρευνες συνηγορούν στο ότι η ανάπτυξη του εγκεφάλου στην προσχολική ηλικία μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στη μετέπειτα προσωπική και επαγγελματική εξέλιξη των παιδιών, ενισχύοντας την επιτυχία εισαγωγής στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Έτσι, η επένδυση σε μια ποιοτική προσχολική εκπαίδευση είναι πολύ σημαντική (Chesloff, 2013), αρκεί ο εκπαιδευτικός να είναι κατάλληλα καταρτισμένος ώστε να μπορεί να αξιοποιήσει την έμφυτη ανάγκη των μικρών παιδιών για γνώση (Bishop-Josef et al, 2016).

Ειδικότερα στο ελληνικό Νηπιαγωγείο, οι στόχοι του ΔΕΠΠΣ για το Νηπιαγωγείο συμβαδίζουν με τους στόχους και τα οφέλη της εκπαίδευσης STEM (ΥΠΕΠΘ-Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2011) καθώς και τα δύο δίνουν έμφαση στη διαθεματικότητα και την εξέλιξη των δεξιοτήτων των μαθητών και προσφέρουν ελευθερία δράσης στους εκπαιδευτικούς (Ioannou & Bratitsis, 2017).

### ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΣΤΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ

Για την προώθηση και την ενίσχυση της εκπαίδευσης STEM σημαντικό ρόλο παίζει η εκπαιδευτική ρομποτική, γιατί μέσω αυτής οι ευκαιρίες των μαθητών για εμπλοκή με διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους και να δουλέψουν συνεργατικά επιλύοντας πολύπλοκα καθημερινά προβλήματα αυξάνονται (Sullivan & Bers, 2015).

Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει πολλές πραγματικές εφαρμογές στην επιστήμη, τα μαθηματικά

και τη μηχανική, καθώς βοηθάει στην αφαίρεση της αφηρημένης φύσης αυτών των επιστημονικών πεδίων και παράλληλα βελτιώνει δεξιότητες και αποτελεσματικές στρατηγικές μάθησης (Papadakis, 2021). Τα παιδιά τεσσάρων ετών μπορούν να μάθουν θεμελιώδεις έννοιες ,υπολογιστικής σκέψης υποστηρίζοντας έτσι τη γνωστική, γλωσσική, μαθηματική και κοινωνικοσυναισθηματική τους ανάπτυξη (Papadakis & Kalogiannakis, 2017).

Η ρομποτική προκαλεί το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μικρών παιδιών χρησιμοποιώντας ευχάριστες δραστηριότητες σε ένα ελκυστικό περιβάλλον μάθησης, ελεύθερης έκφρασης και πειραματισμού και γι' αυτό μπορεί να γίνει ένα πολύ καλό εκπαιδευτικό εργαλείο μέσα στη σχολική τάξη (Eguchi, 2014). Η ενασχόληση με τα ρομπότ είναι ιδιαίτερος εποικοδομητική διαδικασία κυρίως για τα μικρά παιδιά, καθώς τα βοηθά να αποκτήσουν ιδιαίτερες δεξιότητες (επίλυση προβλήματος, συνεργατικότητα, δημιουργικότητα, ομαδικό πνεύμα) (Kim et al., 2021; Papadakis, 2020). Πιο συγκεκριμένα, η διδακτική παρέμβαση για την ενασχόληση των μαθητών προσχολικής ηλικίας στο STEM μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής με το προγραμματιζόμενο ρομπότ Bee-Bot έδειξε ότι είναι διδακτικό που ταιριάζει εύκολα στο Νηπιαγωγείο, δεδομένου ότι οι δάσκαλοι πρέπει να είναι φορείς της γνώσης του περιεχομένου και να έχουν αποκτήσει υποστηρικτικές μαθησιακές δεξιότητες για νήπια (Tallou, 2022; Xezonaki, 2022).

Τα τελευταία χρόνια γίνονται και στη χώρα μας προσπάθειες ένταξης της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο Νηπιαγωγείο καθώς έχουν επισημανθεί σημαντικά προτερήματα για τα μικρά παιδιά από την εφαρμογή της από ελληνικούς και ξένους ερευνητές (Allen, 2013; Benitti, 2012; Μισιρλή & Κόμης, 2012; Τσουκαλά & Χαλκιαδάκη, 2015; Τσιγγίδου, 2016).

### **ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ**

Η διαθεματική προσέγγιση της εκπαίδευσης STEM και της εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν τις βάσεις τους στον κονστрукτιβισμό όπου ο μαθητής βρίσκεται στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας, ενώ ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι περισσότερο διευκολυντικός και συντονιστικός (Piaget, 1972). Ακολουθούν την εποικοδομητική-κατασκευαστική προσέγγιση όπως τη διατύπωσε ο Papert (1991) και σύμφωνα με την οποία οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση καθώς εμπλέκονται ενεργά στο σχεδιασμό και την κατασκευή όλων των αντικειμένων που έχουν νόημα για τα ίδια ώστε να επιτύχουν ένα στόχο, να διερευνήσουν ή να επιλύσουν ένα πρόβλημα που τα ενδιαφέρει.

Η άποψη ότι η μάθηση είναι αποτέλεσμα μιας διαρκούς διαδικασίας αλλαγών στις γνωστικές δομές όπου κυριαρχεί το κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον (Bruner, 1996) και η διαμεσολάβηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων μέσω εργαλείων νοητικών και υλικών (Vygotsky, 1978) έχει συντελέσει στην εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο σύγχρονο σχολείο.

Σύμφωνα με τον Bruner ο εκπαιδευτικός δημιουργεί κατάλληλες συνθήκες προβληματισμού προκειμένου οι μαθητές του να ανακαλύψουν μόνοι τους το γνωστικό αντικείμενο μέσω ενεργοποίησης των κατάλληλων προσωπικών κινήτρων για μάθηση (Ράπτης & Ράπτη, 2007).

Στο πλαίσιο της ανακαλυπτικής μάθησης ο μαθητής ενθαρρύνεται να δοκιμάσει, να ελέγξει, να εμπλακεί με το αντικείμενο μάθησης, βοηθώντας έτσι την αποτελεσματικότητα της τάξης και τη θετικότητα της μπροστά στη νέα γνώση (Μπάμπαλης, 2012). Οι σχέσεις που καλλιεργούνται μεταξύ των μαθητών χάρη στην ανακαλυπτική διαδρομή που ακολουθούν είναι πολύ δημιουργικές, καθώς οι ανταγωνισμοί περιορίζονται, ενώ η διάθεση συνεργασίας και αλληλοϋποστήριξης αυξάνεται κι έτσι καλλιεργούνται δεξιότητες και αποκτώνται εφόδια για την ενήλικη ζωή τους (Μπάμπαλης, 2012).

Από την άλλη ο Vygotsky θεωρεί ότι η διαδικασία της μάθησης επηρεάζεται και από άλλους ανθρώπους και παράγοντες εκτός του μαθητή συμπεριλαμβανομένων πολιτισμικών, ιστορικών και κοινωνικών αλληλεπιδράσεων και υποστηρίζει ότι η μάθηση προάγει την ανάπτυξη του ατόμου και όχι ότι η ανάπτυξη προηγείται της μάθησης (Kanselaar, 2002).

Οι εκπαιδευτικοί, σύμφωνα με το μοντέλο του κονστрукτιβισμού, οφείλουν να λάβουν υπόψη τις γνώσεις των μαθητών τους κατά το σχεδιασμό του μαθήματος (Mvududu & Thiel-Burgess , 2012) έχοντας όμως υπόψη ότι αυτές μπορεί να είναι ανεπαρκείς ή λανθασμένες επιστημονικά (εναλλακτικές ιδέες). Οι μαθητές, ερχόμενοι αντιμέτωποι με προβληματικές καταστάσεις που από τις μέχρι τώρα εμπειρίες και γνώσεις τους δεν μπορούν να ερμηνεύσουν οδηγούνται σε μία σύγκρουση. Ο εκπαιδευτικός καλείται να σχεδιάσει δομημένες εκπαιδευτικές δραστηριότητες που οδηγούν στην εξέλιξη αυτών των ιδεών και τη διαμόρφωση νέων με γνώμονα την επιστημονική γνώση (Bybee et al., 2008). Καταλυτικός παράγοντας της διαδικασίας είναι το περιβάλλον που δημιουργεί ο εκπαιδευτικός να είναι υποστηρικτικό αλλά ταυτόχρονα να προκαλεί τον μαθητή να σκεφτεί (Di Vesta, 1987) ώστε η

σύγκρουση στην οποία θα φτάσουν οι μαθητές να αποτελεί πρόκληση για αυτούς χωρίς όμως να υπερβαίνει τις δυνατότητές τους (Bybee et al., 2008).

### **ΚΥΚΛΟΣ ΜΑΘΗΣΗΣ 5Ε**

Το μοντέλο των 5Ε βασίζεται στον κονστрукτιβισμό και αποτελεί έναν κύκλο μάθησης 5 σταδίων (Bybee et al., 2008) στον οποία οι μαθητές έχουν ενεργό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία. Θεωρείται μάλιστα ιδιαίτερα υποσχόμενο μοντέλο για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21<sup>ου</sup> αιώνα (Bybee, 2009) και υποστηρίζεται τόσο στη βιβλιογραφία όσο και στη πράξη από την εκπαιδευτική κοινότητα (Norwood, 2019).

Αυτό το μοντέλο περιγράφει μια ακολουθία διδασκαλίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ολόκληρα προγράμματα, συγκεκριμένες ενότητες αλλά και μεμονωμένα μαθήματα και βοηθάει τους μαθητές να χτίσουν τη δική τους κατανόηση από εμπειρίες και νέες ιδέες. Λέγεται αλλιώς και BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) 5Ε. Έχει μια αυξανόμενη ερευνητική βάση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης, της μάθησης βάσει προβλημάτων (PBL), της μάθησης βάσει έργων (PjBL) και του καθολικού σχεδιασμού για μάθηση (UDL)

([https://nasaclips.arc.nasa.gov/teachertoolbox/the5e?fbclid=IwAR0ILinQgQm3UppaKot\\_nnjqnUy90CcBLubyYmdUjN-eGNxo5hEIDYdbSxk#collapseOne](https://nasaclips.arc.nasa.gov/teachertoolbox/the5e?fbclid=IwAR0ILinQgQm3UppaKot_nnjqnUy90CcBLubyYmdUjN-eGNxo5hEIDYdbSxk#collapseOne)).



**Πίνακας 1:** τα στάδια του μοντέλου 5Ε

### **ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΩΝ 5 ΣΤΑΔΙΩΝ**

#### **1. Εμπλοκή (ENGAGE)**

Ο στόχος του εκπαιδευτικού σε αυτό το στάδιο είναι η κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών πάνω σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα, κατάσταση ή γεγονός ώστε να συμμετέχουν προσωπικά στη διαδικασία μέσω της σύνδεσης πρότερων γνώσεων και μαθησιακών εμπειριών με τις τωρινές και της οργάνωσης της σκέψης τους προς τους τωρινούς στόχους. Πιθανές δραστηριότητες προκειμένου να επιτευχθεί αυτό είναι, μεταξύ άλλων, η διατύπωση μιας ερώτησης, ο προσδιορισμός ενός προβλήματος και η επίδειξη ενός παράδοξου γεγονότος.

#### **2. Εξερεύνηση (EXPLORE)**

Έχοντας εμπλακεί στο θέμα οι μαθητές μπορούν μέσω ειδικά σχεδιασμένων δραστηριοτήτων να εξερευνήσουν τις ιδέες στις οποίες εισηχθησαν στο προηγούμενο στάδιο ώστε να οικοδομήσουν τη νέα γνώση. Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να εμπλακούν άμεσα με φαινόμενα και υλικά, να εργαστούν συνεργατικά κτίζοντας ένα σύνολο κοινών εμπειριών που προτρέπουν την ανταλλαγή και την επικοινωνία και μπορούν αργότερα να αξιοποιηθούν για ανάπτυξη δεξιοτήτων, ιδεών και μεθόδων. Ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως συντονιστής παρέχοντας υλικά και δίνοντας χρόνο στους μαθητές να εξερευνήσουν, καθοδηγώντας όπου χρειάζεται. Μέσω της αυτοσχεδιασμένης ή καθοδηγούμενης εξερεύνησης οι μαθητές κάνουν υποθέσεις, δοκιμάζουν τις δικές τους προβλέψεις και βγάζουν τα συμπεράσματά τους.

#### **3. Επεξήγηση (EXPLAIN)**

Οι μαθητές σε αυτό το στάδιο αρχίζουν να επικοινωνούν αυτά που έχουν μάθει μεταξύ των συνομηλίκων μέσω του συντονιστή και με τη διαδικασία του αναστοχασμού. Εισάγονται (από τον εκπαιδευτικό, κάποιο κείμενο ή τους ίδιους τους μαθητές) επιστημονικές ή τεχνολογικές εξηγήσεις με άμεσο, επίσημο και κατανοητό τρόπο. Μέχρι το πέρας αυτού του σταδίου οι μαθητές επιδιώκεται να

μπορούν να χρησιμοποιήσουν επιστημονικούς όρους στη διατύπωση των εξηγήσεων που δίνουν για να συνοψίσουν τις δικές τους ιδέες. Εισάγεται λεξιλόγιο και διορθώνονται ή ανακατευθύνονται εσφαλμένες αντιλήψεις.

#### 4. Επεξεργασία (EXTEND)-Επέκταση

Στο στάδιο της επεξεργασίας οι μαθητές βιώνουν ακόμα περισσότερες εμπειρίες που εμβαθύνουν ή διευρύνουν τη κατανόηση τους, παρέχουν πρόσβαση σε περισσότερες πληροφορίες και αναπτύσσουν τις δεξιότητες τους. Ο εκπαιδευτικός δίνει στους μαθητές την ευκαιρία να συνεργαστούν, να συζητήσουν και να χρησιμοποιήσουν τις δεξιότητες που ανέπτυξαν στα προηγούμενα στάδια. Είναι επίσης μία καλή ευκαιρία να ασχοληθούν οι μαθητές με ζητήματα που έχουν ίδιες ή παρόμοιες εξηγήσεις και να εφαρμόσουν όσα έμαθαν σε νέες και άγνωστες καταστάσεις.

#### 5. Αξιολόγηση (EVALUATE)

Η αξιολόγηση είναι μια συνεχής διαγνωστική διαδικασία που επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να αξιολογήσει την πρόοδο των μαθητών του ως προς την επίτευξη των στόχων που είχε θέσει. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να αξιολογήσουν το βαθμό κατανόησης και τις ικανότητες που απέκτησαν από τη διαδικασία. Η αξιολόγηση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε όλα τα στάδια της διδακτικής διαδικασίας με συγκεκριμένα εργαλεία (όπως ρουμπρίκες, ημερολόγιο παρατήρησης, συνεντεύξεις μαθητών, προϊόντα μάθησης κλπ.).

[https://nasaclips.arc.nasa.gov/teachertoolbox/the5e?](https://nasaclips.arc.nasa.gov/teachertoolbox/the5e?fbclid=IwAR0ILinQgQm3UppaKot_nnjqnUy90CcBLubyYmdUjN-eGNxo5hEIDYdbsXk)

[fbclid=IwAR0ILinQgQm3UppaKot\\_nnjqnUy90CcBLubyYmdUjN-eGNxo5hEIDYdbsXk.](https://nasaclips.arc.nasa.gov/teachertoolbox/the5e?fbclid=IwAR0ILinQgQm3UppaKot_nnjqnUy90CcBLubyYmdUjN-eGNxo5hEIDYdbsXk)

### ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ

Τα μικρά παιδιά δείχνουν πάντα ενδιαφέρον και περιέργεια για τα θαύματα και την ομορφιά του σύμπαντος. Θέλουν να μάθουν γι' αυτό, ακόμη και γι' αυτά που δεν είναι εύκολα παρατηρήσιμα (Ödman-Govender & Kelleghan, 2011). Παρότι πολλοί ερευνητές δηλώνουν ότι τα μικρά παιδιά μπορούν να διδαχθούν αστρονομία, είναι παιδαγωγικά σημαντικό να μεταδίδεται ακριβής επιστημονική γνώση σε αυτά με τρόπο κατάλληλο για την ηλικία τους (Agan & Sneider, 2003).

Σύμφωνα με έρευνες, τα μαθήματα αστρονομίας στην πρώιμη παιδική ηλικία προσφέρουν μια πολύτιμη και σημαντική ευκαιρία στα παιδιά να αναπτύξουν υπεύθυνη συμπεριφορά, την ιδιότητα του πολίτη, τις αξίες σχετικά με την παγκόσμια βιωσιμότητα, τη βελτίωση του επιστημονικού γραμματισμού και τη διαμόρφωση θετικής στάσης απέναντι στις φυσικές επιστήμες. Όταν τα μικρά παιδιά ενεργούν ως αστρονόμοι αναπτύσσουν ικανότητες παρατήρησης, ταξινόμησης, πρόβλεψης, πειραματισμού, παρουσίασης ευρημάτων κλπ. (Ampartzaki & Kalogiannakis, 2016).

Η γνώση πλέον δε θεωρείται συσσώρευση της εμπειρίας αλλά απόρροια της σύγκρουσης του οργανισμού με αυτή. Μέσω της διαδικασίας αυτής, το άτομο αναδομεί τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις του και θέτει σε λειτουργία εσωτερικές ψυχικές διαδικασίες όπως είναι η αντίληψη, η δοκιμή, η επίλυση προβλημάτων, η μνήμη, η απεικόνιση, η επεξεργασία και η δομή της γνώσης. Η μάθηση επέρχεται με την αναθεώρηση των νοητικών δομών κάθε ατόμου και με την προσαρμογή της καινούργιας με την ήδη υπάρχουσα γνώση (Shunk, 2010).

Επιπλέον στα Νέα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών το Διάστημα κατέχει μια ιδιαίτερη θέση καθώς στη θεματική ενότητα των Φυσικών Επιστημών υπάρχει το γνωστικό αντικείμενο «Πλανήτες, γη και ηλιακό σύστημα». Σύμφωνα με το ΔΕΠΠΣ- ΑΠΣ του 2011, στο Νηπιαγωγείο τα παιδιά «γνωρίζουν» τον κόσμο μέσω της κίνησης, της εξερεύνησης και της αλληλεπίδρασης με αυτό. Πραγματοποιούν υποθέσεις για ό,τι συμβαίνει γύρω τους, βρίσκουν ομοιότητες και διαφορές, ερμηνεύουν φαινόμενα και γεγονότα του περιβάλλοντός τους και στη συνέχεια, τις γνώσεις αυτές τις μοιράζονται με τους συνομηλίκους τους δίνοντας τις δικές τους ιδέες και μέσω της αλληλεπίδρασης δημιουργώντας τις νέες απόψεις (<http://www.pi-schools.gr>).

### ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

#### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Κατά τη φάση του σχεδιασμού και της διεξαγωγής της εκπαιδευτικής παρέμβασης εφαρμόζονται έρευνα πεδίου και έρευνα δράσης, ενώ ως μεθοδολογικά εργαλεία αξιοποιούνται η κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση στη διδακτική των φυσικών επιστημών, η STEM Εκπαίδευση, η εκπαιδευτική ρομποτική και το μοντέλο 5E. Επιπλέον ενσωματώνονται στο έργο οι ΤΠΕ, ένα ισχυρό μέσο υποστήριξης της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας όπως αναφέρει ο Μικρόπουλος, ενώ σύμφωνα με τον Κόμη ένα εκπαιδευτικό σενάριο με αξιοποίηση των ΤΠΕ, ευνοεί την ανάπτυξη

ικανοτήτων (σύνολο γνώσεων και δεξιοτήτων) υψηλού επιπέδου από τους μαθητές, όπως την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, τη διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης, τη δυνατότητα μοντελοποίησης φαινομένων και καταστάσεων του πραγματικού κόσμου κλπ. (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001).

Βοηθός μας σε αυτό το εγχείρημα και μασκός του έργου είναι ο Αστροναύτης «Γαλακτερός», ένα επιδαπέδιο ρομποτικό σύστημα BeeBot, με τον οποίο τα νήπια ταξιδεύουν στη γνώση και μαθαίνουν. Ο Γαλακτερός αγαπήθηκε ιδιαίτερα και υιοθετήθηκε ως ενεργό μέλος της ομάδας του σχολείου συμμετέχοντας καθημερινά στις αναδυόμενες και οργανωμένες δραστηριότητες όλων των γνωστικών περιοχών του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών του Νηπιαγωγείου.

Δημιουργήθηκε ένα σχέδιο μαθήματος το οποίο περιλάμβανε δραστηριότητες κινήτρου για το μάθημα, ανίχνευσης πρότερων γνώσεων –ιδεών αναπαραστάσεων, δραστηριότητες ψυχολογικής και γνωστικής προετοιμασίας, δραστηριότητες διδασκαλίας, αξιολόγησης και μεταγνωστικές δραστηριότητες. Σαν υλικό εκδίπλωσης των δραστηριοτήτων αξιοποιήθηκε κατάλληλο ψηφιακό υλικό, βίντεο, εικονικά εργαστήρια, εκπαιδευτικές εφαρμογές, διαδραστικά εργαλεία καθώς και πειράματα με απλά υλικά. Επιπλέον ακολουθήθηκε καθοδηγούμενη διερεύνηση με εφαρμογή ανεστραμμένη διδασκαλίας.

Καθ' όλη τη διάρκεια της παρέμβασης, καθοριστικό ρόλο για την εξέλιξη διαδραματίζει η συνεχής αξιολόγηση, τόσο η αρχική-διαγνωστική όσο και η διαμορφωτική και τελική. Η αξιολόγηση δεν αφορά μόνο τις γνωστικές κατακτήσεις των παιδιών αλλά και τις διαδικασίες που χρησιμοποιούν για την προσέγγιση εννοιών και φαινομένων. Τα τρία επίπεδα ανάλυσης αναφορικά με την καλλιέργεια και προώθηση της επιστημονικής μεθόδου, αφορούν:

1. τις δεξιότητες της κριτικής σκέψης και των διαδικασιών επιστημονικής έρευνας,
2. τη μελέτη των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια εφαρμογής του εκπαιδευτικού προγράμματος μεταξύ των εμπλεκόμενων υποκειμένων
3. τη μελέτη των δομικών στοιχείων του συστήματος της δραστηριότητας και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους.

Επιπλέον η αξιολόγηση γίνεται έμμεσα κατά τη διάρκεια του προγράμματος, μέσα από το ενδιαφέρον και τον ενθουσιασμό των παιδιών για τη συνέχιση ή όχι του προγράμματος.

## ΣΤΟΧΟΙ

Οι στόχοι της συγκεκριμένης διδακτικής προσέγγισης ήταν τα νήπια:

- Να καλλιεργήσουν δεξιότητες 4Cs
- Να διακρίνουν την υπόθεση από την επιστημονική γνώση
- Να αποκτήσουν δεξιότητες επιστημονικής έρευνας
- Να γνωρίσουν το ηλιακό μας σύστημα
- Να αντιμετωπίσουν τις εναλλακτικές τους ιδέες μέσω γνωστικής σύγκρουσης
- Να αναπτύξουν δεξιότητες ασφαλούς πλοήγησης στο διαδίκτυο
- Να γνωρίσουν την εκπαιδευτική ρομποτική και τον προγραμματισμό
- Να αποκτήσουν δεξιότητες πειραματισμού και αξιολόγησης των πειραματικών αποτελεσμάτων.
- Να μάθουν να δουλεύουν σε ομάδες
- Να αποκτήσουν ψηφιακό γραμματισμό

## ΣΤΑΔΙΟ 1: ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΜΠΛΟΚΗ ΜΑΘΗΤΩΝ

Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει στην ολομέλεια της τάξης μια αφίσα για το διάστημα και το ηλιακό μας σύστημα φτιαγμένη από τον ίδιο στο PosterMyWall (εναλλακτικά μπορεί να τη βρει στο διαδίκτυο). Τα νήπια καλούνται να αποτυπώσουν τα συναισθήματα που τους προκαλούν αυτές οι εικόνες σε έναν online πίνακα συνεργατικής ζωγραφικής (Collorilo) φτιάχνοντας φατσούλες συναισθημάτων.

Εφαρμόζουμε Brainstorming για να κατανοήσουμε τις πρότερες γνώσεις των νηπίων για το θέμα καθώς και τις εναλλακτικές τους ιδέες (ενδεικτικές ερωτήσεις: έχετε δει τον ήλιο; Πού βρίσκεται; Τι άλλο υπάρχει εκεί πάνω; Ποιους πλανήτες γνωρίζετε; Τι σχήμα έχουν; Με τι ταξιδεύουμε στο διάστημα; Τι φοράνε οι αστροναύτες; κλπ)

Οι απόψεις των παιδιών αποτυπώνονται από τον εκπαιδευτικό σε έναν εννοιολογικό χάρτη. Προτείνεται το λογισμικό Kindspiration, που είναι ιδανικό για αυτές τις ηλικίες γιατί οι μαθητές συνδυάζουν εικόνες και λέξεις και αναπτύσσουν έτσι το λεξιλόγιο, τη γραφή και δεξιότητες κριτικής

σκέψης ( ). Εναλλακτικά χρησιμοποιούμε ένα μεγάλο χαρτόνι.

Κάποιες από τις απόψεις των μαθητών μας που απαιτούσαν εξέλιξη με βάση την επιστημονική γνώση ήταν οι εξής: το διάστημα είναι γαλάζιο, ο ήλιος κινείται στον ουρανό πάνω-κάτω, οι πλανήτες είναι άπειροι, οι πλανήτες έχουν όλοι το ίδιο μέγεθος. Αντίθετα, κάποια άλλα νήπια δεν είχαν καμία γνώση του θέματος.

Οργανώθηκε λοιπόν ένα πλάνο μαθήματος που θα οδηγούσε στην απαραίτητη γνωστική σύγκρουση και θα μπορούσε να προάγει την αναδόμηση αυτών των λανθασμένων ιδεών και τη διαμόρφωση νέων, επιστημονικά ορθών.

### **ΣΤΑΔΙΟ 2 ΚΑΙ 3: ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

Τα νήπια χωρίζονται σε τυχαίες μικρές ομάδες των 3-4 ατόμων μέσω ψηφιακού τροχού ονομάτων (Random Name Picker) και αναζητούν πληροφορίες στην ασφαλή μηχανή αναζήτησης Junior Safe Search σχετικά με το θέμα που διαπραγματευόμαστε. Κάθε ομάδα ψάχνει πληροφορίες για συγκεκριμένους πλανήτες, ενώ ο εκπαιδευτικός στηρίζει επικουρικά αυτή την προσπάθεια και επεμβαίνει όπου χρειάζεται.

Ακολουθώντας τη μεθοδολογία της ανεστραμμένης τάξης οι μαθητές και πάλι ανά ομάδες διαβάζουν βιβλία στη βιβλιοθήκη του σχολείου, στο σπίτι τους, ή αναζητούν πληροφορίες με τους γονείς τους για τους πλανήτες που έχουν αναλάβει και στη συνέχεια, στην ολομέλεια της τάξης, γίνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αναζήτησης από κάθε ομάδα. Ακολουθούν ερωτήσεις από τις υπόλοιπες ομάδες.

Παρακολουθούν βίντεο από ESA και NASA σχετικά με τη διαδοχή ημέρας και νύχτας και γενικότερα σχετικά με το δικό μας ηλιακό σύστημα και διαδικτυακά συνομιλούν με εμπειρογνώμονα από το έργο PLAYING WITH PROTTONS και μαθαίνουν για τη δημιουργία του κόσμου.

Τα νήπια συζητούν στην ολομέλεια σχετικά με τις παρουσιάσεις που είδαν.

### **ΣΤΑΔΙΟ 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

Κατά το στάδιο της επεξεργασίας, οι μαθητές δημιουργούν τρισδιάστατες κατασκευές για να διαπιστώσουν πειραματικά την εναλλαγή ημέρας και νύχτας, τις φάσεις της σελήνης και γενικότερα φτιάχνουν μόνοι τους ένα τρισδιάστατο μοντέλο του ηλιακού συστήματος, μια επιδαπέδια μακέτα όπου θα κινηθεί το ρομποτάκι τους καθώς θα εξηγεί τους σταθμούς και θα δίνει πληροφορίες για κάθε πλανήτη. Προετοιμάζονται σαν αστροναύτες μέσω του εκπαιδευτικού προγράμματος της ESA «train like an astronaut», φτιάχνουν το δικό τους διαστημόπλοιο από χαρτόκουτα και ταξιδεύουν στο δικό τους φανταστικό πλανήτη, αφού δημιουργήσουν και τις απαιτούμενες ταυτότητες αστροναύτη.

### **ΣΤΑΔΙΟ 5: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ/ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ**

Κάθε ομάδα δημιουργεί μια παρουσίαση στο canva.com για να ενημερώσουν τους υπόλοιπους μαθητές και εκπαιδευτικούς του σχολείου για τα όσα έμαθαν κατά τη διάρκεια του συγκεκριμένου διδακτικού σεναρίου

Οι δημιουργίες των ομάδων παρουσιάζονται στους μαθητές των υπόλοιπων τμημάτων και στους εκπαιδευτικούς τους. Επιπλέον, οι παρουσιάσεις αναρτώνται στο ιστολόγιο του σχολείου για την ευαισθητοποίηση της τοπικής και ευρύτερης κοινότητας.

Μέσω ενός επιδαπέδιου παιχνιδιού, τα νήπια καλούνται να αποτιμήσουν τις γνώσεις που αποκόμισαν αλλά και να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη απαντώντας σε μια σειρά ερωτήσεων όπως «αν ο πλανήτης μας καλυπτόταν από πάγους, τι νομίζεις ότι θα συνέβαινε;», ή «αν είχαμε δύο ήλιους θα ήταν καλό;» και επίσης «αν δεν υπήρχε η βαρύτητα τι νομίζεις ότι θα γινόταν;» κλπ. Νικήτρια θα διακριθεί η ομάδα που θα δώσει τις περισσότερες επιστημονικά ορθές απαντήσεις.

Επιπλέον, κάθε ομάδα με συνεργασία των μελών της, παίζει ένα παιχνίδι γνώσεων φτιαγμένο από τον εκπαιδευτικό στο learningapps.org.

Η τελική αποτίμηση της δράσης θα γίνει επίσης με ατομικό φύλλο εργασίας όπου κάθε νήπιο θα ζωγραφίσει το ηλιακό μας σύστημα, καθώς και τα συναισθήματα που του δημιουργήθηκαν από τη συμμετοχή του στις ομάδες αλλά και από τις παρουσιάσεις στην ολομέλεια της τάξης.

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η εργασία αυτή παρουσιάζει την εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης που αφορά προσέγγιση STEM και εκπαιδευτικής ρομποτικής με επικέντρωση στο μοντέλο 5E. Αποτελεί μια προσπάθεια ένταξης του 5E στην προσχολική ηλικία, μέσω απλών δραστηριοτήτων, πειραμάτων, εικονικών



εργαστηρίων, προσομοιώσεων, τρισδιάστατων κατασκευών και ανακαλυπτικής μάθησης. Μετά το πέρας των διαδικασιών και κατά το στάδιο του αναστοχασμού της έρευνας δράσης επισημάνθηκε ότι οι μαθητές ανταπεξήλθαν πλήρως στις απαιτήσεις της διαδικασίας.

Επίσης, τα νήπια αξιολογώντας το εκπαιδευτικό σενάριο μέσω ατομικού φύλλου εργασίας, αποτύπωσαν την πλήρη ικανοποίησή τους από την συμμετοχή τους στη συγκεκριμένη διδακτική διαδικασία, την ενίσχυση της αυτοπεποίθησής τους, καθώς και την ανάπτυξη θετικής στάσης απέναντι στις φυσικές επιστήμες και τον προσανατολισμό τους σε STEM διαδικασίες.

Αν και οι περισσότεροι ερωτηθέντες μαθητές είχαν λίγες γνώσεις πριν από την εφαρμογή της παρέμβασης για το θέμα, ωστόσο τα μαθήματα αστρονομίας οδήγησαν σε σημαντική πρόοδο και οι περισσότεροι από αυτούς μπόρεσαν να φτάσουν στην ικανοποιητική κατανόηση των εννοιών.

Με βάση τα παραπάνω, προτείνεται η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας στο Νηπιαγωγείο ως έχει ή με συμπλήρωση δραστηριοτήτων εμβάθυνσης καθώς και με προσθήκη νέων θεματικών ενοτήτων.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ιωάννου, Μ., & Μπρατίσης, Τ. (2017). Πλαίσιο εκπαίδευσης STE(A)M στο νηπιαγωγείο: μια πρώτη διερεύνηση. *5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, (pp. 747-757). Athens.
- Κόμης, Β., & Μικρόπουλος, Α. (2001). *Πληροφορική στην Εκπαίδευση*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Μισιρλή, Α., & Κόμης, Β. (2012). Αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για το προγραμματιζόμενο παιχνίδι Bee-Bot. *6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»*, (σσ. 331-340). Φλώρινα.
- Μπάμπαλης, Θ. (2012). *Η Ζωή στη Σχολική Τάξη*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Rapert, S. (1991). *Νοητικές θύελλες, Παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες, Τα πάντα γύρω από τη Λογο*. Αθήνα: Οδυσσέας
- Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (2007). *Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορικής*. Αθήνα.
- Τσιγγίδου, Σ. (2016). «Χρήση προγραμματιζόμενων παιχνιδιών στην προσχολική εκπαίδευση: Η περίπτωση του Bee-bot». *4ο Πανελλήνιο Εκπαιδευτικό Συνέδριο Κεντρικής Μακεδονίας «Αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. στη Διδακτική Πράξη»*, (σσ. 160–168). Θεσσαλονίκη.
- Τσουκαλά, Κ., & Χαλκιαδάκη, Ζ. (2015). Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Προσχολική και Πρώτη Σχολική Ηλικία. *PRIME International journal Practical Research in Innovative Management & Entrepreneurship*, σσ. 118-131.
- Υπουργείο Παιδείας, Διά Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων. (2011). Πρόγραμμα Σπουδών Νηπιαγωγείου 2011. Πράξη «NEO ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο πρόγραμμα Σπουδών. Αθήνα: ΥΠΔΒΜΘ.
- Agan, L., & Sneider, C. (2003). Learning about the Earth's shape and gravity: A guide for teachers and curriculum developers. *Astronomy Education Review*, 2(2), 90117.
- Allen, K. C. (2013). *Robots bring math-powered ideas to life. Mathematic Teaching in the Middle School*, 18(6), pp. 340-347.
- Ampartzaki, M., & Kalogiannakis, M. (2016). Astronomy in early childhood education: A concept-based approach. *Early Childhood Education Journal*, 44(2), 169-179. [http:// doi.acm.org/10.1007/s10643-015-0706-5](http://doi.acm.org/10.1007/s10643-015-0706-5)
- Benitti, F. B. (2012, April). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, Volume 58, Issue 3, pp. 978-988.
- Bishop-Josef, S., Doster, S., Watson, S., & Taggart, A. D. (2016, November). *STEM and Early Childhood When Skills Take Root*. ReadyNation, pp. 1-8
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Bybee, R., W. (2009). THE BSCS 5E INSTRUCTIONAL MODEL AND 21ST CENTURY SKILLS: A COMMISSIONED PAPER PREPARED FOR A WORKSHOP ON EXPLORING THE INTERSECTION OF SCIENCE EDUCATION AND THE DEVELOPMENT OF 21ST CENTURY SKILLS. Submitted to *The National Academies Board on Science Education*.
- Bybee, R., W., Powell, J., C., & Trowbridge, L., W. (2008). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy*. Columbus, Ohio. Ninth edition.
- Chesloff, J. (2013, March). *STEM Education Must Start in Early Childhood. Education Week*, Vol. 32, Issue 23, pp. 27-32.

- Di Vesta, F., J. (1987). *The cognitive movement and education*. In J. A. Golver & R.R.
- Eguchi, A. (2014, January). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, pp. 5-11.
- Kanselaar, G. (2002). *Constructivism and socio-constructivism*. Article published on July 16, 2002.
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' *STEM engagement, learning, and teaching*. *Computers & Education*, 91, 14-31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*.
- Mvududu, N., H. & Thiel-Burgess J. (2012). Constructivism in Practice: The Case for English Language Learners. *International Journal of Education*, 4(3), p108-p118.
- Norwood, M. (2019). *The Impact of the Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) 5E Model on MiddleLevel Students' Content Knowledge*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://scholarcommons.sc.edu/etd/5190>.
- Ödman-Govender, C.J., & Kelleghan, D. (2011). *Astronomical perspectives for young children*. *Science*, 333(6046), 1106-1107.
- Papadakis, S. (2020). Evaluating a Teaching Intervention for Teaching STEM and Programming Concepts Through the Creation of aWeather-Forecast App for Smart Mobile Devices. In *Handbook of Research on Tools for Teaching Computational Thinking in P-12 Education* (pp. 31-53). IGI Global.
- Papadakis, S. (2021). The Impact of Coding Apps to Support Young Children in Computational Thinking and Computational Fluency. *Frontiers in Education*, 6: e657895.
- Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2017). Evaluation of Greek Android mobile applications for preschoolers. *Preschool and Primary Education*, 5, 65-100.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human Development*.
- Ronning (Eds.), *Historical foundations of educational psychology* (pp. 37-63). New York: Plenum Press.
- Shunk, D. H. (2010). Θεωρίες Μάθησης. Μια εκπαιδευτική προσέγγιση. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Stone-MacDonald, A., Bartolini, V., Douglass, A., & Lu Love, M. (2011, July). Focusing a new lens: STEM professional development for early education and care educators and programs. *Focusing a New Lens: STEM in EEC*, pp. 1-20.
- Sullivan, A. & Umaschi Bers, M. (2015, January). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, pp. 3-20.
- Tallou, K. (2022). Museum and Kindergarten: STEM connections between exhibits and science. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 2(2), 333-340.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: MA: Harvard University Press.
- Xezonaki, A. (2022). Gamification in preschool science education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 2(2), 308-320.

# Αξιοποιώντας το Κιτ Εφευρέσεων Makey-Makey στην Προσχολική και Πρώτη Σχολική Ηλικία

Τσαπάρα Μαρία<sup>1</sup>, Αρκουλή Ανθή<sup>2</sup>, Λιάπη Αγγελική<sup>3</sup>, Μπράττισης Θαρρενός<sup>4</sup>

[m.tsapara@hotmail.com](mailto:m.tsapara@hotmail.com), [anthiark@hotmail.com](mailto:anthiark@hotmail.com), [angeliki.liapi@gmail.com](mailto:angeliki.liapi@gmail.com), [bratitsis@uowm.gr](mailto:bratitsis@uowm.gr)

<sup>1</sup>Νηπιαγωγός, MSc, Υποψ. Διδάκτωρ Παν. Δυτ. Μακεδονίας, Scientix Ambassador

<sup>2</sup>Νηπιαγωγός, MSc, Πιστοποιημένη εκπαιδύτρια STEAM

<sup>3</sup>Νηπιαγωγός, MSc, Scientix Ambassador

<sup>4</sup>Καθηγητής, Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας Διευθυντής του Ερευνητικού Εργαστηρίου Δημιουργικότητας, Καινοτομίας και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση (ΔηΚαιΤε)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση του κιτ εφευρέσεων Makey Makey αποτελεί μια καινοτόμα εκπαιδευτική προσέγγιση, ένα πολύ σημαντικό εργαλείο το οποίο συμβάλλει στην ανάπτυξη της υπολογιστικής, σχεδιαστικής και δημιουργικής σκέψης καθώς συνδυάζει την αγάπη των παιδιών για τις ψηφιακές συσκευές με την επαφή με το φυσικό κόσμο. Έχει ως σκοπό, να γνωρίσουν οι συμμετέχοντες/ουσες, την προστιθέμενη αξία των hands-on δραστηριοτήτων και του προγραμματισμού στην εκπαιδευτική διαδικασία. Συνδυάζοντας τον γλωσσικό γραμματισμό με την εκπαίδευση STEAM επιδιώκεται να καλλιεργηθούν δεξιότητες που αφορούν τη δημιουργικότητα, την κριτική σκέψη, την επικοινωνία και τη συνεργασία, μέσα σε ένα διερευνητικό πλαίσιο μάθησης. Το εργαστήριο απευθύνεται σε φοιτητές/φοιτήτριες Παιδαγωγικών Τμημάτων και εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Νηπιαγωγείου και πρώτων τάξεων του Δημοτικού). Η συμμετοχή στο εργαστήριο θα αποτελέσει την αφετηρία για μελλοντική αξιοποίηση του κιτ εφευρέσεων Makey Makey, από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες, οι οποίοι/ες θα προσπαθήσουν να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν ανάλογες δραστηριότητες εμπλέκοντας δημιουργικά τους μαθητές και τις μαθήτριες τους σε αυτή τη διαδικασία.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** *Makey Makey, hands-on δραστηριότητες, απτές διεπαφές*

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, οι νέες τεχνολογίες εισέρχονται δυναμικά στην εκπαιδευτική διαδικασία και η χρήση των ΤΠΕ στο εκπαιδευτικό σύστημα ενισχύει σημαντικές δεξιότητες του 21ου αιώνα (6C), όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η επικοινωνία, η συνεργασία, η βιωσιμότητα και η πολιτεότητα ενώ προσεγγίζει τη διδασκαλία με νέες πρωτοποριακές και σύγχρονες μεθόδους μάθησης, δίνοντας έτσι ευκαιρία για πρόοδο (Shahmir, Hamidi, Bahgerzadeh, & Salimi, 2011). Με τη συμμετοχή των παιδιών στη διαδικασία της μάθησης, χρησιμοποιώντας απλές διεπαφές τους επιτρέπεται να εμπλακούν σε βασικές έννοιες προγραμματισμού και δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης, ενώ μέσω των απτικών διεπαφών εγείρεται το ενδιαφέρον τους για την απτική αλληλεπίδραση, που αφορά τη φυσική επαφή που πραγματοποιείται με στόχο την αντίληψη ή τον χειρισμό αντικειμένων (αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής). Οι αλληλεπιδράσεις αυτές μπορούν να συμβούν όταν ένα πραγματικό ανθρώπινο χέρι ακουμπήσει είτε ένα άλλο πραγματικό αντικείμενο είτε ένα εικονικό αντικείμενο. Με τη χρήση των απτικών διεπαφών τα παιδιά αλληλεπιδρούν με τον ψηφιακό κόσμο χρησιμοποιώντας αντικείμενα καθημερινής χρήσης. Μέσα από αυτό το συνεργατικό περιβάλλον οι μαθητές/τριες εξερευνούν, προσομοιώνουν και οικοδομούν νέες γνώσεις διασκεδάζοντας και παίζοντας (Klemmer, Hartmann, & Takayama, 2006; Hornecker & Buur, 2006). Το κιτ εφευρέσεων Makey Makey ανήκει στην απτική τεχνολογία, (Παπουτσή, 2019) και δίνει την δυνατότητα αυτή στα παιδιά να ανακαλύψουν τη γνώση σε αυθεντικά, αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα. Με καινοτόμο τρόπο μάθησης δημιουργεί γέφυρες για να εκπαιδευτούν οι μαθητές/τριες στον προγραμματισμό.

Η αξιοποίηση της πλακέτας Makey Makey επιτρέπει τη μετατροπή οποιουδήποτε αγωγίμου υλικού σε συσκευή εισόδου του Η/Υ, δημιουργώντας φυσικές διεπαφές μέσω κυκλώματος (Παλαιγεωργίου, 2017). Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια αισθησιοκινητική εμπειρία, ένα πολυαισθητηριακό κέντρο μάθησης όπου τα παιδιά προτρέπονται να εξερευνήσουν και να μάθουν μέσω του παιχνιδιού υποστηρίζοντας την αλληλεπίδραση, την επικοινωνία και τη συνεργασία.

Ενισχύεται η ενεργητική μάθηση, και ο πειραματισμός με hands on δραστηριότητες, όπως είναι η δημιουργία μιας διαδραστικής αφίσας, ενός επιτραπέζιου παιχνιδιού κ.α.

## **ΑΞΙΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΟ ΚΙΤ ΕΦΕΥΡΕΣΕΩΝ MAKEY MAKEY ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ STE(A)M**

Η εκπαίδευση STE(A)M αποτελεί μια διεπιστημονική προσέγγιση της μάθησης όπου αυστηρές ακαδημαϊκές έννοιες συνδυάζονται με μαθήματα του πραγματικού κόσμου, καθώς οι μαθητές/τριες εφαρμόζουν τις Επιστήμες, την Τεχνολογία, τη Μηχανική, τα Μαθηματικά και τις Τέχνες στο πλαίσιο του αναλυτικού προγράμματος του σχολείου. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες του kit εφευρέσεων Makey Makey, που καθοδηγούνται από την παιδαγωγική προσέγγιση «Integrative STEM Education» εμπλέκουν τους/τις μαθητές/τριες με μαθηματικές έννοιες και πρακτικές μηχανικής, σχεδίασης και κατασκευής (Wells, 2016). Η πρόσφατη έρευνα στις απτικές διεπαφές χρήστη δημιούργησε εξαιρετικές ευκαιρίες για καινοτόμο εφαρμογή της τεχνολογίας μέσα σε τάξεις (Itoh et al., 2004) όπου οι διεπαφές θα μπορούσαν να συμβάλουν στην εποικοδομητική ή πιο ανεπιτήδευτη μάθηση (Sluis, et al., 2004). Στις έρευνες των Sylla et al. (2015), αναφέρεται ακόμα, ότι οι απτές διεπαφές διευκολύνουν τη διαδικασία της μάθησης σε μεγάλη κλίμακα, παρέχοντας στους/στις μαθητές/τριες εργαλεία για να σκεφτούν και επιτρέποντας την μάθηση αφηρημένων εννοιών μέσω αναπαραστάσεων. Συνάμα, προωθούν την ενεργό συμμετοχή και την εμπλοκή του σώματος όπως των χεριών, βελτιώνοντας σημαντικά την κατανόηση και τη διεύρυνση του φάσματος εννοιών που οι μαθητές/τριες μπορούν να κατανοήσουν. Οι μαθητές/τριες μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν μέσα από τη σωματική και φυσική αλληλεπίδραση και είναι έτοιμοι να ανταποκριθούν καλύτερα σε διάφορες δραστηριότητες και προβλήματα, όταν αυτά τα επεξεργάζονται φυσικά (Cramer & Antle, 2015).

Έρευνες ανέδειξαν πως το kit εφευρέσεων Makey-Makey επιτρέπει την εξερεύνηση, την έκφραση, την ανακάλυψη και τον αναστοχασμό, προσφέρουν ευκαιρίες για συνεργατική μάθηση, διαπραγμάτευση και επιχειρηματολογία δίνοντας στους/στις μαθητές/τριες ελευθερία κινήσεων τη στιγμή που αυτοί αποκτούν πλούσιες εμπειρίες ενθαρρύνοντας τη σκέψη έξω από τα στενά καθορισμένα πλαίσια (Chen et al., 2019; Siemon et al., 2016; Rogers et al., 2014). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι συμμετέχοντες/ουσες σε δραστηριότητες με το Makey-Makey να παράγουν πρωτότυπα αποτελέσματα, μέσα από τη διερεύνηση και τον πειραματισμό για την υλοποίηση των ιδεών τους αναπτύσσοντας συναισθήματα ικανοποίησης και αυτοπεποίθησης, που είναι πολύ χρήσιμα στην παιδαγωγική διαδικασία. Αποτελεί, λοιπόν, ένα τεχνολογικό εργαλείο μάθησης που απευθύνεται σε όλες τις ηλικιακές ομάδες. Χρησιμοποιώντας το οι μαθητές/τριες έχουν την ευκαιρία να μάθουν σε ένα συνεργατικό περιβάλλον, να δοκιμάσουν διαφορετικές λύσεις, να δημιουργήσουν και να πειραματιστούν, ενισχύοντας όλες τις μαθησιακές τους ικανότητες. Οι μαθητές/τριες μπορούν να δημιουργήσουν έργα με απτικά υλικά που υπάρχουν στην τάξη συνδυάζοντας τα με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ώστε να “ζωντανέψουν” τις δημιουργίες τους. Το kit εφευρέσεων είναι ένα εργαλείο διδασκαλίας που ενεργοποιεί τη μάθηση και βοηθάει τους μαθητές/τριες να εμπλακούν με την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική, τα μαθηματικά και τις τέχνες εφαρμόζοντας δεξιότητες STEM στον πραγματικό κόσμο (Abrahams, 2018), προσφέροντας στους/στις μαθητές/τριες αμέτρητους τρόπους για να εφεύρουν, να λύσουν, να συνεργαστούν και να καινοτομήσουν.

## **ΤΑ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ ΚΙΤ ΕΦΕΥΡΕΣΕΩΝ MAKEY MAKEY ΓΙΑ ΠΑΙΔΙΑ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΗΣ ΣΧΟΛΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ**

Παράλληλα με τα λειτουργικά πλεονεκτήματα του kit εφευρέσεων Makey Makey υπάρχουν και παιδαγωγικά οφέλη. Ο Papert (1980), αναφέρει πως η ενεργός εμπλοκή των μαθητών/τριων στην κατασκευή αντικειμένων προωθεί τη μάθηση καθώς για τα παιδιά νηπιακής και πρώτης σχολικής ηλικίας, η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και τα απτά αντικείμενα και υλικά συμβάλλει στην οικοδόμηση της αφηρημένης σκέψης και οι φυσικές διεπαφές του Makey Makey εξυπηρετούν αυτήν την ανάγκη φέρνοντας την ψηφιακή τεχνολογία στον πραγματικό κόσμο μέσω της χρήσης διεπαφών (Horn et al., 2019).

Παρέχει υψηλό κίνητρο εμπλοκής προσφέροντας ευκαιρίες πειραματισμού, αυτοδιόρθωσης, συνεργασίας, ανακάλυψης καλλιεργώντας την αυτονομία, τη δημιουργικότητα και τη συνεργασία (Chen et al., 2019). Προσφέρει περισσότερες ευκαιρίες για χειρισμό του ψηφιακού υλικού μέσω φυσικών αντικειμένων. Μέσω των απτικών διεπαφών χρήστη τα παιδιά εξερευνούν προσομοιώνουν

και δημιουργούν γνώσεις μέσω ενός άμεσου χειρισμού. Μέσω των απτικών διεπαφών δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στο ρόλο των χεριών, του σώματος και του περιβάλλοντος στην ενσωματωμένη αλληλεπίδραση (Klemmer, Hartmann, & Takayama, 2006; Hornecker & Buur, 2006). Μέσα από αυτή τη διαδικασία τα παιδιά αναπτύσσουν την υπολογιστική τους σκέψη και εξοικειώνονται με τη διαδικασία του προγραμματισμού αποκτώντας τεχνολογικό εγγραμματισμό (Lee et al., 2014).

## **ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ**

Σκοπός του εργαστηρίου είναι μέσα από παιγνιώδη και βιωματικό τρόπο οι συμμετέχοντες/ουσες να αξιοποιήσουν την απτική διεπαφή Makey Makey και να αντιληφθούν την προστιθέμενη αξία των hands-on δραστηριοτήτων και του προγραμματισμού στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το εργαστήριο θα αποτελέσει το έναυσμα αξιοποίηση του kit εφευρέσεων Makey Makey εμπλουτίζοντας την εκπαιδευτική διαδικασία, σχεδιάζοντας και υλοποιώντας αντίστοιχες δραστηριότητες.

## **ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ**

Μέσα από την υλοποίηση του εργαστηρίου αξιοποιώντας το kit εφευρέσεων Makey Makey, οι συμμετέχοντες/ουσες θα μπορέσουν:

- Να κατανοήσουν την προστιθέμενη αξία του kit εφευρέσεων στην εκπαιδευτική διαδικασία
- Να εμπλακούν ενεργά στην υλοποίηση δραστηριοτήτων
- Να κατανοήσουν τη δημιουργία κυκλώματος μέσω απτών διεπαφών και προγραμματισμού
- Να ενσωματώσουν το kit εφευρέσεων σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα του Α.Π.

## **ΠΡΟΤΕΡΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ**

Οι ενδιαφερόμενοι/ες εκπαιδευτικοί δεν απαιτείται να έχουν πρότερη σχετική γνώση, με την παιδαγωγική αξιοποίηση του kit εφευρέσεων Makey Makey, η ανοικτότητα, η διάθεση για συνεργασία, η ανταλλαγή απόψεων και ιδεών είναι τα μόνα προαπαιτούμενα.

## **ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ**

Το εργαστήριο θα έχει συνολική διάρκεια δύο ώρες

## **ΚΟΙΝΟ ΠΟΥ ΑΠΕΥΘΥΝΕΤΑΙ**

Το εργαστήριο απευθύνεται σε 20 φοιτητές/φοιτήτριες Παιδαγωγικών Τμημάτων και εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Νηπιαγωγείου και πρώτων τάξεων του Δημοτικού)

## **ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ**

**1η Φάση:** Καλωσόρισμα, γνωριμία και ενημέρωση των συμμετεχόντων/ουσών για το σκοπό και τη διαδικασία του εργαστηρίου. Παρουσίαση θεωρητικού πλαισίου (η ενσωμάτωση και η αξιοποίηση του kit εφευρέσεων Makey Makey στην εκπαιδευτική διαδικασία) και ενδεικτικών projects.

**2η Φάση:** Πειραματισμός και αξιοποίηση του διαθέσιμου εξοπλισμού. Οι συμμετέχοντες/ουσες χωρίζονται σε ομάδες και υλοποιούν δραστηριότητες, αξιοποιώντας το kit εφευρέσεων Makey Makey.

**3η Φάση:** Παρουσίαση των δραστηριοτήτων που υλοποιήθηκαν- Αναστοχασμός - Ανατροφοδότηση, Συζήτηση και επίλυση αποριών.

**4η Φάση:** Αξιολόγηση σεμιναρίου - Συμπλήρωση ερωτηματολογίων

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Παλαιγεωργίου, Γ. (2017). Μαθητές και δάσκαλοι ως δημιουργοί απτικών εκπαιδευτικών εφαρμογών, Πρακτικά *Εργασιών 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, 21-23 Απριλίου 2017.
- Παπουτσή, Α. (2019). Η συσκευή απτής διεπαφής “Makey Makey” στην διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων στο Δημοτικό (Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
- Abrahams, D. (2018). The efficacy of service-learning in students’ engagements with music technology. *Min-Ad: Israel Studies in Musicology Online*, 15(2).
- Chen, Y. Y., Yip, J., Rosner, D., & Hiniker, A. (2019, March). Lights, Music, Stamps! Evaluating Mealtime Tangibles for Preschoolers. In *Proceedings of the Thirteenth International Conference on*

- Tangible, Embedded, and Embodied Interaction* (pp. 127-134). ACM.
- Cramer, E. S., & Antle, A. N. (2015). Button Matrix: How Tangible Interfaces can Structure Physical Experiences for Learning. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction* (pp. 301-304). New York: ACM, DOI: <https://doi.org/10.1145/2677199.2680566>
- Hornecker, E., & Buur, J. (2006). Getting a grip on tangible interaction: a framework on physical space and social interaction. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems* (pp. 437-446).
- Horn, M. & Bers, M. (2019). Tangible Computing. In *The Cambridge Handbook of Computing Education Research* (S.A. Fincher and A.V. Robins, Eds.). Cambridge University Press.
- Itoh, Y., Akinobu, S., Ichida, H., Watanabe, R., Kitamura, Y., & Kishino, F. (2004). TSU. MI. KI: *Stimulating children's creativity and imagination with interactive blocks*. Paper presented at the *Proceedings of the 2nd International Conference: Creating, Connecting and Collaborating through Computing*. DOI: <https://doi.org/10.1109/C5.2004.1314370>
- Klemmer, S. R., Hartmann, B., & Takayama, L. (2006). How bodies matter: five themes for interaction design. In *Proceedings of the 6th conference on Designing Interactive systems* (pp. 140-149).
- Lee, E., Kafai, Y. B., Vasudevan, V., & Davis, R. L. (2014). Playing in the arcade: Designing tangible interfaces with MaKey MaKey for Scratch games. In *Playful user interfaces* (pp. 277-292). Springer, Singapore.
- Papert, S. (1980). "Mindstorms" Children. *Computers and powerful ideas*.
- Rogers, Y., Paay, J., Brereton, M., Vaisutis, K. L., Marsden, G., & Vetere, F. (2014). Never too old: engaging retired people inventing the future with MaKey MaKey. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3913-3922). ACM
- Shahmir, S., Hamidi, F., & Bagherzadeh, Z. (2011). Role of ICT in the curriculum educational system. *Procedia Computer Science*, 3, 623-626.
- Siemon, D., Plaumann, R., Regenber, A., Yuan, Y., Liu, Z., & Robra-Bissantz, S. (2016). Tinkering for Creativity: An Experiment to Utilize MaKey MaKey Invention Kit as Group Priming to Enhance Collaborative Creativity.
- Sluis, R. J. W., Weevers, I., Van Schijndel, C. H. G. J., Kolos-Mazuryk, L., Fitrianie, S., & Martens, J. B. O. S. (2004). Read-It: five-to-seven-year-old children learn to read in a tabletop environment. In *Proceedings of the 2004 conference on Interaction design and children: building a community* (pp. 73-80).
- Sylla, C., Coutinho, C., & Branco, P. (2015). Play platforms for children 's creativity. In N. Zagalo & P. Branco (Eds.), *Creativity in the Digital Age* (pp.223-243). London: Springer. DOI: 10.1007/978-1-4471-6681-8\_12
- Wells, J. G. (2016). PIRPOSAL model of integrative STEM education: Conceptual and pedagogical framework for classroom implementation.

# Συνδυαστική Προσέγγιση Φυσικών Επιστημών και Γλώσσας στη Διδασκαλία της Μάζας με τη Χρήση του Εικονογραφημένου Λεξικού Φυσικής για το Σχολείο -ΕΛεΦυΣ

Σαμαντά Αγγελική<sup>1</sup>, Λεύκος Ιωάννης<sup>2</sup>, Μητσιάκη Μαρία<sup>3</sup>,

angelikisamanta@gmail.com, lefkos@uom.edu.gr, mmitsiaki@helit.duth.gr

<sup>1</sup> Δρ. εκπαιδευτικός ΠΕ70, 1<sup>ο</sup> Δ.Σ. Νέας Φιλαδέλφειας «Σπαθάρη»

<sup>2</sup> Ε.ΔΙ.Π., Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής, ΠΑΜΑΚ

<sup>3</sup> Αναπληρώτρια καθηγήτρια, Τμήμα Ελληνικής Φιλολογίας, ΔΠΘ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην καθημερινή ζωή αλλά και στη βιβλιογραφία, πολλές φορές παρατηρείται σύγχυση μεταξύ των όρων μάζα και βάρος. Για να εξοικειωθούν οι μαθητές με τη διάκριση και τη σωστή χρήση των δύο εννοιών είναι σημαντική η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών πάνω σε εκπαιδευτικά εργαλεία που μπορούν να συντελέσουν στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές. Το Εικονογραφημένο Λεξικό Φυσικής για το Σχολείο- ΕΛεΦυΣ αποτελεί ένα από αυτά τα εκπαιδευτικά εργαλεία και σε συνδυασμό με τα κατάλληλα φύλλα εργασίας και δραστηριότητες μπορεί να φέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Οι συμμετέχοντες στο εργαστήριο θα εξοικειωθούν με τη χρήση του ΕΛεΦυΣ και θα πραγματοποιήσουν δραστηριότητες, σχετικές με τη διδασκαλία της μάζας, στις οποίες συνδυάζονται οι Φυσικές Επιστήμες με τη Γλώσσα, ακολουθώντας ειδικά σχεδιασμένο φύλλο εργασίας. Η ενασχόληση με αυτές τις δραστηριότητες έχει ως σκοπό να δώσει ιδέες στους εκπαιδευτικούς για την ένταξη του ΕΛεΦυΣ στη διδασκαλία τους.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** ΕΛεΦυΣ, μάζα, βάρος

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι εκπαιδευτικοί καθημερινά συναντούν προκλήσεις στη διδασκαλία τους και αναζητούν εκπαιδευτικά εργαλεία για να εμπλουτίσουν το μάθημα και να διευκολύνουν την κατανόηση εννοιών από τους μαθητές. Εφόσον οι μαθητές πλέον είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, έξυπνων κινητών και ταμπλετών, η ένταξη των ΤΠΕ στη διδασκαλία μπορεί να κάνει το μάθημα πιο ελκυστικό προς αυτούς. Μάλιστα, παλαιότερα, σε διεθνείς έρευνες σχετικά με την ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, εκπαιδευτικοί είχαν δηλώσει πως παρατήρησαν «εμφανείς και δραματικές» αλλαγές στην τάξη τους και την αντιμετώπιση των μαθητών προς το μάθημα (Hennessy et al, 2005). Πιο σύγχρονη έρευνα, έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί συνεχίζουν να αναγνωρίζουν τα θετικά σημεία της ένταξης των ΤΠΕ στη διδασκαλία καθώς αναφέρουν ότι οι ΤΠΕ προσφέρουν ποικίλες εκπαιδευτικές και μαθησιακές ευκαιρίες και αυξάνουν τη συμμετοχή των μαθητών στο μάθημα (Semerci & Aydin, 2018).

Πολλά εκπαιδευτικά εργαλεία (λογισμικά, προσομοιώσεις, ανοικτοί εκπαιδευτικοί πόροι κ.τ.λ) έχουν δημιουργηθεί και διαρκώς ανανεώνονται συμβαδίζοντας με την εξέλιξη της τεχνολογίας καθώς και με τις κοινωνικο-πολιτισμικές συνθήκες και τις ανάγκες των μαθητών και των εκπαιδευτικών. Το Εικονογραφημένο Λεξικό Φυσικής για το Σχολείο (ΕΛεΦυΣ) αποτελεί εκπαιδευτικό εργαλείο χρήσιμο για τον εκπαιδευτικό και είναι αποτέλεσμα διεπιστημονικής συνεργασίας μεταξύ διδασκόντων Φυσικών Επιστημών και Γλώσσας έχοντας ως σκοπό την ενίσχυση των μαθητών σε επίπεδο περιεχομένου, επικοινωνίας, νόησης και πολιτισμού (Λεύκος & Μητσιάκη, 2021).

## ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΟΡΩΝ ΜΑΖΑΣ -ΒΑΡΟΥΣ

Η μάζα και το βάρος αποτελούν έννοιες της φυσικής των οποίων οι όροι χρησιμοποιούνται συχνά λανθασμένα. Όχι μόνο μαθητές αλλά και ενήλικες συγχέουν τους όρους και είθισται να χρησιμοποιούν περισσότερο τον όρο «βάρος» θέλοντας να αναφερθούν στη μάζα. Ο Arons (1990), μάλιστα διέκρινε μια «χαλαρότητα» στη βιβλιογραφία και στην καθομιλουμένη στη διάκριση μάζας-βάρους και των μονάδων τους. Η «χαλαρότητα» αυτή φαίνεται και από το γεγονός πως ακόμα και σχολικά βιβλία μαθηματικών του δημοτικού, για πολλά χρόνια, ανέφεραν ως μονάδα μέτρησης του

βάρους το κιλό (Σχήμα 1).



Σχήμα 1 : Απόσπασμα από σχολικό βιβλίο Ε' τάξης δημοτικού «Τα μαθηματικά μου», ΟΕΔΒ (1992)

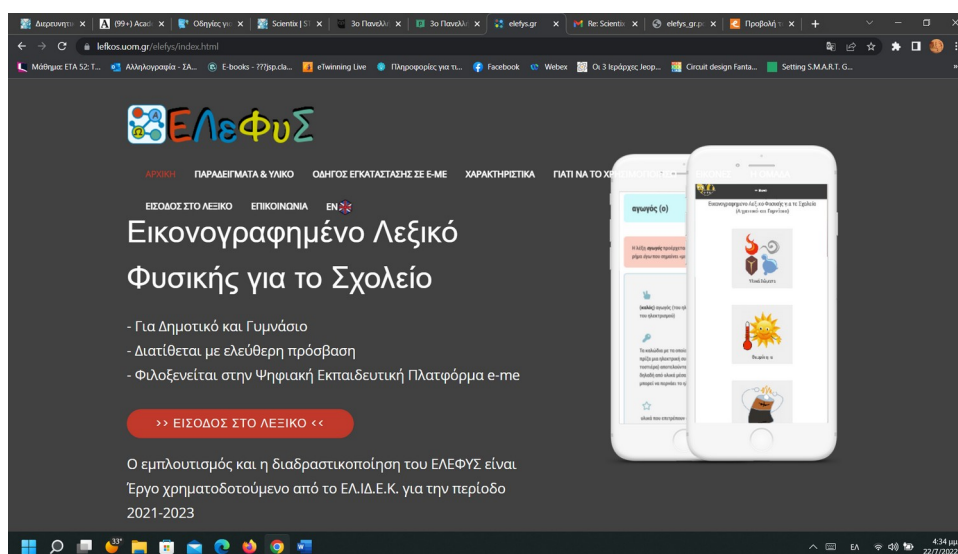
Ο Jammer (1997) σημείωσε ότι στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών του δημοτικού, παρατηρείται προβληματική διαχείριση της έννοιας της μάζας, που είναι σχετικά αφηρημένη, από τα σχολικά εγχειρίδια και τους εκπαιδευτικούς και η κατανόησή της πραγματοποιείται σταδιακά και με αργούς ρυθμούς.

Αν και έκτοτε αρκετά βήματα έχουν γίνει προς τη βελτίωση των παραπάνω, κρίνεται απαραίτητη μια πιο προσεγμένη προετοιμασία σχολικών βιβλίων, επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και χρήση εργαλείων κατάλληλων για την καλύτερη κατανόηση των εννοιών. Ένα χρήσιμο εργαλείο για αυτό το σκοπό είναι το ΕΛεΦυΣ που παρουσιάζεται ακολούθως.

## ΕΛΕΦΥΣ

Το ΕΛεΦυΣ (Εικονογραφημένο Λεξικό Φυσικής για το Σχολείο) είναι ένα ανοικτό εκπαιδευτικό υλικό με ελεύθερη πρόσβαση μέσω διαδικτύου (μέσα από την ηλεκτρονική διεύθυνση [www.elefys.gr](http://www.elefys.gr)) που σχεδιάστηκε από εκπαιδευτικούς με σκοπό την ενίσχυση του επιστημονικού και γλωσσικού γραμματισμού στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου καθώς και στις πρώτες τάξεις του Γυμνασίου (Λεύκος & Μητσιάκη, 2021). Το περιεχόμενο του ΕΛεΦυΣ δημιουργήθηκε και ανανεώνεται διαρκώς έχοντας ως γνώμονα τη συνδυαστική προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών και της Γλώσσας (Λεύκος & Μητσιάκη, 2017). Αυτή η προσέγγιση βασίστηκε στην ιδέα πως κάθε μάθημα των Φυσικών Επιστημών αποτελεί και ένα γλωσσικό μάθημα (Wellington & Osborne, 2001). Επομένως, το ΕΛεΦυΣ αποτελεί όχημα προς τον συνδυασμό αυτών των δύο αντικειμένων που, ενώ φαινομενικά απέχουν πολύ το ένα από το άλλο, ουσιαστικά παρουσιάζουν σχέσεις εξάρτησης μεταξύ τους καθώς ο εννοιολογικός μετασχηματισμός δεν μπορεί να επέλθει χωρίς τον απαραίτητο γλωσσικό μετασχηματισμό.

Ο εκπαιδευτικός, ο μαθητής ή ακόμα και ο γονιός δύναται να γνωρίσει το λεξικό μέσα από τη σελίδα του καθώς στην αρχική σελίδα υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά του λεξικού, τη συντακτική ομάδα και την επικοινωνία με αυτήν, παραδείγματα χρήσης του, ενδεικτικές εικόνες κ.ά. και μπορεί να εισέλθει στο περιβάλλον του λεξικού. (Σχήμα 2).



Σχήμα 2 : Η αρχική σελίδα του έργου ΕΛεΦυΣ.



Το ΕΛεΦυΣ δεν ακολουθεί τη σειριακή λογική των κλασικών λεξικών αλλά τα λήμματά του είναι ταξινομημένα εννοιολογικά. Είναι, βέβαια, δυνατόν ο χρήστης να αναζητήσει τα λήμματα σε αλφαβητικό ευρετήριο ή και μέσω της ενσωματωμένης μηχανής αναζήτησης.

Κατά τη διάρκεια της πανδημίας, δόθηκε η δυνατότητα να εγκατασταθεί το λεξικό στην πλατφόρμα της e-me και εν συνεχεία, το ΕΛεΦυΣ συμπεριλήφθη στα προτεινόμενα εκπαιδευτικά εργαλεία για τα εργαστήρια δεξιοτήτων (στην ενότητα Δημιουργώ & Καινοτομώ- STEM & Εκπαιδευτική Ρομποτική) από το ΙΕΠ. Καθώς το ΕΛεΦυΣ έχει δημιουργηθεί από εκπαιδευτικούς για τους εκπαιδευτικούς, οι εκπαιδευτικοί- χρήστες του ΕΛεΦυΣ μπορούν να συμβουλευονται τα παραδείγματα που υπάρχουν αναρτημένα στο υλικό αλλά και να αποστέλλουν τις δικές τους προτάσεις σε δραστηριότητες και φύλλα εργασίας ώστε να εμπλουτίζεται το υπάρχον υλικό.

## **ΒΙΩΜΑΤΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**

Οι συμμετέχοντες στο συγκεκριμένο εργαστήριο πρόκειται αρχικά να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες εξοικείωσης με το διαδικτυακό λεξικό ΕΛεΦυΣ προκειμένου να γνωρίσουν τα βασικά σχεδιαστικά χαρακτηριστικά του και τον τρόπο παρουσίασης των λημμάτων.

Εν συνεχεία, θα έχουν τη δυνατότητα να ενημερωθούν σχετικά τον τρόπο που μπορούν να δημιουργηθούν δραστηριότητες βασισμένες στο ΕΛεΦυΣ ώστε να ενταχθεί το εκπαιδευτικό εργαλείο στη διδασκαλία τους μέσα από μία συνδυαστική προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών και της Γλώσσας ακολουθώντας τα κατάλληλα φύλλα εργασίας σχετικά με τις έννοιες «μάζα» και «βάρος».

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Το έργο υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της 3<sup>ης</sup> Προκήρυξης της Δράσης «Επιστήμη και Κοινωνία» με τίτλο «Κόμβοι Έρευνας, Καινοτομίας και Διάχυσης» (Αριθμός Έργου: 1607).

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**


- Arons, B. A (1990). Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής. Εκδόσεις Τροχαλία, 107-110.
- Hennessy, S., Ruthven, K. & Brindley, S. (2005). Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: Commitment, constraints, caution and change, *Journal of Curriculum Studies*, 37/2.
- Jammer, M. (1997). Concepts of Mass in Classical and Modern Physics. Dover Publications, Mineola, New York.
- Λεύκος, Ι. & Μητσιάκη, Μ. (2017). ΕΛεΦυΣ-Εικονογραφημένο Λεξικό Φυσικής για το Σχολείο- Πρακτικά 10<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φ.Ε. και Ν.Τ. ΕΝΕΦΕΤ, Ρέθυμνο.
- Λεύκος, Ι. & Μητσιάκη, Μ. (2020). elefys.gr – Διαδικτυακό Ανοικτό Εκπαιδευτικό Υλικό για μια συνδυαστική προσέγγιση διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών και Γλώσσας. Στο Α. Σοφός, Α. Κώστας, Γ. Φούζας, & Β. Παράσχου (Επιμ.). Πρακτικά του 1<sup>ου</sup> Διεθνούς Συνεδρίου «Από τον 20<sup>ο</sup> στον 21<sup>ο</sup> αιώνα μέσα σε 15 ημέρες: Η απότομη μετάβαση της εκπαιδευτικής μας πραγματικότητας σε ψηφιακά περιβάλλοντα. Στάσεις-Αντιλήψεις- Σενάρια- Προοπτικές- Προτάσεις, 3-5 Ιουλίου 2020», 1, σσ. 693-700, Ελληνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης.
- ΟΕΔΒ. (1992). Τα μαθηματικά μου. Ε' Δημοτικού. Πρώτο μέρος. Αθήνα.
- Semerci, A. & Aydin, K. (2018). Examining High School Teachers' Attitudes towards ICT Use in Education. *International Journal of Progressive Education*, 14/2.
- Wellington, J. & Osborne, J.F. (2001). Language and Literacy in Science Education. Buckingham, Open University Press.

## Φύλλο Εργασίας

- Επισκέπτομαι το διαδικτυακό λεξικό για τις Φυσικές Επιστήμες <http://www.elefys.gr/> Πατάω είσοδος στο λεξικό και αφού επιλέξω την κατηγορία «Υλικά Σώματα», αναζητώ το λήμμα «μάζα»

Για ένα ευχάριστο ξεκίνημα, παρακολουθώ το παρακάτω βίντεο  
<https://video.link/w/mffG>



- Αφού διαβάσω το κριτικό σημείωμα με το σύμβολο  που βρίσκεται στο τέλος της σελίδας, τι πιστεύω ότι άλλαξε όταν ο Σκρατ γύριζε το κουμπί, η μάζα ή το βάρος του; Πώς το αιτιολογώ;
- 
- 

- Προχωρώ στη διαδικτυακή άσκηση για τη μάζα και το βάρος, πατώντας στον σύνδεσμο

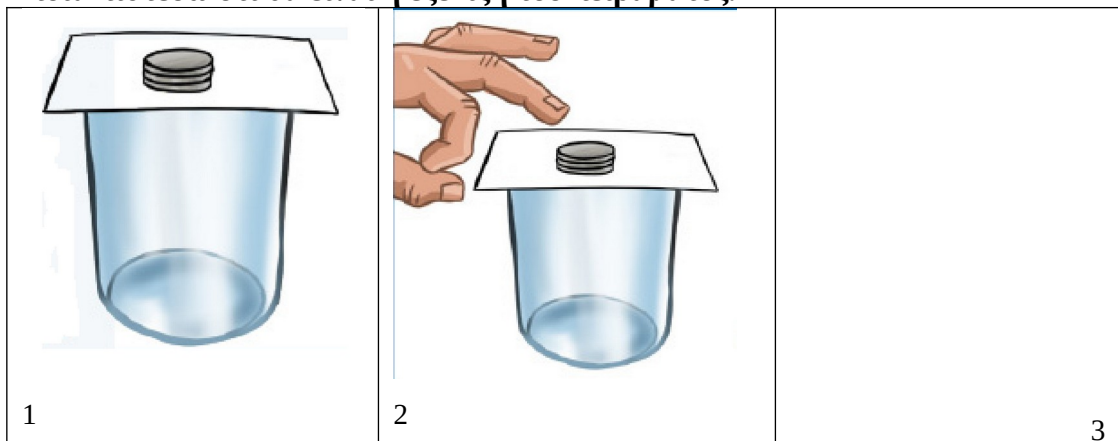
<https://wordwall.net/play/2425/940/784>

- Αν αναλάβω μια μέρα να φτιάξω εγώ το λεξικό ΕΛεΦυΣ, πώς θα εξηγούσα τη σημασία της λέξης «μαζεύω» χρησιμοποιώντας τη λέξη «μάζα»;
- 
- 

- Παρατηρώ στο ΕΛεΦυΣ τις λέξεις που είναι γραμμένες σε άλλη γλώσσα. Ποιες από αυτές μοιάζουν με την ελληνική; Γνωρίζω και άλλες γλώσσες όπου συμβαίνει το ίδιο;
- 
- 

- Διαβάζω στο ΕΛεΦυΣ για την αδρανειακή μάζα και σχεδιάζω στο τρίτο κουτάκι

ποια πιστεύω ότι θα είναι η εξέλιξη του πειράματος.



- Υλοποιώ το παραπάνω πείραμα. Ήταν σωστή η πρόβλεψή μου; \_\_\_\_\_
- Αν ήθελα να εξηγήσω στον μικρό μου αδελφό την έννοια «αδρανειακή μάζα», τι θα έλεγα;

---

---

---

- Ο Κρίτων –φοιτητής στο Πολυτεχνείο- καταφέρνει να φτιάξει μια χρονομηχανή και επιλέγει να επισκεφτεί την Αρχαία Ελλάδα. Εκεί συναντά τον συνονόμάτό του, Κρίτωνα. Η συζήτηση μεταξύ τους, όμως, δεν εξελίσσεται όπως τα περίμενε. Αφού μελετήσω το λήμμα «μάζα» στο λεξικό ΕΛΕΦΥΣ, προσπαθώ να βρω γιατί δεν μπορούν να συνεννοηθούν. Τι καταλαβαίνει ο ένας και τι ο άλλος;

*Μα πώς γίνεται να φάει κάποιος τη μάζα του;*

*Έφαγον τη μάζα μου.*



---

---

---

- Μελετώ το άρθρο του ΑΠΕ-ΜΠΕ που έχει αναρτηθεί στον ιστότοπο της Ναυτεμπορικής στον σύνδεσμο <https://m.naftemporiki.gr/story/349317>  
Αν ήμουν εκδότης του ΑΠΕ-ΜΠΕ, θα συμφωνούσα με τον τίτλο του άρθρου;  
Γιατί;

---

---

---

- Παρακολουθώ το παρακάτω απόσπασμα από τη νορβηγική ταινία «1001 γραμμάρια» όπου παρουσιάζεται μια στιγμή στην οποία ειδικοί από χώρες της Ευρώπης επισκέπτονται το Διεθνές Γραφείο Μέτρων και Σταθμών στις Σέβρες έξω από το Παρίσι ώστε να παρατηρήσουν το πρότυπο κιλό.

<https://video.link/w/7Bhdd>

Σε συνδυασμό με το προηγούμενο άρθρο, μπορώ να σκεφτώ λόγους για τους οποίους είναι σημαντικό να υπάρχει ένα πρότυπο κιλό;

---

---

---

# Ένα Ολιστικό Πλαίσιο Ικανοτήτων των Εκπαιδευτικών STEAM

Ναταλία Σπυροπούλου<sup>1</sup>, Αχιλλέας Καμέας<sup>2,3</sup>

nsriop@eap.gr, kameas@eap.gr

<sup>1</sup>Υποψήφια Διδάκτορας, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ)

<sup>2</sup>Καθηγητής, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ)

<sup>3</sup>Επιστημονικός Υπεύθυνος Ερευνητικής Μονάδας 3, ΙΤΥΕ «Διόφαντος»

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εκπαίδευση STEAM αποτελεί μία εκπαιδευτική προσέγγιση που αξιοποιεί την Επιστήμη, την Τεχνολογία, τη Μηχανική, τις Τέχνες και τα Μαθηματικά ως σημεία πρόσβασης για μία ολιστική γεφύρωση των γνωστικών αντικειμένων, ενισχύοντας την καλλιέργεια των δεξιοτήτων των μαθητών/τριων και αυριανών πολιτών του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Ωστόσο, καθώς τα τελευταία χρόνια αυξάνεται το ενδιαφέρον για την εκπαίδευση STEAM σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, καθώς σε συνδυασμό με τη διαθεματικότητα που προωθεί, έχουν δημιουργηθεί αρκετές προκλήσεις σχετικά με την ένταξή της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η κατάλληλη προετοιμασία των εκπαιδευτών/τριων STEAM είναι μία από τις πιο σημαντικές παραμέτρους επιτυχίας, καθώς καμία μετάβαση στην εκπαίδευση STEAM δεν θα είναι ποτέ δυνατή χωρίς την ενεργό και πλήρη συμμετοχή των εκπαιδευτικών.

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα εργασία περιγράφει το αποτέλεσμα μιας ερευνητικής μελέτης, η οποία οδήγησε σε ένα ολιστικό πλαίσιο ικανοτήτων των εκπαιδευτικών για την εκπαίδευση STEAM. Αναλυτικότερα, παρουσιάζονται η ανάγκη δημιουργίας ενός τέτοιου πλαισίου, η μεθοδολογία ανάπτυξής του, οι διαφορετικοί τομείς και διαστάσεις που βασίζονται στον διαφορετικό ρόλο που έχει ένας εκπαιδευτής και τέλος η χρησιμότητα του στην επιστημονική και εκπαιδευτική κοινότητα παρουσιάζοντας συγκεκριμένα παραδείγματα.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** εκπαίδευση και εκπαιδευτικοί STEAM, ανάπτυξη δεξιοτήτων, επιμόρφωση εκπαιδευτικών

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπαίδευση STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) εμφανίστηκε ως μία νέα εκπαιδευτική προσέγγιση σε συνέχεια της εκπαίδευσης STEM, απαντώντας στην ανάγκη αύξησης του ενδιαφέροντος και των δεξιοτήτων των εκπαιδευομένων στους τομείς του STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) δίνοντας ταυτόχρονα έμφαση στη φαντασία και τη δημιουργικότητα μέσω των τεχνών (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Αναλυτικότερα, η συμμετοχή των εφαρμοσμένων τεχνών συμβάλλει στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, την επικοινωνία, αλλά και την συνεργασία σε πραγματικές καταστάσεις ή γεγονότα (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021). Επιπλέον, αυτή η νέα εκπαιδευτική προσέγγιση μπορεί να αυξήσει τα μαθησιακά κίνητρα των εκπαιδευομένων διεγείροντας την περιέργειά τους σχετικά με την εφαρμογή της επιστημονικής και τεχνικής γνώσης σε πραγματικές καταστάσεις (Macdonald et al., 2019).

Ωστόσο, παρά το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM εντός της εκπαιδευτικής και ερευνητικής κοινότητας, δεν φαίνεται να υπάρχει μέχρι στιγμής συστηματική καθοδήγηση και κατευθυντήριες οδηγίες για τους/τις εκπαιδευτικούς όσον αφορά την αποτελεσματική υλοποίηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων εκπαίδευσης STEAM (Ng, 2019; Spyropoulou & Kameas, 2020b). Και αυτό συμβαίνει κυρίως επειδή η εκπαίδευση STEAM εστιάζει στην ολοκλήρωση μέσα από έναν ολιστικό τρόπο αντιμετώπισης των γνωστικών αντικειμένων αντί της ανεξάρτητης διδασκαλίας αυτών. Επομένως, καθώς οι στρατηγικές διδασκαλίας αλλάζουν, οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να υποστηρίζονται από την εκπαιδευτική κοινότητα προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις εκπαιδευτικές προκλήσεις που δημιουργεί η εκπαίδευση STEAM πρωτίστως ενημερώνοντας το προφίλ ικανοτήτων τους. Σε αυτό το πλαίσιο, αναπτύξαμε ένα νέο πλαίσιο ικανοτήτων για τους εκπαιδευτικούς STEAM προσαρμόζοντας και αξιοποιώντας υπάρχοντα Ευρωπαϊκά πλαίσια επαγγελματικών ικανοτήτων σε συνδυασμό με σχετικές ερευνητικές εργασίες με αντικείμενο την εκπαίδευση STEAM.

Το Πλαίσιο Ικανοτήτων για Εκπαιδευτικούς STEAM (STEAMCompEdu) σχεδιάστηκε ως ένα καινοτόμο ολιστικό πλαίσιο που παρέχει ένα πλήρες σύνολο ικανοτήτων που απαιτούνται

προκειμένου να διευκολυνθεί η εκπαίδευση STEAM. Οι ικανότητες αντικατοπτρίζουν διάφορες οπτικές γωνίες που προκύπτουν από τους πολλούς και διαφορετικούς ρόλους ενός/μιας εκπαιδευτή/τριας STEAM, όπως είναι ο ρόλος του/της διδάσκοντα/ουσας κατά τη διδασκαλία, ο ρόλος του/της σχεδιαστή/τριας και δημιουργού κατά τη δημιουργία και το σχεδιασμό εκπαιδευτικού περιεχομένου, ο ρόλος του/της διαχειριστή/τριας κατά τη διαχείριση των εκπαιδευομένων, ο ρόλος του/της ως μέλος ομάδων και κοινοτήτων εκπαιδευτικών με στόχο το σχεδιασμό και την εφαρμογή εκπαιδευτικών πολιτικών, και ο ρόλος του/της ως επαγγελματίας που μεριμνά για την επαγγελματική του/της ανάπτυξη.

Η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζει το STEAMCompEdu όπως σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε και χωρίζεται σε πέντε κύριες ενότητες: την εισαγωγή, την ενότητα της βιβλιογραφικής επισκόπησης σχετικά με την εκπαίδευση STEAM και τους εκπαιδευτικούς, την παρουσίαση του Πλαισίου Ικανοτήτων για Εκπαιδευτικούς STEAM, τη χρησιμότητα και τους τρόπους που μπορεί να αξιοποιηθεί. Τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας.

## **ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEAM ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ**

Η εκπαίδευση STEAM αποτελεί μια ανερχόμενη εκπαιδευτική προσέγγιση που βασίζεται σε υπάρχοντα μοντέλα διεπιστημονικού χαρακτήρα, η οποία βοηθά τους/τις εκπαιδευομένους/ες να εξερευνήσουν διαφορετικές γνωστικές περιοχές, τοποθετώντας σε πρώτο πλάνο ένα πρόβλημα ή ένα ζήτημα και χρησιμοποιώντας πολλαπλές διεργασίες έρευνας, οι οποίες συνδέουν τους διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους μέσω του προβλήματος που πρέπει να επιλυθεί (Quigley et al., 2020). Με αυτό το τρόπο η εκπαίδευση STEAM δίνει τη δυνατότητα στους/στις εκπαιδευτικούς να χρησιμοποιούν τεχνικές βασισμένες στην έρευνα και στην επίλυση προβλημάτων συνθέτοντας ένα ολιστικό πλαίσιο στο οποίο συμμετέχει, σε διαφορετικό βαθμό, καθένας από τους πέντε διαφορετικούς τομείς του STEAM. Επομένως, η εκπαίδευση STEAM προωθεί ένα περιβάλλον μάθησης χωρίς αποκλεισμούς στην οποία όλοι/ες οι εκπαιδευόμενοι/ες μπορούν να συμμετέχουν και να συνεισφέρουν (Herro & Quigley, 2017). Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά μοντέλα διδασκαλίας οι εκπαιδευτικοί που χρησιμοποιούν την εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM θα πρέπει να ενσωματώσουν στο μάθημά τους μια διαθεματική προσέγγιση, η οποία θα αξιοποιεί τους διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους του STEAM. Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία, όσον αφορά τα επιμορφωτικά προγράμματα εκπαιδευτικών, μέχρι στιγμής φαίνεται πως αυτή η διαθεματικότητα λαμβάνει χώρα σε περιορισμένο αριθμό κλάδων κυρίως τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες (Herro et al., 2018). Αν και η έρευνα για τη διδασκαλία διαθεματικών προγραμμάτων που σχετίζονται με τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες περιλαμβάνει μία καλή βάση για την ολιστική προσέγγιση STEAM, η μεγαλύτερη δυσκολία είναι ότι πολλοί/ες εκπαιδευτικοί φαίνεται να δυσκολεύονται στην αξιοποίηση των δεξιοτήτων τους μηχανικής ή των τεχνών, επομένως δεν μπορούν να τις συσχετίσουν με τους/τις εκπαιδευομένους/ες τους ή να αναπτύξουν τα σωστά εκπαιδευτικά προγράμματα STEAM (Portz, 2015).

Μελέτες έχουν επίσης δείξει ότι οι εκπαιδευτικοί στερούνται αυτοπεποίθησης στην διδασκαλία επιστημονικού υλικού και δυσκολεύονται να κερδίσουν το ενδιαφέρον των εκπαιδευομένων προκειμένου να μελετήσουν μαθήματα που σχετίζονται με το STEM (Fananta et al., 2018), ενώ υπάρχουν στοιχεία για παρόμοια συσχέτιση μεταξύ αυτοπεποίθησης, άγχους και αποτελεσματικότητας με την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών (Booher et al., 2020; Nadelson et al., 2013). Μέσα από μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την εκπαίδευση STEM, οι Margot & Kettler (Margot & Kettler, 2019) ανακάλυψαν ότι αν και οι εκπαιδευτικοί εκτιμούν την εκπαίδευση STEM, εντούτοις ανέφεραν διάφορα εμπόδια για την αξιοποίησή της, όπως παιδαγωγικές προκλήσεις, προκλήσεις ενσωμάτωσής της στο υφιστάμενο πρόγραμμα σπουδών, δομικές προκλήσεις, καθώς και ανησυχίες για το τρόπο αξιολόγησης των εκπαιδευομένων αλλά και έλλειψη υποστήριξης των εκπαιδευτικών. Οι εκπαιδευόμενοι/ες όταν ρωτήθηκαν πως θα μπορούσε να υποστηριχθεί η προσπάθειά τους στην εφαρμογή της εκπαίδευσης STEM, έδωσαν απαντήσεις που περιλάμβαναν τη συνεργασία με άλλους/ες εκπαιδευομένους/ες, το ποιοτικό πρόγραμμα σπουδών, την υποστήριξη από την εκπαιδευτική κοινότητα και την αποτελεσματική επαγγελματική ανάπτυξη.

Σε προηγούμενες εργασίες μας έχουμε επίσης εξετάσει τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τις προκλήσεις, τις δυσκολίες και τις ανάγκες επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών STEAM (Srygorouliou & Kameas, 2019, 2020c, 2020b, 2021) και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι

εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν αρκετές προκλήσεις και δυσκολίες, συμπεριλαμβανομένης της έλλειψης επαρκούς κατάρτισης. Επιπλέον, αν και η επαγγελματική ανάπτυξη σε διαφορετικά θέματα θεωρήθηκε απαραίτητη ανάλογα με τις ανάγκες των εκπαιδευτικών και το ακαδημαϊκό τους υπόβαθρο, η τεχνική κατάρτιση ήταν κοινή ανάγκη για την πλειοψηφία των συμμετεχόντων/ουσών, όσο και η επιμόρφωση στον τρόπο της ενσωμάτωσης των τεχνών στο STEAM αλλά και του εκπαιδευτικού σχεδιασμού στην εκπαίδευση STEAM. Παράλληλα, στην έρευνα των Shernoff et al. (2017) που περιλάμβανε 22 εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, τα ευρήματα έδειξαν ότι πολλοί/ες εκπαιδευτικοί ενδιαφέρονται για τις ολοκληρωμένες προσεγγίσεις της εκπαίδευσης STEAM, αλλά δεν πιστεύουν ότι είναι καλά προετοιμασμένοι/ες να τις εφαρμόσουν. Μια άλλη μελέτη (Herro & Quigley, 2017) που διερευνά τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία του STEAM επισήμανε την ανάγκη σημαντικής βοήθειας των εκπαιδευτών εκπαιδευτικών προκειμένου να επιμορφωθούν στις διδακτικές πρακτικές STEAM.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, καθώς η προσέγγιση STEAM χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο και βασίζεται στις καινοτομίες που προωθεί, χρειάζεται περισσότερη δουλειά για να κατανοήσουμε πώς να υποστηρίξουμε καλύτερα τους/τις εκπαιδευτικούς καθώς προσπαθούν να ενσωματώσουν την εκπαίδευση STEAM στην τάξη τους (Margot & Kettler, 2019) και απαιτείται περαιτέρω έρευνα και συζήτηση σχετικά με τις γνώσεις, τις εμπειρίες, τις στάσεις και τις ικανότητες που χρειάζονται οι εκπαιδευτικοί για να διδάξουν αποτελεσματικά ολοκληρωμένα μαθήματα STEAM (Stohlmann et al., 2012).

## **ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ STEAM**

Ο όρος ικανότητα (competence) αναφέρεται στην ικανότητα χρήσης γνώσεων, δεξιοτήτων και προσωπικών, κοινωνικών ή/και μεθοδολογικών ικανοτήτων, σε καταστάσεις εργασίας ή σπουδών για την επαγγελματική και προσωπική ανάπτυξη (ESCO, n.d.). Το Cedefop (Cedefop, n.d.) περιγράφει επίσης ότι η ικανότητα «δεν περιορίζεται σε γνωστικά στοιχεία (που περιλαμβάνει τη χρήση θεωρίας, εννοιών ή γνώσης), αλλά περιλαμβάνει επίσης λειτουργικές πτυχές (συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών δεξιοτήτων) καθώς και διαπροσωπικές ιδιότητες (π.χ. κοινωνικές ή οργανωτικές δεξιότητες) και ηθικές αξίες». Ένα προφίλ ικανοτήτων είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης που αποτελείται από μια λίστα ικανοτήτων που πρέπει να διαθέτει ένας/μία εργαζόμενος/η για να είναι επιτυχημένος/η σε μια θέση. Τα προφίλ ικανοτήτων βοηθούν στην αποτελεσματική μάθηση και ανάπτυξη εντοπίζοντας τις συμπεριφορές, τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις ικανότητες που είναι απαραίτητες για επιτυχημένη απόδοση σε μια εργασία (Fletcher & Campbell, 2018). Τα προφίλ και πλαίσια ικανοτήτων των εκπαιδευτικών χρησιμοποιούνται για την προώθηση «καλών πρακτικών», ενώ παρέχουν στους/στις εκπαιδευτικούς μια σαφή εστίαση στον καθορισμό στόχων για επαγγελματική ανάπτυξη και βοηθούν στην καθοδήγηση της κατάρτισης των εκπαιδευτικών και της θεσμοθέτησης των δραστηριοτήτων επαγγελματικής ανάπτυξης.

Με βάση τα παραπάνω ο σχεδιασμός του Πλαισίου Ικανοτήτων Εκπαιδευτικών STEAM (STEAMCompEdu) έχει δύο συγκεκριμένους στόχους. Πρώτον, να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους/τις εκπαιδευτικούς για σκοπούς αυτοαξιολόγησης και αυτορρύθμισης ως εργαλείο προκειμένου οι εκπαιδευτικοί να αξιολογήσουν τον εαυτό τους και να βρουν συγκεκριμένες ικανότητες που χρειάζεται να βελτιώσουν. Δεύτερον, να διευκολύνει την υποστήριξη και την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών STEAM, λειτουργώντας τόσο ως οδηγός για τη διαμόρφωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων προγραμμάτων κατάρτισης όσο και ως εργαλείο αξιολόγησης για την αξιολόγηση των προγραμμάτων κατάρτισης.

## **Μεθοδολογία ανάπτυξης του Πλαισίου Ικανοτήτων**

Σύμφωνα με τις National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2017), αν και οι εκπαιδευτικοί βρίσκονται στο επίκεντρο της διεύρυνσης της εκπαίδευσης STEAM, πολλές από τις πολιτικές που διαμορφώνουν την εκπαίδευση διαμορφώνονται με ελάχιστη έως καθόλου συμβολή από τους/τις εκπαιδευτικούς (Shernoff et al., 2017). Επιπλέον, οι περισσότερες διεθνείς μελέτες σχετικά με τις διδακτικές ικανότητες των εκπαιδευτικών φαίνεται πως βασίζονται κυρίως σε βιβλιογραφική ανασκόπηση για να καθορίσουν τους παράγοντες της ικανότητας διδασκαλίας, χωρίς να αντανακλούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών στο πεδίο (Kim & Kim, 2016).

Αντιθέτως με τα παραπάνω, για το σχεδιασμό του STEAMCompEdu, ακολουθήσαμε μια μεθοδολογία για την κατασκευή βασικών μοντέλων ικανοτήτων (Spygroulou & Kameas, 2020a), η

οποία αναφέρεται σε πολλαπλά στάδια ερευνών με ομάδες συμμετεχόντων, που είναι συνήθως γεωγραφικά διασκορπισμένοι/ες και η οποία τους/τις επιτρέπει να ασχολούνται συστηματικά με ένα σύνθετο πρόβλημα ή μια εργασία, με τη χρήση ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων. Αρχικά, με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και την πρώτη φάση της έρευνάς μας σχετικά με τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών STEAM σχετικά με τις προκλήσεις, τις δυσκολίες, τις εκπαιδευτικές ανάγκες και τον ρόλο του/της εκπαιδευτή/τριας STEAM, αναπτύχθηκε μία πρώτη έκδοση του Πλαισίου Ικανοτήτων. Για τη βιβλιογραφική ανασκόπηση χρησιμοποιήθηκε ένα σύνολο πόρων, συμπεριλαμβανομένου του Ευρωπαϊκού Πλαισίου για τις Ψηφιακές Ικανότητες Εκπαιδευτικών (DigCompEdu), σχετικές διαδικασίες σχετικά με τη διδακτική ικανότητα της εκπαίδευσης STEAM το Ευρωπαϊκό πλαίσιο των ικανοτήτων των εκπαιδευτικών, η έκθεση των ικανοτήτων STEM για τον 21ο αιώνα από την UNESCO, σχετικά πλαίσια ικανοτήτων ΤΠΕ για εκπαιδευτικούς και έκθεση του ΟΟΣΑ σχετικά με τις ικανότητες των εκπαιδευτικών και σχετικές εκθέσεις για τις ικανότητες των εκπαιδευτικών. Στη συνέχεια ολοκληρώθηκε μια διαδικασία αξιολόγησης μέσω συζητήσεων από ομάδες εμπειρογνομόνων σε 5 χώρες της ΕΕ (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Γερμανία, Βέλγιο), ως αποτέλεσμα της οποίας, μετά από ορισμένες προσαρμογές, δημιουργήθηκε η πρώτη έκδοση του Πλαισίου Ικανοτήτων.

Προκειμένου να επικυρωθεί αυτή η πρώτη έκδοση και να εντοπιστούν τομείς πιθανής βελτίωσης, σχεδιάστηκε μια έρευνα βάσει ερωτηματολογίου, στην οποία ζητήθηκε από τους/τις εκπαιδευτικούς να απαντήσουν σε ορισμένες αυτοστοχαστικές ερωτήσεις σχετικά με το επίπεδο εμπειρίας τους σε κάθε τομέα και να μοιραστούν τις απόψεις τους για το προκαθορισμένες κατηγορίες και διαστάσεις του πλαισίου, με κατάταξη, προσθήκη ή/και διαγραφή ή επανεγγραφή των ικανοτήτων. Με την ανάλυση ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων, δημιουργήθηκε ένα αναθεωρημένο Πλαίσιο Ικανοτήτων.

### **Το Πλαίσιο Ικανοτήτων Εκπαιδευτικών STEAM (STEAMCompEdu)**

Στον Σχήμα 1, παρουσιάζεται το Πλαίσιο Ικανοτήτων Εκπαιδευτικών STEAM ενώ στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι διαφορετικές οπτικές, κατηγορίες και ικανότητες που αυτό περιλαμβάνει. Οι πέντε διαφορετικές οπτικές που περιλαμβάνει αντιπροσωπεύουν τους διαφορετικούς ρόλους που έχουν οι εκπαιδευτικοί στο εκπαιδευτικό περιβάλλον (King & Frick, 1999).

Η πρώτη οπτική περιγράφει τον/την εκπαιδευτικό ως δάσκαλο-εκπαιδευτή-εκπαιδευτικό και περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες ικανότητες κατά την εφαρμογή μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας που βοηθά τους εκπαιδευόμενους να μάθουν. Περιλαμβάνει ικανότητες που σχετίζονται με την Παιδαγωγική, τη Γνώση Περιεχομένου, τη Διδασκαλία, τη χρήση περιεχομένου και εργαλείων, την Ανατροφοδότηση και την Αξιολόγηση και την ενδυνάμωση του/της εκπαιδευόμενου/ης.

Η δεύτερη οπτική, είναι εκείνη του/της εκπαιδευτικού ως σχεδιαστής/τρια και δημιουργός, η οποία περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες ικανότητες που σχετίζονται με το σχεδιασμό, την προετοιμασία και την ανάπτυξη (α) εκπαιδευτικών διαδικασιών, (β) μαθησιακών δραστηριοτήτων και (γ) περιεχομένου που απαιτούνται σε τις διαφορετικές φάσεις και ρυθμίσεις των διαδικασιών μάθησης που σχετίζονται με την εκπαίδευση STEAM. Επιπλέον, διαθέτει όλες τις υποστηρικτικές ικανότητες που στοχεύουν να ενισχύσουν και να διευκολύνουν την ανάπτυξη των εκπαιδευόμενων σχετικά με τις ικανότητες STEAM.

Η τρίτη οπτική αντιπροσωπεύει το ρόλο του/της εκπαιδευτικού ως ενορχηστρωτής/τρια και διαχειριστής/τρια. Περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες ικανότητες που σχετίζονται με τη διαχείριση και την ενορχήστρωση (α) των εκπαιδευτικών διαδικασιών, (β) το περιεχόμενο και τις ψηφιακές τεχνολογίες στη διδασκαλία και τη μάθηση (γ) το εργαστήριο και τον εξοπλισμό του και (γ) ομάδα εκπαιδευόμενων ή/ και άλλους/ες εκπαιδευτικούς κατά τη διάρκεια υλοποίησης δραστηριοτήτων συνεργατικής μάθησης.

Η τέταρτη οπτική αντιπροσωπεύει το ρόλο του/της εκπαιδευτικού ως μέλος κοινότητας και περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες ικανότητες που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση και τη συμμετοχή σε θεσμικές, επιχειρηματικές ή άλλες κοινότητες που σχετίζονται με την εκπαίδευση STEAM και την εφαρμογή πολιτικών που την προάγουν. Με αυτήν την αλληλεπίδραση, οι εκπαιδευτικοί συνεργάζονται και μαθαίνουν (από) άλλους/ες εκπαιδευτικούς και ανταλλάσσουν εμπειρίες που σχετίζονται με την εκπαίδευση STEAM.

Τέλος, η πέμπτη οπτική αντιπροσωπεύει τον/την εκπαιδευτικό ως επαγγελματία και περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες ικανότητες που σχετίζονται με την επαγγελματική τους ανάπτυξη



παράλληλα με τις μεταβιβάσιμες και ψηφιακές δεξιότητες που απαιτούνται κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την εκπαίδευση STEAM.

**Πίνακας 1:** Οι οπτικές, οι τομείς και οι διαστάσεις του πλαισίου ικανοτήτων εκπαιδευτικών στην εκπαίδευση STEAM

<b>Τομείς (Περιοχές)</b>	<b>Διαστάσεις (Ικανότητες)</b>
1.6 .1 Παιδαγωγική	1.1.1 Αντιλαμβάνεται και χρησιμοποιεί τεχνικές διδακτικής και μάθησης που προάγουν την εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM
	1.1.2 Εφαρμόζει μεθόδους συνεργατικής μάθησης σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες STEAM
	1.1.3 Προάγει την αυτό-ρυθμιζόμενη μάθηση σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες STEAM
1.2 Γνωστικό περιεχόμενο	1.2.1 Κατανοεί τι αναπαριστά και τι σημαίνει η εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM
	1.2.2 Κατέχει το γνωστικό περιεχόμενο θεμάτων που σχετίζονται με την προσέγγιση STEAM
1.3 Καθοδήγηση	1.3.1 Παρέχει καθοδήγηση σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες STEAM
	1.3.2 Ενεργεί ως διευκολυντής σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες STEAM
	1.3.3 Να ενεργεί ως μέντορας σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες STEAM
1.4 Χρήση περιεχομένου και εργαλείων	1.4.1 Επιλέγει και χρησιμοποιεί το κατάλληλο περιεχόμενο και εργαλεία για την εκπαίδευση STEAM
	1.4.2 Οργανώνει και διαμοιράζει το κατάλληλο περιεχόμενο και τα εργαλεία για την εκπαίδευση STEAM.
1.5 Ανατροφοδότηση και αξιολόγηση	1.5.1 Χρησιμοποιεί στρατηγικές αξιολόγησης στην εκπαίδευση STEAM
	1.5.2 Χρησιμοποιεί τεχνικές ανατροφοδότησης στην εκπαίδευση STEAM
1.6 Ενδυνάμωση εκπαιδευόμενου	1.6.1 Εξασφαλίζει την πρόσβαση και συμπερίληψης εκπαιδευτικές διαδικασίες που σχετίζονται με το STEAM.
	1.6.2 Εξασφαλίζει την ενεργή εμπλοκή των εκπαιδευσιτών στις εκπαιδευτικές διαδικασίες που σχετίζονται με το STEAM.
	1.6.3 Εξασφαλίζει την διαφοροποίηση και την εξστεικίευση στις εκπαιδευτικές διαδικασίες που σχετίζονται με το STEAM.
<b>Οπτική 2. Ο/Η Εκπαιδευτικός ως σχεδιαστής/τρια και δημιουργός μάθησης / σχεδιάζει και παράγει μαθησιακό προϊόν</b>	
2.1 Σχεδιασμός μαθήματος / προγράμματος σπουδών / δραστηριότητας	2.1.1 Κατανοεί και αναπτύσσει προγράμματα σπουδών σχετιζόμενα με το STEAM
	2.1.2 Σχεδιάζει σχετιζόμενα με STE(AM) μαθήματα
	2.1.3 Σχεδιάζει σχετιζόμενες με STE(AM) δραστηριότητες
2.2 Σχεδίαση και ανάπτυξη περιεχομένου και εργαλείων	2.2.1 Δημιουργεί και τροποποιεί το κατάλληλο περιεχόμενο για τη STEAM εκπαίδευση
	2.2.2 Σχεδιάζει και αναπτύσσει λογισμικά και εφαρμογές για τη STEAM εκπαίδευση
2.3 Ανάπτυξη του εκπαιδευόμενου	2.3.1 Διευκολύνει τις STEAM ικανότητες του εκπαιδευόμενου

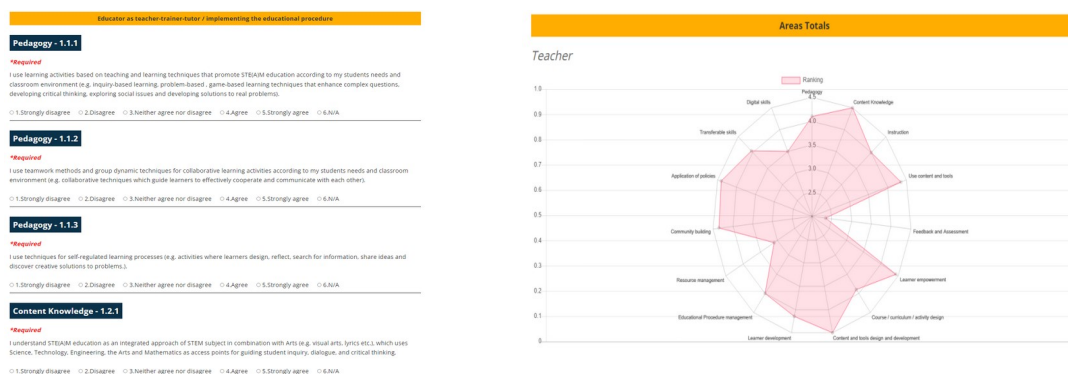
	2.3.2 Παρέχει οδηγίες για σχετικές με STEAM εργασιακές ευκαιρίες
<b>Οπτική 3. Ο/Η Εκπαιδευτικός ως ενορχηστρωτής/τρια και διαχειριστής/τρια / συντονιστής/τρια διαδικασιών και παραγόμενου έργου</b>	
3.1 Διαχείριση εκπαιδευτικών διαδικασιών	3.1.1 Εφαρμόζει μεθόδους οργάνωσης της διδακτικής διεργασίας για εκπαίδευση STEAM 3.1.2 Εφαρμόζει μεθόδους διαχείρισης της σχολικής τάξης για εκπαίδευση STEAM
3.2 Διαχείριση πόρων	3.2.1 Εφαρμόζει μεθόδους διαχείρισης εκπαιδευτικών πόρων στην εκπαίδευση STEAM 3.2.2 Εφαρμόζει μεθόδους διαχείρισης του εργαστηρίου στην εκπαίδευση STEAM 3.2.3 Εφαρμόζει μεθόδους διαχείρισης του ανθρώπινων πόρων στην εκπαίδευση STEAM
<b>Οπτική 4. Ο/Η Εκπαιδευτικός ως μέλος κοινότητας / σε διάδραση με το περιβάλλον</b>	
4.1 Οικοδόμηση της κοινότητας	4.1.1 Εμπλέκεται σε STEAM κοινότητες εκπαιδευτικών 4.1.2 Εμπλέκεται σε θεσμικές κοινότητες για εκπαίδευση STEAM 4.1.3 Εμπλέκεται σε ερευνητικές και επαγγελματικές κοινότητες για την εκπαίδευση STEAM
4.2 Εφαρμογή πολιτικών	4.2.1 Εφαρμόζει πολιτικές που προωθούν την εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM 4.2.2 Αναπτύσσει πολιτικές που προωθούν την εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM.
<b>Οπτική 5. Ο/Η Εκπαιδευτικός ως επαγγελματίας / που αναπτύσσει και εφαρμόζει ικανότητες</b>	
5.1 Μεταβιβάσιμες δεξιότητες	5.1.1 Αναπτύσσει ηγετικές δεξιότητες 5.1.2 Αναπτύσσει δεξιότητες παρουσίασης και επικοινωνιακές δεξιότητες 5.1.3 Αναπτύσσει την κριτική σκέψη και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων 5.1.4 Εφαρμόζει δεξιότητες ηθικής 5.1.5 Αναπτύσσει δεξιότητες ομαδικής εργασίας 5.1.6 Εφαρμόζει δεξιότητες διαχείρισης της πληροφορίας 5.1.7 Αναπτύσσει δεξιότητες επιχειρηματικότητας
5.2 Ψηφιακές δεξιότητες	5.2.1 Αναπτύσσει δεξιότητες ψηφιακού γραμματισμού 5.2.2 Διαχειρίζεται και χρησιμοποιεί ψηφιακά εργαλεία για STEAM εκπαίδευση
5.3 Επαγγελματική ανάπτυξη	5.3.1 Προσαρμόζει πρακτικές αναστοχασμού στη STEAM εκπαίδευση 5.3.2 Συμμετέχει σε δια βίου μάθηση σχετικά με την προσέγγιση STEAM 5.3.3 Δρα ως ερευνητής στην εκπαίδευση STEAM



Σχήμα 1: Σχήμα του πλαισίου ικανοτήτων εκπαιδευτικών STEAM.

## Αξιοποίηση του Πλαισίου Ικανοτήτων Εκπαιδευτικών STEAM

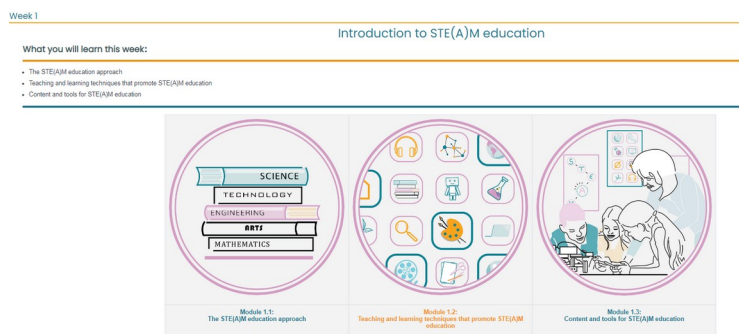
Όπως αναφέρθηκε, το Πλαίσιο Ικανοτήτων Εκπαιδευτικών STEAM στοχεύει αρχικά να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους/τις εκπαιδευτικούς για σκοπούς αυτοαξιολόγησης, ώστε να εντοπίσουν συγκεκριμένες ικανότητες που πρέπει να επιδιώξουν να βελτιώσουν. Οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται εργαλεία αυτοαξιολόγησης και προβληματισμού για να τους βοηθήσουν να αξιολογήσουν θεμελιώδεις πεποιθήσεις και υποθέσεις σχετικά με τη μάθηση, τους/τις μαθητές/τριες, τη διδασκαλία καθώς και τις διαφορές μεταξύ των αντιλήψεών τους για τη διδακτική πρακτική αλλά και αυτών που έχουν οι εκπαιδευόμενοι τους στην τάξη τους. Ένα συγκεκριμένο παράδειγμα εκμετάλλευσης του Πλαισίου Ικανοτήτων Εκπαιδευτικών STEAM είναι η ανάπτυξη του εργαλείου αυτοαξιολόγησης της ετοιμότητας STEAM (<https://steamonedu.eu/settool/>) με βάση το πλαίσιο STEAMCompEdu (Syrigorouliou, Kostorizos and Kameas, 2022). Αυτό το εργαλείο σχεδιάστηκε ώστε αφενός οι εκπαιδευτικοί οργανισμοί και αφετέρου οι εκπαιδευτικοί να μπορούν να εντοπίσουν τα δυνατά σημεία και τα κενά τους σχετικά με την εκπαίδευση STEAM (βλ. στιγμιότυπα του εργαλείου στο Σχήμα 2).



Σχήμα 2: Στιγμιότυπα του εργαλείου αυτοαξιολόγησης STEAM SAT tool.

Ο δεύτερος στόχος του Πλαισίου Ικανοτήτων είναι να υποστηρίξει την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών STEAM, τόσο ως οδηγός για τη διαμόρφωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων συγκεκριμένων προγραμμάτων κατάρτισης όσο και ως εργαλείο αξιολόγησης για αξιολόγηση του εκπαιδευτικού προγράμματος. Ένα παράδειγμα εφαρμογής του πλαισίου είναι το εκπαιδευτικό πρόγραμμα δύο φάσεων για εκπαιδευτικούς STEAM που αναπτύχθηκε και υλοποιήθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Έργου Erasmus+ STEAMonEdu (<https://steamonedu.eu/>). Το εκπαιδευτικό

πρόγραμμα περιελάμβανε ένα Μαζικό Ανοικτό Διαδικτυακό Μάθημα (MOOC) διάρκειας έξι εβδομάδων και ένα μάθημα μικτής μάθησης διάρκειας δύο εβδομάδων (περισσότερες λεπτομέρειες για το εκπαιδευτικό πρόγραμμα βλ. <https://mooc.cti.gr/steamonedu.html>), τα οποία βασίστηκαν στις πέντε οπτικές του STEAMCompEdu.



**Σχήμα 3:** Στιγμιότυπο του εκπαιδευτικού προγράμματος για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών STEAM.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτή την εργασία παρουσιάσαμε ένα ολιστικό Πλαίσιο Ικανοτήτων Εκπαιδευτικών STEAM. Ακολουθώντας μια κύρια μεθοδολογία για την κατασκευή βασικών μοντέλων ικανοτήτων, το πλαίσιο διαμορφώθηκε με βάση τους διαφορετικούς ρόλους που έχουν οι εκπαιδευτικοί στην εκπαιδευτική διαδικασία: Εκπαιδευτικός ως δάσκαλος-εκπαιδευτής-δάσκαλος, Εκπαιδευτικός ως σχεδιαστής/τρια και δημιουργός μάθησης, Εκπαιδευτικός ως εντοχρηστροπής/τρια και διευθυντής/τρια, Εκπαιδευτικός ως μέλος κοινότητας και Εκπαιδευτικός ως επαγγελματίας. Οι ρόλοι αναλύονται σε 16 διαφορετικούς τομείς (περιοχές) ικανοτήτων όπως διδασκαλία και μάθηση, δημιουργία και σχεδιασμός περιεχομένου, διαχείριση τάξεων, ενδυνάμωση των μαθητών, συμμετοχή σε κοινότητες και επαγγελματική ανάπτυξη και 44 διακριτές ικανότητες. Στόχος αυτού του πλαισίου είναι να λειτουργήσει ως εργαλείο αυτοαξιολόγησης, να υποστηρίξει την επαγγελματική εξέλιξη και γενικότερα να υποστηρίξει την αρτιότερη προετοιμασία των εκπαιδευτικών STEAM.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφείς επιθυμούν να ευχαριστήσουν τους εταίρους και τους συναδέλφους του έργου Erasmus+/KA3 «STEAMonEdu: Ανάπτυξη ικανοτήτων των εκπαιδευτικών STEAM μέσω διαδικτυακών εργαλείων και κοινοτήτων» για τα σχόλιά τους κατά τη διαμόρφωση του πλαισίου.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. *Education Sciences* 2021, Vol. 11, Page 331, 11(7), 331. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI11070331>
- Booher, L., Nadelson, L. S., & Nadelson, S. G. (2020). What about research and evidence? Teachers' perceptions and uses of education research to inform STEM teaching education research to inform STEM teaching. *The Journal of Educational Research*, 0(0), 1–13. <https://doi.org/10.1080/00220671.2020.1782811>
- Cedefop. (n.d.). *European Centre for the Development of Vocational Training Terminology of European education and training policy Terminology of European education and training policy SECOND EDITION*. <https://doi.org/10.2801/15877>
- ESCO. (n.d.). *ESCO - ESCOpedia - European Commission*. Retrieved April 22, 2021, from <https://ec.europa.eu/esco/portal/escopedia/Competence?resetLanguage=true&newLanguage=en>
- Fananta, M. R., Umbara, T., Hastuti, S., & Dwi. (2018). In-Service Professional Development on Supporting Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge and Efficacy through Inquiry-Based Teacher Training. *SHS Web of Conferences*, 42, 8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/shsconf/20184200008>
- Fletcher, T., & Campbell, J. (2018). *Adult and Social Education*. ED-Tech Press. [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=VtW\\_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=adult+and+social+education+book+Theo+](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=VtW_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=adult+and+social+education+book+Theo+)
- Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

Fletcher&ots=YagQG2kyeo&sig=fivOQc-uSD3mTLx3iYlgxEqciq4

- Herro, D., & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416–438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Herro, D., Quigley, C., & Jacques, L. A. (2018). Examining technology integration in middle school STEAM units. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(4), 485–498. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2018.1514322>
- Kim, B. H., & Kim, J. (2016). Development and validation of evaluation indicators for teaching competency in STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1909–1924. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1537a>
- King, K. S., & Frick, T. (1999). Transforming Education: Case Studies in Systems Thinking. *AERA*.
- Macdonald, A., Hunter, J., Wise, K., & Fraser, S. (2019). STEM and STEAM and the Spaces Between: An Overview of Education Agendas Pertaining to “Disciplinarity” Across Three Australian States. *Journal of Research in STEM Education*, 5(1), 75–92.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based stem professional development for elementary teachers. *Journal of Educational Research*, 106(2), 157–168. <https://doi.org/10.1080/00220671.2012.667014>
- Ng, S. B. (2019). *Exploring STEM Competences for the 21 st Century* (Issue 30). UNESCO.
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Portz, S. (2015). The Challenges of STEM Education. *The Space Congress*, 7(3), 1053–1057. <https://doi.org/10.1039/c0sm00837k>
- Quigley, C. F., Herro, D., King, E., & Plank, H. (2020). STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School. *Journal of Science Education and Technology*, 29(4), 499–518. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09832-w>
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Spyropoulou, N. D., & Kameas, A. D. (2019). STEM Education : Future and Current Challenges for the Preparation of STEM Educators. *International Conference New Perspectives in Science Education*.
- Spyropoulou, N. D., & Kameas, A. D. (2020a). Methodology for the Development of a Competence Framework for STEAM educators. *European Distance and E-Learning Network (EDEN) Conference*.
- Spyropoulou, N. D., & Kameas, A. D. (2021). Educators' competences for STEAM education : a case study in Greece. *Panhellenic and International Conference on “STEAM Educators and Education”*, 504–514.
- Spyropoulou, N. D., & Kameas, A. D. (2020b). Investigating the role of STEAM Educators : a case study in Greece. *International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications*, 1–6.
- Spyropoulou, N. D., & Kameas, A. D. (2020c). STEM Educator challenges and professional development needs: the educators' views. *IEEE Global Engineering Education Conference 2020*, 554–562.
- Spyropoulou, N.D., Kostorizos K. & Kameas, A. D (2022). Enabling educators to self-assess their STEAM readiness. *International Conference on Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education*, in press.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>

# «Μια Σταγόνα, Χίλιες Δεξιότητες: Η STEAM Διάσταση του Νερού στο Νηπιαγωγείο»

Παλούμπα Ελένη<sup>1</sup>, Τσάχαλη Ελένη<sup>2</sup>  
elpaloumpa1@gmail.com, elenitsaxali@gmail.com

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός κλ.ΠΕ04.02, Χημικός, Υπεύθυνη του Ε.Κ.Φ.Ε. Λακωνίας, ΔΔΕ Λακωνίας

<sup>2</sup>Εκπαιδευτικός κλ. ΠΕ60, Νηπιαγωγός του 7ου Νηπιαγωγείου Σπάρτης, ΠΔΕ Λακωνίας

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία, με αφορμή την υλοποίηση του προγράμματος «STE(A)M και Εκπαιδευτική Ρομποτική μέσα από τον κύκλο του νερού και την Υδροδυναμική», που υλοποιήθηκε στο 6<sup>ο</sup> και στο 7ο Νηπιαγωγείο Σπάρτης (2021-2022), επιχειρείται διερεύνηση και αναστοχασμός για την εφαρμογή των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων και των τεχνικών STEAM στην Προσχολική Εκπαίδευση, με εστίαση στις Φυσικές Επιστήμες και τη Ρομποτική. Εργαστήρια Δεξιοτήτων υλοποιήθηκαν για 1η φορά κατά το σχολικό έτος 2021-2022 και είναι φανερό ότι η αναστοχαστική αξιολόγηση ενός εκάστου από αυτά, δύναται να αποφέρει χρήσιμα συμπεράσματα για τη βελτίωση και την αποτελεσματικότερη εφαρμογή τους. Επιπλέον, ο πειραματικός εμπλουτισμός που κατά περίπτωση προέκυψε ως «μίγμα» έμπνευσης, εμπειρίας, γνώσης, συνεργασίας, επικοινωνίας των εκπαιδευτικών τόσο μεταξύ τους όσο και με αρμόδιους φορείς, αξίζει να καταγραφεί και να αποτιμηθεί σε ένα πλαίσιο γενικότερης αξιοποίησης αλλά και περαιτέρω αναζήτησης καλών πρακτικών. Στην παρούσα μελέτη περίπτωσης, οι Νηπιαγωγοί συνεργάστηκαν με τους υπεύθυνους του Tech-Lab της Δημόσιας Κεντρικής Βιβλιοθήκης Σπάρτης και του Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών (Ε.Κ.Φ.Ε.) Λακωνίας. Κοινά κομβικά σημεία των διδακτικών προσεγγίσεων αποτέλεσαν: Η κατανόηση των φαινομένων που σχετίζονται με το νερό και, μέσω αυτών, η κατάκτηση ηλικιακά προσαρμοσμένων γνώσεων για έννοιες, φαινόμενα και νόμους των Φυσικών Επιστημών, η εξοικείωση με την αλγοριθμική λογική ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων της καθημερινότητας, η καλλιέργεια της διερευνητικής και ανακαλυπτικής μάθησης, ο επιστημονικός και τεχνολογικός εγγραμματισμός.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Μορφές του νερού, Ιδιότητες του νερού, Υδροδυναμική

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αξία της ένταξης των δεξιοτήτων STE(A)M και των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών της Πρωτοβάθμιας και της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης είναι διαρκής και αυξανόμενη, ενώ παράλληλα η σημασία της σύνδεσης της εκπαίδευσης με την επαγγελματική πορεία του κάθε πολίτη αλλά και τη γενικότερη πρόοδο και ανάπτυξη μιας χώρας είναι σαφής και αδιαμφισβήτητη. Στο πλαίσιο αυτό, η πιλοτική εφαρμογή των εργαστηρίων δεξιοτήτων κατά το σχολικό έτος 2021-2022, αποσκοπώντας στον κατά το δυνατόν ευρύτερο και πληρέστερο εφοδιασμό των μαθητών, έδωσε στην εκπαιδευτική κοινότητα ευκαιρίες και προκλήσεις ανάπτυξης της δημιουργικότητας, της συνεργασίας, της επικοινωνίας και της κριτικής σκέψης, προωθώντας έτσι έμπρακτα την καλλιέργεια και την ενδυνάμωση των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα σε μαθητές και εκπαιδευτικούς. «Η Επιστήμη και η Τεχνολογία, στον βαθμό που καθορίζουν ολόένα και πιο αποφασιστικά την καθημερινή ζωή των πολιτών, έχουν εισέλθει ορμητικά στο δημόσιο πεδίο και έχουν γίνει αντικείμενο έντονης κριτικής από το κοινό για τη συμβολή τους στη δημιουργία διαφόρων τύπων νέων κινδύνων για την υγεία και την οικολογική ισορροπία του πλανήτη μας. Η έντονη αυτή εμπλοκή του κοινού σε θέματα που σχετίζονται με την Επιστήμη και την Τεχνολογία, διαμορφώνει μια νέα δυναμική στις σχέσεις της Κοινωνίας με τις δύο αυτές περιοχές, ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί την αναγκαιότητα της εισαγωγής των σύγχρονων κοινωνικών ζητημάτων που σχετίζονται με την τεχνο-επιστήμη και στα Αναλυτικά Προγράμματα των Φυσικών Επιστημών» (Bliss et al., 2001).

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Στην κατεύθυνση της αναζήτησης ολιστικών εκπαιδευτικών μοντέλων, τα οποία θα συνδέουν την επιστημονική γνώση με πραγματικές καταστάσεις από την καθημερινή ζωή, από το 2001 στις ΗΠΑ και πλέον με εντυπωσιακά αυξανόμενη συχνότητα και εύρος εφαρμογών στην Ελληνική εκπαίδευση, βρίσκεται υποστηρικτές το μοντέλο «STEM», ακρωνύμιο των λέξεων Science, Technology, Engineering, Mathematics. Πρόκειται για μια διεπιστημονική διδακτική μεθοδολογία, με χαρακτήρα

μαθητοκεντρικό και ομαδοσυνεργατικό, όπου η δοκιμή και ο πειραματισμός, η διερεύνηση και η οικοδόμηση της γνώσης εντάσσονται σε ένα πλαίσιο ολιστικής προσέγγισης της νέας γνώσης και σύνδεσής της με την καθημερινή ζωή και την κοινωνία.

Η εκπαιδευτική ρομποτική εμπεριέχεται στις δράσεις STEM, αφού «με την εκπαιδευτική ρομποτική αντιλαμβανόμαστε το πώς οι γνώσεις μας στη Φυσική, στα Μαθηματικά, στη Μηχανική και στην Τεχνολογία μπορούν να δώσουν λύση σε πρακτικά προβλήματα αλλά και να κατανοούμε διάφορες τεχνολογίες που συναντάμε στην καθημερινή ζωή. Χαρακτηριστικό της εκπαιδευτικής ρομποτικής αποτελεί η κατανόηση της λειτουργίας των αισθητήρων και των ενεργοποιητών (κινητήρων κ.ά.)» (Καλοβρέκτης & Ψυχάρης, 2019).

Επειδή όπως επισημαίνει ο Κασσέτας (1992), «εδώ και λίγα χρόνια παρακολουθούμε την Επιστήμη να αναρωτιέται μήπως η δική της “αλήθεια” οφείλει να μοιάζει με την καλλιτεχνική θεώρηση του κόσμου, να είναι δηλαδή μια υπόθεση με ατέλειωτες αποχρώσεις» και, γενικότερα, η επισκόπηση της βιβλιογραφίας δίνει ικανό αριθμό παραδειγμάτων μεγαλοφυών επιστημόνων με αξιοθαύμαστες καλλιτεχνικές δεξιότητες όπως π.χ. ο Leonardo Da Vinci, η ισότιμη ένταξη του καλλιτεχνικού εγγραμματοτισμού και της έκφρασης της τέχνης σε έναν «καμβά» ολιστικής εκπαίδευσης όπως το STEM, συνάδει με τα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν και αποτελεί ουσιώδη παράμετρο. «Το A είναι για τις Τέχνες (Art): Η δημιουργική σκέψη και η καινοτομία είναι αναγκαία για τις STEAM. Αυτός είναι ο λόγος που οι Τέχνες προστέθηκαν στη STEM για να γίνει STEAM. Σχεδόν όλα τα επαγγέλματα πρέπει να καινοτομούν και να επιλύουν με δημιουργικό τρόπο προβλήματα. Ο τρόπος προσέγγισης της μάθησης είναι η ενεργή και αυτοκαθοδηγούμενη ανακάλυψη. Μέσω των τεχνών χρησιμοποιούν σύμβολα που εκφράζουν πραγματικά αντικείμενα, γεγονότα και συναισθήματα. Η μουσική συνδέεται με αναγνώριση συμβόλων και αριθμητική. Η δραματοποίηση και το σχέδιο δίνει τη δυνατότητα έκφρασης προτού μάθουν ανάγνωση και γραφή. Οι έρευνες δείχνουν ότι η πρώιμη ενασχόληση με τις τέχνες υποστηρίζει τη γνωστική ανάπτυξη και αυξάνει την αυτοεκτίμηση» (Καραπάνου & Τζίρου, 2018). Επιπλέον, «δημιουργείται ένα περιβάλλον μάθησης χωρίς αποκλεισμούς, όπου όλοι οι μαθητές μπορούν να συμμετάσχουν και να συνεισφέρουν. Σε αντίθεση με τα πιο παραδοσιακά μοντέλα διδασκαλίας, οι εκπαιδευτικοί που χρησιμοποιούν τη μεθοδολογία STEAM ακολουθούν προσεγγίσεις στο πλαίσιο των οποίων οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να καλλιεργούν και να ενισχύουν πολλές και σημαντικές δεξιότητες» (ΙΕΠ, 2021).

Βάσει της κείμενης νομοθεσίας, «τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων αποτελούν καινοτόμο, δυναμική, διδακτική, εκπαιδευτική δράση, η οποία συνίσταται στην προσθήκη νέων Θεματικών Ενοτήτων, με εστίαση στις δεξιότητες, στο υποχρεωτικό ωρολόγιο πρόγραμμα του Νηπιαγωγείου, του Δημοτικού και του Γυμνασίου, αξιοποιώντας σύγχρονες και καινοτόμες μεθόδους μάθησης. Βασική αρχή των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων είναι να συνδυάζουν το γνωστικό πεδίο των Προγραμμάτων Σπουδών με την ανάπτυξη βασικών ικανοτήτων των μαθητριών και των μαθητών με σκοπό τη διάπλάσή τους σε ελεύθερους και υπεύθυνους πολίτες. Σκοπός των «Εργαστηρίων δεξιοτήτων» είναι η ενίσχυση της καλλιέργειας ήπιων δεξιοτήτων, δεξιοτήτων ζωής και δεξιοτήτων τεχνολογίας και επιστήμης στις μαθήτριες και στους μαθητές. Στους επιμέρους στόχους των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων είναι η μάθηση μέσω ομαδοσυνεργατικής, δημιουργικής και κριτικά αναστοχαζόμενης διδακτικής μεθοδολογίας, η ενίσχυση των δεξιοτήτων ζωής, διαμεσολάβησης και υπευθυνότητας, η ενίσχυση των δεξιοτήτων ψηφιακής μάθησης, τεχνολογίας και προγραμματιστικής σκέψης (ΦΕΚ 3567/Β/04-08-2021). Η αποτίμηση των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων και η αποδοχή τους από τη σχολική κοινότητα, φαίνεται να έχουν θετικό πρόσημο σύμφωνα με σχετική έρευνα του ΙΕΠ, όπου αναφέρεται ότι «τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων αποτέλεσαν βασική παράμετρο της λειτουργίας του σχολείου κυρίως με τη θετική ανταπόκριση των μαθητών/τριών στο περιεχόμενο και στη νέα μεθοδολογία των Ε.Δ. για την ενίσχυση της καλλιέργειας ήπιων δεξιοτήτων, δεξιοτήτων ζωής και δεξιοτήτων τεχνολογίας και επιστήμης, σε συνδυασμό με τη διαμόρφωση ενός σύγχρονου πλαισίου εκπαιδευτικών προγραμμάτων» (ΙΕΠ, 2022).

Η άμεση και λειτουργική σχέση των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων και της STE(A)M εκπαιδευτικής μεθοδολογίας σε ένα σχολείο σύγχρονο, ανοιχτό, καινοτόμο και συμπεριληπτικό είναι προφανής. Καθώς οι εκπαιδευτικές πρακτικές που απορρέουν από τον συνδυασμό των παραπάνω προσαρμόζονται σε κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης, μια πρώτη εκτίμηση εφαρμογής της στην ελάχιστη των βαθμίδων, στο Νηπιαγωγείο, θα μπορούσε να δώσει χρήσιμα και πρακτικά συμπεράσματα, για περαιτέρω βελτίωση κι εξέλιξη.

Το πρόγραμμα «STE(A)M και Εκπαιδευτική Ρομποτική μέσα από τον κύκλο του Νερού και την

Υδροδυναμική» όπως προτείνεται από το ΙΕΠ, εντάσσεται στη θεματική ενότητα «Δημιουργώ και Καινοτομώ-Δημιουργική Σκέψη και Καινοτομία» και στην υποθεματική STEM/STEAM και Ρομποτική. Αλευθύνεται σε παιδιά Νηπιαγωγείου και Α΄ Δημοτικού και προτείνεται να αναπτυχθούν σε ένα τετράμηνο του σχολικού έτους 7 εργαστήρια, με κατανομή ένα εργαστήριο την εβδομάδα.

Σκοπός του προγράμματος είναι «να έρθουν σε επαφή οι μαθητές/ήτριες του Νηπιαγωγείου και της πρώτης τάξης του Δημοτικού Σχολείου με θέματα που αφορούν την επιστήμη, τα μαθηματικά, τη μηχανική και την τεχνολογία» και, βασικοί του στόχοι «είναι τα παιδιά, να κατανοήσουν τα χαρακτηριστικά της μάθησης μέσα από τον προβληματισμό, να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν ένα πρόγραμμα, να εξασκηθούν στον αλγοριθμικό τρόπο σκέψης, να αναπτύξουν δεξιότητες προσανατολισμού και μέτρησης αποστάσεων και να αναζητήσουν λύσεις σε καθημερινά προβλήματα, όπως ο κύκλος του νερού και η υδροδυναμική» (ΙΕΠ, 2021).

## STEAM - ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Στο 7ο Νηπιαγωγείο Σπάρτης υλοποιήθηκε το πρόγραμμα «Από πού είσαι Ποταμάκι;» του Θεματικού Κύκλου «Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη» και της Υποενότητας «STEAM και Εκπαιδευτική Ρομποτική μέσα από τον κύκλο του Νερού και την Υδροδυναμική».



**Εικόνα 1:** Ομαδοσυνεργατικό κολλάζ για τον κύκλο του νερού, 7<sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο Σπάρτης. Η “Art” συνιστώσα και οι δεξιότητες του νου και της ζωής, του 21<sup>ου</sup> αιώνα.

Οι διδάσκουσες Νηπιαγωγοί έθεσαν τους ακόλουθους στόχους, ώστε με την ολοκλήρωση του προγράμματος, τα παιδιά:

- Να γνωρίσουν τον κύκλο του νερού
- Να εξοικειωθούν με την τεχνολογία, να παίξουν και να δημιουργήσουν, με θέμα το ταξίδι της σταγόνας
- Να εκφραστούν δημιουργικά μέσα από διάφορες μορφές τέχνης
- Να πειραματιστούν με διάφορα υλικά και να διαπιστώσουν τη διαλυτότητά τους στο νερό, αλλά και την ιδιότητα των υλικών να επιπλέουν ή να βυθίζονται
- Να γνωρίσουν τα ρομπότ BeeBot και BlueBot και να τα προγραμματίσουν, προκειμένου να κάνουν τη διαδρομή του νερού σε επιφάνεια κολλάζ.

«Η ανακαλυπτική θεωρία της μάθησης βασίζεται στην αρχή ότι για να μάθει το υποκείμενο πρέπει να δράσει σε συγκεκριμένα αντικείμενα. Αποτέλεσμα αυτής της δράσης είναι η κατάκτηση του αφηρημένου ή η ανακάλυψη της γνώσης. Η μάθηση συντελείται μέσω συνεργατικών δραστηριοτήτων, επίλυση προβλημάτων και ανώτερων λειτουργιών της σκέψης. Άλλα χαρακτηριστικά στοιχεία είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών και η παραγωγική ομιλία» (Driver et al, 1998). Η διδακτική παρέμβαση, υιοθετώντας τα στοιχεία της ανακαλυπτικής θεωρίας, εμπλουτισμένα με στοιχεία διερεύνησης και εποικοδομισμού, εξελίχθηκε όπως φαίνεται στον Πίνακα:

**Πίνακας 1:** Δραστηριότητες και διερευνητικά ερωτήματα καλλιεργούν πλήθος δεξιοτήτων

Διερώτηση – Δραστηριότητα	Δεξιότητες που καλλιεργούνται
Παραγωγική συζήτηση για το νερό: Πού βρίσκεται το νερό; Πώς χρησιμοποιείται; Πώς φτάνει το νερό	Δεξιότητες μάθησης του 21 <sup>ου</sup> αιώνα και δεξιότητες του νου: Δημιουργική, παραγωγική, ολιστική και

Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α



στα σπίτια; Ο θαυμαστός κόσμος της θάλασσας, γνωριμία με ψάρια και κοχύλια.	κριτική σκέψη, επιστημονικός εγγραμματισμός.
Θεματική ζωγραφική: Πού βρίσκεται το νερό;	Δεξιότητες μάθησης του 21 <sup>ου</sup> αιώνα: Παραγωγική μάθηση μέσω των τεχνών και της δημιουργικότητας.
Παραγωγική συζήτηση και θεματική ζωγραφική: Σε τι χρησιμεύει το νερό; Ενδεικτικές απαντήσεις: «Να πιούμε, να κάνουμε μπάνιο, να βουρτσίσουμε τα δόντια μας, να ποτίσουμε τα φυτά, να πλύνουμε τα φρούτα, να μαγειρέψει η μαμά, να πλύνει ο μπαμπάς το αυτοκίνητο, να πουν τα ζώα, να κολυμπήσουμε»	Δεξιότητες μάθησης του 21 <sup>ου</sup> αιώνα, της ζωής, του νου: Κριτική σκέψη, επικοινωνία, δημιουργικότητα, παραγωγική μάθηση μέσω των τεχνών και της δημιουργικότητας, δεξιότητες κοινωνικής ευαισθησίας, δημιουργική – παραγωγική και ολιστική σκέψη.
Τι χρειάζεται ένα φυτό για να μεγαλώσει; Πώς τρέφονται τα φυτά; Καθημερινή φροντίδα, αγάπη και νερό για τη ροδιά μας και για κάθε όμορφο λουλούδι! Ζωγραφίες με νερο-μπογιές.	Δεξιότητες μάθησης του 21 <sup>ου</sup> αιώνα, της ζωής, της τεχνολογίας, του νου, της μηχανικής και της επιστήμης: Επικοινωνία, συνεργασία, κριτική σκέψη, υπευθυνότητα, κοινωνική ενσυναίσθηση, ευαισθησία, προγραμματισμός, αποτελεσματικότητα, ρουτίνες σκέψης και αναστοχασμός, παραγωγική μάθηση μέσω των τεχνών και της δημιουργικότητας.
Από πού είσαι ποταμάκι; Ποίηση, θεματική ζωγραφική με αφορμή το ποίημα, παρακολούθηση διαδραστικού video, προσομοίωση ποταμού με τα σώματα των παιδιών και δακτυλίους γυμναστικής. «Στάσου να σε ιδούμε λίγο ποταμάκι μου καλό! – Βιάζομαι πολύ να φύγω, ν’ ανταμώσω το γιολό!» Ο κύκλος του νερού στις ζωγραφίες των παιδιών, συνεργαστικές εικαστικές δημιουργίες, προσωποποιημένη ζωγραφική σταγόνων, δημιουργία σύννεφου και βροχής – «Το σύννεφο έφερε βροχή»	Δεξιότητες μάθησης του 21 <sup>ου</sup> αιώνα, της ζωής, της τεχνολογίας, της μηχανικής και της επιστήμης, του νου: Επικοινωνία, συνεργασία, κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, υπευθυνότητα, κοινωνική ενσυναίσθηση, ευαισθησία, αναστοχασμός, παραγωγική μάθηση μέσω των τεχνών και της δημιουργικότητας, δεξιότητες προσομοίωσης, διεπιστημονικής και διαθεματικής χρήσης των νέων τεχνολογιών.
Χέρια καθαρά, μικρόβια μακριά! Σε συνεργασία με το Κέντρο Κοινότητας του Δήμου Σπάρτης. Δόντια καθαρά, για στοματάκια υγιή και χαμόγελα αστραφτερά: χρήση οδοντόβουρτσας, οδοντόκρεμας και καθαρού νερού. Ανάγνωση παιδικού βιβλίου	Δεξιότητες μάθησης του 21 <sup>ου</sup> αιώνα, της ζωής, της τεχνολογίας, της μηχανικής και της επιστήμης, του νου: Επικοινωνία, κριτική σκέψη, υπευθυνότητα, κοινωνική ενσυναίσθηση, ευαισθησία, αναστοχασμός, διαμεσολάβηση, αυτομέριμνα, προσαρμοστικότητα, ανθεκτικότητα, υπευθυνότητα.
Εργαστηριακές δραστηριότητες και παιχνίδι: Φυσικές καταστάσεις του νερού – Μεταβολές Τα παιδιά υποδύονται τα μόρια και αναπαριστούν τη διάταξη και την κίνηση των μορίων. Κατασκευή προσομοιωμάτων με μοριακά μοντέλα. Κίνηση των μορίων και επίδραση της θερμοκρασίας. Κλιματική κρίση. Υδροδυναμική. Πυκνότητα. Σαπούνι και νερό – Σαπουνόφουσες. Παιχνίδι με τεχνητό χιόνι. Κατασκευή φράγματος στην τάξη και στην αυλή. Νερό και αριθμητικοί υπολογισμοί: «Μετράμε τις σταγόνες», «προσθέτουμε τα ποτήρια με νερό» κ.ά.	Δεξιότητες μάθησης του 21 <sup>ου</sup> αιώνα, της ζωής, της τεχνολογίας, της μηχανικής και της επιστήμης, του νου: Επικοινωνία, συνεργασία, κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, δεξιότητες μοντελισμού και προσομοίωσης, επιστημονική σκέψη, στρατηγική σκέψη, μελέτη περιπτώσεων και επίλυση προβλημάτων, πλάγια σκέψη (δημιουργική, παραγωγική και ολιστική), ρουτίνες σκέψης και αναστοχασμός, κατασκευές, παιχνίδια, εφαρμογές, διαμεσολάβηση.
Προετοιμασία για εκπαιδευτική επίσκεψη στο Εργαστήριο Ρομποτικής Tech-Lab της Δημόσιας Κεντρικής Βιβλιοθήκης Σπάρτης – Συζήτηση και ζωγραφική των «σταθμών» του κύκλου του νερού. Επίσκεψη στο Εργαστήριο Ρομποτικής Tech-Lab: Προγραμματισμός, αλγόριθμος κίνησης του ρομπότ. Ζωγραφική με το λογισμικό Tux Paint – Φαινόμενα και διεργασίες στον κύκλο του νερού	Δεξιότητες μάθησης του 21 <sup>ου</sup> αιώνα, Δεξιότητες ζωής, της τεχνολογίας, της μηχανικής και της επιστήμης, του νου: Επικοινωνία, συνεργασία, κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, ψηφιακή μάθηση, συνδυαστικές δεξιότητες ψηφιακής τεχνολογίας, επικοινωνίας και συνεργασίας, κοινωνικές δεξιότητες, πληροφορικός, ψηφιακός και τεχνολογικός εγγραμματισμός, ρομποτική, δεξιότητες μοντελισμού και προσομοίωσης, επιστημονική και υπολογιστική σκέψη, στρατηγική σκέψη, μελέτη περιπτώσεων και επίλυση προβλημάτων, πλάγια σκέψη (δημιουργική, παραγωγική και ολιστική), ρουτίνες σκέψης και αναστοχασμός, κατασκευές, παιχνίδια, εφαρμογές,

Η προαναφερθείσα διδακτική προσέγγιση βασίσθηκε στις σχετικές οδηγίες διδασκαλίας και αξιοποίησε το υλικό της ειδικά διαμορφωμένης ψηφιακής πλατφόρμας του ΙΕΠ. Οι προτάσεις και το υλικό του ΙΕΠ εμπλουτίστηκαν με δραστηριότητες που οι Νηπιαγωγοί έκριναν δόκιμες και επωφελείς για τους μαθητές τους. Η STEAM μεθοδολογία υποστηρίχθηκε τόσο στις επιμέρους συνιστώσες της, όσο και συνδυαστικά. Ιδιαίτερα ενθουσιώδης ήταν η συμμετοχή των παιδιών στις πρωτόγνωρες δραστηριότητες των Φυσικών Επιστημών και της Ρομποτικής, ενώ με τις καλλιτεχνικές και κατασκευαστικές δραστηριότητες επίσης ενθουσιάζονταν, με ελαφρώς μικρότερη ένταση.

Για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων ρομποτικής στη Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Σπάρτης, προηγήθηκαν προπαρασκευαστικές δραστηριότητες στις σχολικές αίθουσες, παραγωγική συζήτηση και θεματική ζωγραφική καρτών που αναπαριστούσαν τους «σταθμούς» του κύκλου του νερού. Με καθοδηγούμενη ανακαλυπτική διαδικασία και διερευνητικές δραστηριότητες, το ρομπότ προγραμματίστηκε από τα παιδιά με τρόπο ώστε να κινείται από σταθμό σε σταθμό, οπτικοποιώντας την έννοια του κύκλου, αξιοποιώντας την προγραμματιστική λογική και συνδέοντας τη γνώση με τη ζωή, με τρόπο παιγνιώδη και ιδιαίτερα ευχάριστο (Εικόνα 2).



**Εικόνα 2:** Προγραμματισμός του ρομπότ και αισθητοποίηση του κύκλου του νερού, 7<sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο Σπάρτης

«Η εκπαιδευτική ρομποτική θεωρείται ως ένας τύπος εκπαιδευτικής τεχνολογίας που ακολουθεί τις αρχές της οικοδόμησης και, συγκεκριμένα, της κατασκευής της γνώσης. Η ύπαρξη του φυσικού αντικειμένου – ρομπότ επιτρέπει στον μαθητή να εργαστεί δημιουργικά, να αναπτύξει κριτική σκέψη και να υλοποιήσει και να ενισχύσει τα νοητικά μοντέλα του μέσα από τα χαρακτηριστικά του υλικού και του λογισμικού του συστήματος» (Chambers & Carbonaro, 2003). Τα παραπάνω οφέλη έγιναν αντιληπτά κατά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης και της ενασχόλησης των μαθητών με το ρομπότ, τον προγραμματισμό του και τον υπολογισμό των βημάτων που θα έδιναν τον ορθό αλγόριθμο και το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η καλλιέργεια των δεξιοτήτων της τεχνολογίας, της μηχανικής και της επιστήμης προσεγγίστηκε σε υψηλό βαθμό, ενώ παράλληλα, τα εικαστικά έργα των παιδιών που αξιοποιήθηκαν αντί έτοιμων εικόνων ή φωτογραφιών, ενίσχυσαν την συνιστώσα της τέχνης στο ολιστικό εγχείρημα. «Η εκπαιδευτική ρομποτική, σύμφωνα με τον Μικρόπουλο και την Μπέλλου (2010), αξιοποιείται ως γνωστικό εργαλείο και υποστηρίζει την κατασκευή της γνώσης με τους εξής τρόπους:

- με τη σχεδίαση αυθεντικών δραστηριοτήτων
- με την ταυτόχρονη δημιουργία σε πραγματικό και εικονικό περιβάλλον
- με τη γνωστική σύγκρουση που προκύπτει από τη σύγκριση ανάμεσα σε αίτια και αποτελέσματα
- με τον αναστοχασμό κατά την αναπαράσταση της γνώσης
- με τη συνεργασία και την κοινωνική διαπραγμάτευση

## **STEAM – ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

Ο μεγάλος Δάσκαλος του Γένους Κ. Μ. Κούμας (1777-1836) τονίζει ότι «Πειράματα κάνομεν εξεπίτηδες, διά να μάθωμεν ακριβέστερον την φύσιν των αντικειμένων και διά να αποκαλύψωμεν τους εις τους οποίους υπόκεινται κανόνες» ενώ ο Κασσέτας (2021) αναφέρει πως «οποιοσδήποτε και αν είναι ο χαρακτήρας της τυπικής έννοιας, ο διδάσκων Φυσική οφείλει να γνωρίζει ότι ο μαθητής αδυνατεί να την οικοδομήσει μόνος του. Αυτό σημαίνει ότι δεν αρκεί το να μπαίνει στην τάξη και να

ανακοινώνει το όνομά της και τον ορισμό της, αγνοώντας τα εμπειρικά χαρακτηριστικά που βρίσκονται πάντα στην άκρη του νήματος. Εκτιμούμε ότι ενώ η οικοδόμηση μιας έννοιας απαιτεί μια απομάκρυνση από την εμπειρία, η διδασκαλία της έχει την ανάγκη μιας συνεργασίας με τα στοιχεία της εμπειρίας. Τα εμπειρικά στοιχεία εξάλλου είναι εκείνα που θα επικυρώσουν το εάν μία έννοια “μπορεί να σταθεί στα πόδια της”. Η εισαγωγή στα Αναλυτικά Προγράμματα και η υλοποίηση των Εργαστηρίων Δεξιότητων χωρίς τις δεξιότητες που αναπτύσσει, καλλιεργεί και προάγει το πείραμα και η εμπειρία, θα ήταν κενό γράμμα, ιδιαίτερα για τις δεξιότητες του 21ου αιώνα και για τις δεξιότητες της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και της Επιστήμης.

Στη διάρκεια του σχολικού έτους 2021-2022, έτους πιλοτικής εφαρμογής των Εργαστηρίων Δεξιότητων, το Ε.Κ.Φ.Ε. Λακωνίας, διά της υπεύθυνης εκπαιδευτικού κλάδου ΠΕ04.02 (Χημικών), υποστήριξε εργαστηριακά Νηπιαγωγεία της αρμοδιότητάς του, με την υλοποίηση δειγματικών πειραματικών διδασκαλιών, μετωπικών πειραμάτων και πειραμάτων επίδειξης. Η διάρκεια κάθε δραστηριότητας ήταν μία διδακτική ώρα (45 λεπτά). Για την εμπέδωση και την υλοποίηση παράλληλα και των άλλων σχετικών με το πρόγραμμα δράσεων από τις Νηπιαγωγούς, οι πειραματικές δραστηριότητες, απείχαν τουλάχιστον μία εβδομάδα.

Οι εργαστηριακές ασκήσεις υλοποιούνται με καθημερινά απλά υλικά, αναπτύσσονται γύρω από τον θεματικό άξονα «νερό» και μπορούν να εξηγήσουν και να απλουστεύσουν φαινόμενα και ιδέες που με θεωρητική μόνο διδακτική προσέγγιση θα παραμείνουν λιγότερο σαφή και κατανοητά. Σύμφωνα με τον Κουμαρά (2017) «έχει παρατηρηθεί ότι μαθητές βλέποντας στο εργαστήριο το αποτέλεσμα ενός πειράματος, πιστεύουν ότι αυτό οφείλεται στα χρησιμοποιούμενα ειδικά υλικά και ότι, χωρίς αυτά, στην καθημερινή ζωή δε συμβαίνει το ίδιο ή κάτι αντίστοιχο. Με τη χρήση καθημερινών υλικών αποφεύγεται αυτός ο κίνδυνος, ο μαθητής βοηθιέται να συνδέσει τις φυσικές επιστήμες με την καθημερινή ζωή και να συσχετίσει την επιστήμη με το περιβάλλον του. Αυτό γίνεται με μεγαλύτερη επιτυχία, αν τα πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης, καταλήγουν ή αρχίζουν όπου είναι δυνατόν, με παρουσίαση αντίστοιχων καταστάσεων που αντιμετωπίζουν (ή χρησιμοποιούν) οι άνθρωποι στην καθημερινή τους ζωή. Από την άλλη μεριά, ειδικά όργανα τα οποία χρησιμοποιούνται μόνο στο μάθημα και δεν αποτελούν μέρος της καθημερινής εμπειρίας του μαθητή, συντελούν στην απομάκρυνση της επιστήμης που διδάσκεται στο σχολείο από τον πραγματικό καθημερινό κόσμο και στην απομόνωσή της (Harlen, 1992, Χαλκιά, 1993). Δεν είναι λογικό να υποθέτουμε ότι μπορούμε να βοηθήσουμε τα παιδιά να ερμηνεύσουν τον κόσμο της καθημερινής τους ζωής με όργανα παντελώς ξένα από αυτόν.»

### **1η εργαστηριακή δραστηριότητα – Δομή και Φυσικές Καταστάσεις του Νερού**

Σύμφωνα με τους Κολιόπουλο κ.ά. (2001), «κυρίως οι μικρότεροι μαθητές αναγνωρίζουν φαινόμενα και ουσίες στον βαθμό που γίνονται αντιληπτά μέσω των αισθήσεων. Επομένως, συσχετίζουν την ύπαρξη της ύλης με αντιληπτικές ενδείξεις της ύπαρξής της (μεταβολές στην ύπαρξη). Από μία τέτοια σύνδεση πηγάζει η δυσκολία των μαθητών να συλλάβουν την υλική απόσταση των αερίων και, κατά συνέπεια, την ποιοτική και ποσοτική συμμετοχή τους σε ποικίλα φυσικο-χημικά φαινόμενα.»

**Σκοπός:** Η γνωριμία με τη μικροδομή της ύλης και η αναπλαισίωση της εναλλακτικής ιδέας του «αδιαίρετου» αυτής. Η ερμηνεία τόσο των φυσικών καταστάσεων των υλικών όσο και των φαινομένων μετάβασης μεταξύ των φυσικών καταστάσεων, μέσω της προσομοίωσης και του πειράματος, με εστίαση στο «μόριο» και στο «άτομο» ως υπαρκτές σωματιδιακές οντότητες.

**Σκεύη και υλικά:** Νερό, Πάγος, Ατμοσίδηρο ή άλλο σκεύος παραγωγής ατμού, Λύχνος Bunsen, Ποτήρι ζέσεως, Πλέγμα αμιάντου, Τρίποδο, Ύαλος ωρολογίου (ή «γκαζάκι» με δοχείο θερμοανθεκτικό), Χρώματα ζαχαροπλαστικής, Προσομοιώματα μορίων, Εικόνες διαφόρων μορφών του νερού στη Φύση και την καθημερινή ζωή, Τεχνητό χιόνι.

«Οι έρευνες για τις ιδέες των παιδιών για το νερό συχνά εντάσσονται στα πλαίσια γενικών ερευνών για τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια. Ωστόσο, σύμφωνα με την άποψη ενός παιδιού το νερό είναι το παραδειγματικό υγρό και όλα τα υγρά τείνουν να θεωρούνται ως “νερούλα”, “φτιαγμένα από νερό” ή “περιέχοντα νερό” (Driver et al., 2000). Η διδακτική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, αναπτύχθηκε με τα εξής κύρια βήματα: Στα παιδιά μοιράστηκαν κάρτες με εικόνες διαφόρων μορφών του νερού και ζητήθηκε να τις ταξινομήσουν σε τρεις κατηγορίες που αντιστοιχούσαν στις ισάριθμες φυσικές καταστάσεις (στερεή, υγρή, αέρια), τοποθετώντας τις μπροστά στο παγάκι, στο υγρό νερό ή στη συσκευή παραγωγής ατμού. Θερμαίνοντας σταδιακά ποσότητα πάγου και συλλέγοντας τους

υδρατμούς σε ύαλο ωρολογίου, δόθηκε πειραματικά η διαδικασία του κύκλου του νερού στη Φύση και η επίδραση της θερμοκρασίας σε αυτήν. Επισημάνθηκε, επίσης η διάσταση της κλιματικής κρίσης. Μέσω ερωταποκρίσεων εισήχθη στη συνέχεια η έννοια του μορίου και του ατόμου, με έμφαση στο μόριο του νερού και στον χημικό συμβολισμό που αποτελεί μια «γλώσσα» διεθνή. Τα παιδιά υποδύθηκαν τους ρόλους μορίων και αναπαρέστησαν με τα σώματά τους τη διάταξη των μορίων στη στερεά, στην υγρή και στην αέρια κατάσταση. Δημιούργησαν μόρια νερού με τη χρήση προσομοιωμάτων, τα οποία διέταξαν σε θέσεις που θα μπορούσαν να κατέχουν σε ένα κομμάτι πάγου. Στο πείραμα της διάλυσης χρώματος ζαχαροπλαστικής σε ζεστό και κρύο νερό, διαπιστώθηκε η έντονη κίνηση των μορίων στο νερό υψηλότερης θερμοκρασίας (Εικόνα 3). Τέλος, η διδακτική αξιοποίηση (διακοσμητικού) τεχνητού χιονιού με το οποίο έπαιξαν τα παιδιά, αποτέλεσε χαρούμενη και δημιουργική νότα της διδακτικής προσέγγισης. Με στοχευμένες ερωτήσεις κατά τη λήξη και σε μεταγενέστερο χρόνο, υλοποιήθηκε η απαιτούμενη αξιολόγηση του εγχειρήματος.



**Εικόνα 3:** Πειραματική διαπίστωση της (ύπαρξης και) της διαφοροποιημένης κινητικότητας των μορίων σε διαφορετικές θερμοκρασίες στο 7<sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο Σπάρτης.

## 2η εργαστηριακή δραστηριότητα – Μίγματα – Το νερό ως διαλύτης

Οι Driver et al. (2000) αναφέρουν ότι «τα άτομα νεαρής ηλικίας, όπως και οι ενήλικες, κατέχουν ποικίλες αντιλήψεις για τη «διάλυση». Μερικές από αυτές αποκαλύπτονται από τις λέξεις που αυτοί χρησιμοποιούν όταν περιγράφουν τι παθαίνει η ζάχαρη που τοποθετείται μέσα σε νερό. Μέχρι την ηλικία των 8 ετών, τα παιδιά έχουν την τάση να εστιάζουν την προσοχή τους μόνο στη ζάχαρη και να λένε “απλά έφυγε”, “εξαφανίστηκε”, “έλιωσε”, “διαλύθηκε” ή “μετατράπηκε σε νερό”.

**Σκοπός:** Η μελέτη του νερού ως «παγκόσμιου διαλύτη» και η πειραματική διαπίστωση της διάλυσης ουσιών σε αυτό. Οι έννοιες του μίγματος και του διαλύματος και η μοριακή δομή «καθαρών» (καθορισμένων) και «μη καθαρών» σωμάτων.

**Σκεύη και υλικά:** Νερό, Μικρά πλαστικά διαφανή δοχεία, Οδοντογλυφίδες, Ελαιόλαδο, Άμμος, Αλάτι, Πιπέρι, Ζάχαρη, Κρασί, Μελάνι, Άμμος, Γάλα συμπυκνωμένο, Σφουγγάρι ή βαμβάκι.



**Εικόνα 4:** Πειραματική διαπίστωση της διαλυτικής ικανότητας του νερού σε μικροκλίμακα.

Ως αφόρμηση, αναπαραστάθηκε ο γνωστός μύθος του Αισώπου «Ο Πονηρός Γάιδαρος», όπου διαπιστώσαμε πως το αλάτι που βρισκόταν στο υφασμάτινο «σακί» διαλύθηκε εύκολα όταν βυθίστηκε στο νερό, ενώ το σφουγγάρι/βαμβάκι συμπεριφέρθηκε εντελώς διαφορετικά, απορροφώντας το νερό. Στη συνέχεια οι μαθητές δοκίμασαν να διαλύσουν διάφορα υλικά σε μικρά πλαστικά δοχεία. Αξιοποιήθηκε και η εργαστηριακή τεχνική της μικροκλίμακας, σε πλαστικοποιημένο φύλλο εργασίας. Η μικροκλίμακα πλεονεκτεί κυρίως λόγω του μικρού κόστους των υλικών (οικονομία), της μικρής ποσότητας εργαστηριακών αποβλήτων (οικολογία) και της ελαχιστοποίησης των συνεπειών εργαστηριακού ατυχήματος (ασφάλεια). Η προσθήκη σταγόνας σιλικής μελάνης σε διφασικό σύστημα νερού και ελαιολάδου οδήγησε τα παιδιά σε συμπεράσματα για επιλεκτική διαλυτότητα, καθώς το μελάνι διαπερνά την ελαιώδη φάση και διαλύεται θεαματικά στην υδατική φάση. Αντίστοιχα εντυπωσιακό και διδακτικό είναι το φαινόμενο της διάχυσης και της διάλυσης συμπυκνωμένου γάλακτος σε ζεστό και κρύο νερό (ή καφέ).

### **3η εργαστηριακή δραστηριότητα – Μορφές Ενέργειας - Υδροδυναμική**

«Η ενέργεια είναι μία έννοια, είναι ο άπιαστος συνδυασμός των φυσικών ιδιοτήτων και των αντιδράσεων και φανερώνεται σε διάφορες οικείες μορφές, όπως η θερμότητα, το φως και ο ηλεκτρισμός, ή στον μικροσκοπικό πυρήνα του ατόμου. Βρισκόμαστε στο ξεκίνημα μιας εποχής, στην οποία οι άνθρωποι θα έχουν τον έλεγχο ανεξάντλητων ποσοτήτων ενέργειας. Ο έλεγχος της ενέργειας, μπορεί να υπόσχεται ένα ειρηνικό μέλλον, μπορεί όμως και να είναι το μέσον για την καταστροφή του κόσμου. Στην κρίσιμη εποχή μας είναι επιτακτικό να κατανοήσουμε βαθύτερα αυτή την πρωταρχική κινητήρια δύναμη.» (Hewitt,1992)

**Σκοπός:** Εισαγωγή στην έννοια της ενέργειας, στις μορφές και στα χαρακτηριστικά της. Η διαπίστωση της μετατροπής, μεταφοράς και αποθήκευσης της ενέργειας. Η επωφελής αξιοποίηση της ενέργειας του νερού και η υδροδυναμική από την αρχαιότητα έως σήμερα. «Το μεγάλο ενδιαφέρον εδώ συγκεντρώνεται στο “είναι” της έννοιας. Είναι μία φυσική ποσότητα που μεταβιβάζεται από ένα σύστημα σε ένα άλλο, είναι μία μυστηριώδης “χαμαιλεοντική” οντότητα, που εμφανίζεται σε μία ποικιλία μεταμφιέσεων, μία οντότητα που δεν δημιουργείται, ούτε καταστρέφεται. Η ενέργεια διατηρείται αλλά και υποβαθμίζεται.» (Κασσέτας, 2021)

**Σκεύη και υλικά:** Παιχνίδια μετατροπής ενέργειας: Ηλιακά, Μπαταρίας, Ηλεκτρογεννήτριας, Κουρδιστά, Ανεμόμυλοι, Υδροστρόβιλος, Αμμοστρόβιλος, Ατμοστρόβιλος («αιολόσφαιρα») του Ήρωνα. Μικρογραφία νερόμυλου.



**Εικόνα 5:** Παλαιά και σύγχρονα παιχνίδια ως «Πειραματικές διατάξεις» για τη μελέτη της ενέργειας και της υδροδυναμικής :Ηλιακά παιχνίδια, ρολόι μπαταρίας νερού, νερόμυλος, ανεμόμυλος, αμμοστρόβιλος.

Οι μετατροπές και η ροή της ενέργειας και της ύλης στα οικοσυστήματα έγιναν περισσότερο κατανοητά με αναφορές στο παραμύθι «η Κόκκινη Κοτούλα» (Σαρή, 1978).

Οι Driver et al. (2000) διατυπώνουν ως συμπέρασμα των ερευνών τους ότι «απ’ όλο το πεδίο των σύγχρονων ερευνών αναφορικά με τις ιδέες των παιδιών για την ενέργεια, φαίνεται ότι αυτές είναι κοινές για όλα τα παιδιά. Η ενέργεια για τα παιδιά θεωρείται ως:

- Κάτι που σχετίζεται αποκλειστικά με έμπυχα αντικείμενα
- Ένας αιτιατός παράγοντας που είναι αποθηκευμένος σε ορισμένα αντικείμενα

- Κάτι που συνδέεται με τη δύναμη και την κίνηση
- Καύσιμο
- Ένα ρευστό, ένα συστατικό ή ένα προϊόν.»

Η διδακτική προσέγγιση για την υδροδυναμική πραγματοποιήθηκε με συζήτηση και διερώτηση, διερευνητικά και ανακαλυπτικά. Αναζητήθηκαν οι τρόποι λειτουργίας γνώριμων και περισσότερο πρωτότυπων παιχνιδιών, σύγχρονων ή και παλαιότερων. Η δημιουργία κύματος από μαθητές που ταλαντώνονται πάνω-κάτω στις θέσεις τους, δίνει την αίσθηση της «άυλης» μεταφοράς, μεταφοράς ενέργειας και όχι ύλης. Η εποπτική αξιοποίηση της «αιολόσφαιρας» (ατμοστρόβιλου του Ήρωνα, που δικαίως έχει χαρακτηριστεί «η πρώτη ατμομηχανή της ανθρωπότητας», προκάλεσε τον θαυμασμό των παιδιών και, όπως διαπιστώθηκε αργότερα, λειτούργησε θετικά στην κατεύθυνση της κατανόησης της υδροδυναμικής.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΛΕΤΗ

Κατά την υλοποίηση των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων το σχολικό έτος 2021-2022 στο 6ο και το 7ο Νηπιαγωγεία Σπάρτης, η διδακτική μεθοδολογία δομήθηκε με άξονες τον παιγνιώδη χαρακτήρα της μάθησης, τις εποικοδομητικές και ανακαλυπτικές πρακτικές, με τρόπο συμπεριληπτικό και διεπιστημονικό, υιοθετώντας και αξιοποιώντας παρουσιάσεις, διηγήσεις, παραμύθια, παιχνίδια, μουσική, χειροτεχνίες, εργαστηριακές ασκήσεις, προγραμματισμό, νέες τεχνολογίες κ.ά. Τα παραπάνω συνδυάστηκαν αρμονικά σε βαθμό που η αρχική στοχοθεσία φάνηκε να επιτυγχάνεται σε εντυπωσιακό βαθμό, ενώ, οι λιλιπούτειοι αποδέκτες, με την ενεργό συμμετοχή τους «εμβολιάστηκαν» με γνώσεις ζωής γύρω από το πολύτιμο νερό, αλλά και βίωσαν ανακαλυπτικά την αξία της παρατήρησης, της διερώτησης, της υπόθεσης και της πειραματικής κριτικής σκέψης για την επίλυση προβλημάτων, συστατικών στοιχείων της επιστημονικής μεθοδολογίας. Η αξιολόγηση που ακολούθηθηκε ήταν αρχική και διαγνωστική, ενδιάμεση (ή συντρέχουσα) και διαμορφωτική, αλλά και τελική (ή αθροιστική), προσαρμοσμένη στις ανάγκες και τα γενικότερα δεδομένα της ευαίσθητης αυτής ηλικιακής βαθμίδας.

Η εργαστηριακή ένταξη των Φυσικών Επιστημών και της Ρομποτικής κρίθηκαν επιτυχημένες και αποτελεσματικές, σε βαθμό που η συνέχιση και εξέλιξή τους θεωρείται επιβεβλημένη, όπως και η συνεργασία του Ε.Κ.Φ.Ε. με την εκπαιδευτική βαθμίδα του Νηπιαγωγείου. Επιπλέον, γύρω από το «νερό» ως υλικό και πολύτιμο αγαθό, εργαστηριακές ασκήσεις που αφορούν π.χ. την πυκνότητα των υλικών μπορούν να συνδεθούν θεματικά με γνωστά παραμύθια και μύθους (π.χ. «μυρμήγκι και περιστέρι») και άλλες που αφορούν την επικινδυνότητα των ουσιών (με αναφορές στο παραμύθι «τα 7 κατσικάκια») έχουν υλοποιηθεί πιλοτικά από το Ε.Κ.Φ.Ε. Λακωνίας σε σχολικές μονάδες Προσχολικής αλλά και Ειδικής Εκπαίδευσης αρμοδιότητάς του και αξίζει να αναφερθούν. Η αναλυτική παρουσίαση αυτών ευελπιστούμε πως θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μιας νέας δημοσίευσης.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία θα ήταν φτωχότερη χωρίς την υποδειγματική συνεργασία, την εργασιακή συνέπεια και το μεράκι της Νηπιαγωγού του 7<sup>ου</sup> Νηπιαγωγείου Σπάρτης, κ. Χρύσας Σαλαμάνου. Ευχαριστίες οφείλουμε επίσης στην κ. Βασιλική Δημοπούλου και στην κ. Πηνελόπη Κακοκέφαλου του 6<sup>ου</sup> Νηπιαγωγείου Σπάρτης, για την πρόσκληση και την ποιότητα της συνεργασίας, καθώς και για τη συναδελφική αλληλεγγύη.

Τέλος, η ύπαρξη στην πόλη της Σπάρτης μιας εξαιρετικής κι αναντικατάστατης πηγής γνώσης, πολιτισμού και, τα τελευταία χρόνια, εκπαιδευτικού και ρομποτικού πειραματισμού που ονομάζεται «Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Σπάρτης», με ένα άρτια εξοπλισμένο εργαστήριο Ρομποτικής (Tech Lab), θα ήταν αξιομνημόνευτη, επιπροσθέτως όμως, η παρουσία και η κατάθεση ψυχής του Διευθυντή της Βιβλιοθήκης κ. Δημήτρη Σαγιάννη στα εκπαιδευτικά δρώμενα, την καθιστούν ως δομή ανεκτίμητη και μοναδική από κάθε άποψη και οφείλουμε ευγνωμοσύνη.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Καλοβρέκτης, Κ., Ψυχάρης, Σ. (2019). *STEM\_ON*, σ. 15, Εκδόσεις EpiSTEMe Ventures, Πειραιάς
- Καραπάνου, Ελ., Τζίρου, Ηλ. (2018). *Η προσέγγιση STEAM στην Προσχολική Αγωγή*, σ. 10-14, Ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η αποτίμηση ενός εκπαιδευτικού προγράμματος, Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών, Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και

- Κοινωνικών Επιστημών Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία  
 Κασσέτας, Α., (1992). *Η Άρκτος, η Πρέσπα, η Παρασκευή*, σ. 22, Εκδόσεις Κάτοπτρο, Αθήνα  
 Κασσέτας, Α., (2021). *Οι έννοιες της Φυσικής και η Διδασκαλία τους*, σ. 19, Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα  
 Κολιόπουλος, Δ., Κουλαϊδής, Β., Τσατσαρώνη, Α., Χατζηνικήτα, Β., Χρηστίδου, Β., Ogoborn, J., (2001).  
*Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Τόμος Β*, σ. 36, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.  
 Κουμαράς, Π., (2017). *Διδάσκοντας Φυσική αέριο*, Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg, σ. 133-134  
 Μικρόπουλος, Γ., Μπέλλου, Ι. (2010). *Σενάρια Διδασκαλίας με Υπολογιστή*, σσ. 152-153, Εκδόσεις  
 Κλειδάριθμος, Αθήνα  
 Σαρή, Ζ. (1978). *Η Κόκκινη Κοτούλα*, Εκδόσεις Πατάκης, Αθήνα  
 Χαλκιά, Κ. (1993). *Τι είδους επιστημονικές δραστηριότητες και τι είδους «Εργαστήριο» Φυσικών Επιστημών  
 χρειάζονται τα παιδιά του Δημοτικού Σχολείου*, Παιδαγωγική Επιθεώρηση, τχ. 18, σς 31-37.  
 Bliss, J., Cooper, G., Κολιόπουλος, Δ., Κουλαϊδής, Ραβάνης, Κ., Solomon, J., Β., Τσατσαρώνη, Α.,  
 Χατζηνικήτα, Β., Χρηστίδου, Β., (2001). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Τόμος Α*, σ. 389,  
 Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα  
 Chambers, J. M. & Carbonaro, M. (2003). *Designing, Developing and Implementing a Course on LEGO  
 Robotics for Tchnology Teacher Education*. Journal of Technology and Teacher Education, 11(2), pp.  
 209-241  
 Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (1998). *Οικο-δομώντας τις Έννοιες των  
 Φυσικών Επιστημών – Μια παγκόσμια σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών*. Εκδόσεις τυπωθήτω –  
 Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα σσ. 17 .  
 Harlen, W. (1986). *Recent deelopmentw in primary and lower secondary school science*. InQ D Layton  
 (ed.), *Innovations in science and technology education (Vol 1, pp.29-47)*. Paris. UNESCO.  
 Hewitt, P.G. (1992). *Οι Έννοιες της Φυσικής – Τόμος Ι*, σ91 . Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.  
 Ηράκλειο.




## ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, (2021). *Προγράμματα & Εφαρμογές Εργαστηρίων από την Πιλοτική  
 Εφαρμογή & Νέες προτάσεις 2021, STE(A)M και Εκπαιδευτική Ρομποτική μέσα από τον κύκλο του  
 Νερού και την Υδροδυναμική (Παρασκευή Φώτη-3ο ΠΕΚΕΣ ΑΤΤΙΚΗΣ)*,  
<https://elearning.iep.edu.gr/study/mod/folder/view.php?id=19366&section=11>  
 Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, (2021). *Προγράμματα & Εφαρμογές Εργαστηρίων από την Πιλοτική  
 Εφαρμογή & Νέες προτάσεις 2021, STE(A)M και η Γη Γυρίζει*, (Παρασκευή Φώτη-3ο ΠΕΚΕΣ  
 ΑΤΤΙΚΗΣ),  
<https://elearning.iep.edu.gr/study/mod/folder/view.php?id=19366&section=11>  
 Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, (2022). *Αποτελέσματα αποτίμησης της εφαρμογής των Εργαστηρίων  
 Δεξιοτήτων για το σχ. Έτος 2021-2022* [http://iep.edu.gr/el/component/k2/1710-apotelesmata-  
 apotimisis-tis-efarmogis-ton-ergastirion-deksiotiton-gia-to-sx-etos-2021-2022](http://iep.edu.gr/el/component/k2/1710-apotelesmata-<br/>
  apotimisis-tis-efarmogis-ton-ergastirion-deksiotiton-gia-to-sx-etos-2021-2022)  
 ΦΕΚ\_3567/Β/04-08-2021, [https://www.e-nomothesia.gr/kat-ekpaideuse/protobathmia-ekpaideuse/  
 upourgike-apophase-94236-gd4-2021.html](https://www.e-nomothesia.gr/kat-ekpaideuse/protobathmia-ekpaideuse/<br/>
  upourgike-apophase-94236-gd4-2021.html)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Η παρουσίαση της διδακτικής παρέμβασης των νηπιαγωγών κ.κ. Τσάχαλη Ελ. και Σαλαμάνου  
 Χρ. βρίσκεται στη διεύθυνση <https://grafis.sch.gr/index.php/s/eEYnMO0w5WNX8PG>

Παρατίθεται η «επιστολή» των μαθητών και μαθητριών μετά την ολοκλήρωση του  
 προγράμματος και ενδεικτικά ...STEAM συμπεράσματα αυτών:

<p><b>Προσέχουμε για να έχουμε!</b></p> 
<p>Μπαμπά, μαμά,        Ξέρετε ότι το νερό αποτελεί «πηγή ζωής για τον πλανήτη και τους κατοίκους του;        Χωρίς αυτό δεν υπάρχει πλανήτης, δεν υπάρχει ζωή, δεν υπάρχει άνθρωπος».        Ακούστε μας καλά, γιατί αν δεν προσέχουμε, δεν θα έχουμε!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Ελέγχουμε τις διαρροές που μπορεί να υπάρχουν στο σπίτι και τις επισκευάζουμε.</li> <li>❖ Η βρύση μένει κλειστή όταν πλένουμε τα χέρια, όταν βουρτσίζουμε τα δόντια, όταν ξυρίζμαστε.</li> <li>❖ Κλείνουμε τη βρύση στο νεροχύτη, όταν πλένουμε τα πιάτα και τα ποτήρια.</li> <li>❖ Δε γεμίζουμε τη μπανιέρα με νερό για να πλυθούμε. Προτιμούμε το ντους.</li> <li>❖ Γεμίζουμε το πλυντήριο των ρούχων και το πλυντήριο των πιάτων για να πλύνουμε.</li> <li>❖ Δεν ποτίζουμε τα λουλούδια με το λάστιχο. Το ποτιστήρι κάνει πολύ καλή δουλειά. Επίσης είναι καλύτερα να ποτίζουμε πρωί ή βράδυ, γιατί το νερό δεν εξατμίζεται εύκολα.</li> <li>❖ Αν πλύνουμε φρούτα και λαχανικά, μπορούμε με το νερό αυτό να ποτίσουμε τα φυτά μας.</li> <li>❖ Το αυτοκίνητο το πλένουμε με τον κουβά και όχι με το λάστιχο.</li> </ul>
<p>Πράγματα απλά μα πολύ πολύ σημαντικά που μπορούμε να κάνουμε όλοι μαζί,        για να γλιτώσουμε από τη λειψυδρία τον πλανήτη ΓΗ!</p>  <p>Με πολλή αγάπη        Τα παιδιά σας, που ανησυχούν για το μέλλον του πλανήτη μας!</p> 

1. «Κυρία, στο διάλειμμα τρέχουμε όπως τα μόρια του υδρατμού!»
2. «Το δεκατιανό μας μάς δίνει τεράστια ενέργεια!»

## Πανελλήνιες Δράσεις της ΠΑΝΕΚΦΕ ... σε Δράση!

**Χαλκιαδάκης Κωστής<sup>1</sup>, Παλούμπα Ελένη<sup>2</sup>, Γκιγκούδη Αναστασία<sup>3</sup>,  
Αναστασάκης Νίκος<sup>4</sup>, Παπαδέλη Ελευθερία<sup>5</sup>, Μανδηλιώτης Σωτήρης<sup>6</sup>**  
chalkia.duck@gmail.com, elpaloumpa1@gmail.com, tgigoudi@gmail.com, uvnick@gmail.com,  
eripapadeli@gmail.com, sotmandili@gmail.com

<sup>1</sup> MEd Φυσικός, ΕΚΦΕ Ρεθύμνου <sup>2</sup> MEd Χημικός, ΕΚΦΕ Λακωνίας  
<sup>3</sup> MEd Χημικός, ΕΚΦΕ Τούμπας <sup>4</sup> MEd Φυσικός, ΕΚΦΕ Χανίων  
<sup>5</sup> PhD, MSc, Βιολόγος ΕΚΦΕ Κοζάνης <sup>6</sup> Γεωλόγος, ΕΚΦΕ Σερρών

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζονται δράσεις της ΠΑΝΕΚΦΕ που πραγματοποιήθηκαν τη σχολική χρονιά 2021-22. Πρόκειται για τον υπολογισμό της ακτίνας της Γης με την επανάληψη της μέτρησης του Ερατοσθένη, τον πανελλήνιο διαγωνισμό βιντεοσκοπημένων πειραμάτων μαθητικών ομάδων και τέλος μια σειρά παρουσιάσεων πειραματικών δραστηριοτήτων από τα ΕΚΦΕ για τα ΕΚΦΕ, η οποία λειτούργησε σαν εσωτερική επιμόρφωση των μελών του σωματείου που την παρακολούθησαν, μέσα από τη δημιουργία μιας κοινότητας μάθησης.

Οι δράσεις που παρουσιάζονται σχετίζονται η καθεμιά με τον δικό της τρόπο με την εκπαίδευση STEM/STEAM. Η διοργάνωση των δράσεων υποστηρίχθηκε από τις νέες δεξιότητες στην επικοινωνία, που αποκτήθηκαν κατά τη διάρκεια της πανδημίας της COVID19, με αποτέλεσμα να γίνει δυνατή η συνεργασία, σε τακτική βάση, ανάμεσα σε υπεύθυνους ΕΚΦΕ που είναι διασκορπισμένα σε όλες τις γωνίες της Ελλάδας, αλλά και από τις δυνατότητες που απέκτησαν τα αντίστοιχα λογισμικά, ώστε να ανταποκριθούν στις ανάγκες της εποχής.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** μέτρηση Ερατοσθένη, διαγωνισμός πειραμάτων, κοινότητα μάθησης

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ΠΑΝΕΚΦΕ είναι το επιστημονικό σωματείο των ΕΚΦΕ. Η μεγαλύτερη πανελλήνια δράση της ΠΑΝΕΚΦΕ μέχρι το 2019 ήταν ο πανελλήνιος διαγωνισμός πειραμάτων για μαθητές/μαθήτριες Β' Λυκείου, που αποτελούσε τον προκριματικό για την ανάδειξη των νικητών που θα συνέχιζαν στον Πανευρωπαϊκό διαγωνισμό EUSO. Τα δύο τελευταία χρόνια όμως, λόγω των περιοριστικών υγειονομικών συνθηκών, ο διαγωνισμός δεν πραγματοποιήθηκε. Μαζί με αυτόν περιορίστηκαν πολλές δράσεις των ΕΚΦΕ στις οποίες υπάρχει συγκέντρωση πολλών ατόμων στον ίδιο χώρο, όπως οι επισκέψεις μαθητών στους χώρους των ΕΚΦΕ ή οι επισκέψεις των υπευθύνων ΕΚΦΕ στα σχολικά εργαστήρια. Όμως μέσα από την εκ των συνθηκών απαραίτητη εξοικείωση με τις πλατφόρμες και τα λογισμικά της συνεργασίας από απόσταση, οι συναντήσεις των μελών του σωματείου ήταν συχνότερες από κάθε άλλη χρονιά. Μέσα από τις συναντήσεις αυτές μάθαμε να συνεργαζόμαστε από απόσταση, κάτι που στην περίπτωση των ΕΚΦΕ δύσκολα θα μπορούσε να γίνει διαφορετικά εξαιτίας της γεωγραφικής διασποράς τους. Αρκετές ημερίδες, δραστηριότητες, επιμορφώσεις έγιναν με τη συμμετοχή και τη συνεργασία διάφορων ΕΚΦΕ, όμορων ή και απομακρυσμένων. Στην εισήγηση αυτή παρουσιάζονται μόνο δράσεις με την σφραγίδα της ΠΑΝΕΚΦΕ που είχαν πανελλήνια εμβέλεια και ολοκληρώθηκαν την προηγούμενη σχολική χρονιά.



## ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

Ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος (3ος αι. π.Χ.) κατόρθωσε τον πρώτο ιστορικά καταγεγραμμένο υπολογισμό της περιφέρειας της Γης με αξιοσημείωτη ακρίβεια για την εποχή του, αξιοποιώντας στοιχεία Επιστήμης, Τεχνολογίας της εποχής του, Μηχανικής και Μαθηματικών. Ακολουθώντας τα βήματά του, την ημέρα της Εαρινής Ισημερίας, στα προαύλια των σχολείων τους, μαθητές και μαθήτριες, υπό την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών τους, υπολόγισαν με εξαιρετική ακρίβεια την περιφέρεια και την ακτίνα της Γης, μετρώντας τα ύψη κατακόρυφων ράβδων και τα μήκη των σκιών τους. «Γιατί ίσως κάτι βαθιά χαραγμένο στη γενετική μας δομή είναι αυτό που μας ωθεί στην περιπέτεια της εξερεύνησης και στην αναζήτηση της αλήθειας, αφού φαίνεται ότι οι άνθρωποι είμαστε από τη φύση μας φιλοπερίεργα όντα. Είναι αυτό που μας κάνει κυνηγούς της γνώσης, πειραματιστές και εξερευνητές» αναφέρει ο Δ. Σιμόπουλος (2019), ενώ οι G. Lemeignan & A. Weil – Barais (1997) υπογραμμίζουν ότι «Η μάθηση της Φυσικής συνεπάγεται το δικαίωμα στο λάθος. Η οικοδόμηση των κατάλληλων αναπαραστάσεων υποθέτει δοκιμές που καταλήγουν ορισμένες φορές σε αδιέξοδα. Ας μην ξεχνάμε ότι το χαρακτηριστικό της επιστημονικής σκέψης δεν είναι το γεγονός ότι καταλήγει πάντα σε μία σωστή απάντηση (μ' αυτή την έννοια, δεν υπάρχει επιστημονική αλήθεια) αλλά το γεγονός ότι δίνει το μέσον ελέγχου των δραστηριοτήτων και των προϊόντων της». Γίνεται φανερό ότι, εκτελώντας το ιστορικό πείραμα του Ερατοσθένη, τα παιδιά:

- διερωτήθηκαν, πειραματίστηκαν και αναζήτησαν την αλήθεια,
- συμμετείχαν ενεργά σε ένα πρωτότυπο και περιεκτικό, πολυεπιστημονικό, υπαίθριο μάθημα,
- έμαθαν βιωματικά ότι με την επιστημονική μεθοδολογία (Science) μπορούν να υπολογίσουν την περιφέρεια ενός ουράνιου σώματος, χρησιμοποιώντας εργαλεία των μαθηματικών (Mathematics),
- εντόπισαν, συνέκριναν και επέλεξαν ψηφιακά εργαλεία (Technology) διευκολυντικά της πειραματικής διαδικασίας ή της επικοινωνίας του αποτελέσματος,
- με προσιτά σκεύη και πρωτότυπα υλικά (Σχήμα 1) δημιούργησαν την κατασκευή που τα οδήγησε στις πλέον αξιόπιστες μετρήσεις (Engineering),
- κατανόησαν με ανακαλυπτικό τρόπο διαδικασίες, φαινόμενα και έννοιες,
- διδάχθηκαν την ισχύ της τεκμηριωμένης γνώσης και την ανεκτίμητη συνεισφορά της Επιστήμης στην κατανόηση του κόσμου,
- συνειδητοποίησαν την αξία της πολυεπίπεδης συνεργασίας μεταξύ όλων των μελών μιας εκπαιδευτικής κοινότητας.

«Μια δραστηριότητα επίλυσης προβλήματος, σωστά επιλεγμένη και σχεδιασμένη, μπορεί να αφορά τόσο γνώση εννοιών όσο και τις μεθόδους και τη φύση των Φυσικών Επιστημών. Με αυτόν τον τρόπο συμβάλλει αφ' ενός στην ανάδειξη της σύνδεσης των τριών αυτών τομέων και αφ' ετέρου στην εξοικονόμηση χρόνου ώστε να μπορούν να γίνουν όλα αυτά» (Κουμαράς, 2017).



**Σχήμα 1:** Ευρηματική αξιοποίηση STEAM συνιστωσών της δράσης.

Η παρούσα εκπαιδευτική δράση ξεκίνησε από το ΕΚΦΕ Σερρών. Τα ΕΚΦΕ Σερρών, Πιερίας, Λακωνίας και Εύβοιας τον Σεπτέμβριο του 2015 υλοποίησαν πιλοτικά και με επιτυχία τη δράση. Η συνεργασία των τριών πρώτων εξ αυτών τα επόμενα έτη με τα ΕΚΦΕ Λέσβου, 1ο Ηρακλείου, Κω, Θεσπρωτίας και Αργολίδας κινητοποίησε το ενδιαφέρον εκπαιδευτικών και σχολικών μονάδων από όλη την Ελλάδα και πέρα από αυτήν (Παλούμπα κ.α., 2016). Η πανδημία επέβαλε την αναστολή για δύο σχολικά έτη (2019-2021) και η επανεκκίνηση έγινε τον Μάρτιο του 2022, με ευθύνη της ΠΑΝΕΚΦΕ και συντονισμό από ομάδα δεκαοκτώ υπευθύνων ΕΚΦΕ (βλ. παράρτημα), συνεχίζοντας την πολυετή συνεργασία με το Ινστιτούτο Αστρονομίας Αστροφυσικής Διαστημικών Εφαρμογών και Τηλεπισκόπησης (Ι.Α.Α.Δ.Ε.Τ.) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Ε.Α.Α.). Πρόκειται για δράση παιδαγωγικά κατάλληλη για κάθε ηλικιακή ομάδα, ευέλικτη και προσαρμόσιμη, στην οποία ενσωματώνονται απλοί μαθηματικοί υπολογισμοί και σχετικά εύκολες μετρήσεις, έως σύνθετοι συλλογισμοί, απαιτητικό ψηφιακό υλικό και συνδυαστικά λογικά βήματα. Άτομα με μαθησιακές ή άλλες ιδιαιτερότητες μπόρεσαν να συμμετάσχουν ενεργά. Στα Εργαστήρια Δεξιοτήτων: «STEAM και η Γη γυρίζει» των Νηπιαγωγείων το όφελος ήταν επίσης αξιοσημείωτο.

Όπου απαιτήθηκε, οι υπεύθυνοι των ΕΚΦΕ καθοδήγησαν τους συμμετέχοντες παρέχοντας πληροφορίες και υποστηρικτικό εκπαιδευτικό υλικό. Ως προς τη διάσταση της Ψηφιακής Τεχνολογίας, η φετινή δράση εμπλουτίστηκε με λογισμικά για τον υπολογισμό των γεωγραφικών συντεταγμένων, της απόστασης ενός τόπου από τον Ισημερινό ή της κατάλληλης ώρας πραγματοποίησης του πειράματος (Google Maps, Google Earth, SunCalc, διαδικτυακές εφαρμογές καθώς και εφαρμογές κινητών τηλεφώνων). Αξιοποιήθηκαν φορητές ηλεκτρονικές συσκευές με αποστολές «actionbound» και παιχνίδια γνώσεων «Kahoot». Παράχθηκε στοχευμένο εκπαιδευτικό υλικό, με παρουσιάσεις, προσαρμοσμένα φύλλα εργασίας και επεξηγηματικά βίντεο. Πληροφορίες για το ιστορικό πείραμα και τη σύγχρονη μεταφορά του, για τη φετινή δράση αλλά και τις παλιότερες, καθώς και σχετικό εκπαιδευτικό υλικό έχει αναρτηθεί στις διευθύνσεις <https://panekfe.gr/eratosthenes> και <https://bit.ly/EratosthenisFB>

Οι μαθητές/μαθήτριες, συμμετέχοντας στο ιστορικό πείραμα, συνειδητοποιούν την έννοια του σφάλματος και την αναγκαιότητα επαναληπτικών μετρήσεων. Από τη στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων προέκυψε η τιμή του μήκους της ακτίνας της Γης ίση με  $6388,35 \pm 240,18$  km, με σφάλμα μόλις 0,27% σε σχέση με την επιστημονικά αποδεκτή μέση ακτίνα της Γης!

Συνδυάζοντας την επιστημονική μέθοδο με στοιχεία τεχνολογικού και ψηφιακού εγγραμματισμού, κάθε εφαρμογή του ιστορικού πειράματος του Ερατοσθένη συνιστά μια αξιοσημείωτη STEAM διδακτική παρέμβαση, με ιδιαίτερη έμφαση στη συνιστώσα «Art», αφού, σε αρκετές περιπτώσεις, η δράση εμπνέει και συνδυάζεται με καλλιτεχνικά δρώμενα όπως θεατρικές αναπαραστάσεις, μουσική, ζωγραφική, δημιουργία μακετών κ.ά. (Σχήμα 2).



## Σχήμα 2: Η «Art» διάσταση της STEAM δράσης στο Γυμνάσιο Καλαμπάκας.

Στα κύρια αποτελέσματα της εφαρμογής του πειράματος συγκαταλέγονται γνωστικά και διεπιστημονικά αλλά και αποτελέσματα δεξιοτήτων όπως π.χ. η συναρμολόγηση απλών διατάξεων, η χρήση οργάνων μέτρησης, η επίτευξη ακριβών μετρήσεων. «Κάθε τυπική έννοια οικοδομείται αλλά και οικοδομεί. Οικοδομείται με υλικό προερχόμενο από την άμεση εμπειρία και περισσότερο από εγχειρήματα της ανθρώπινης σκέψης. Παράλληλα “συμβάλλει στην οικοδόμηση μιας επιστήμης όπως η Φυσική”», γράφει ο Α. Κασσέτας (2021). Πλέον της διερευνητικής, ανακαλυπτικής και εποικοδομητικής δομής της μελετώμενης πειραματικής διαδικασίας, σημαντικά κρίνονται τα αποτελέσματα που αφορούν στην αξία της βιωματικής μάθησης, τη διαπιστωμένη χρησιμότητα της επιστημονικής συγκρότησης και της επιστημονικής τεκμηρίωσης, τα πολλαπλασιαστικά οφέλη της επικοινωνίας, της συνεργασίας και της κριτικής σκέψης. Ο διαδραστικός χάρτης της δράσης (<https://bit.ly/3PvR4jn>,) και οι αντίστοιχες φωτογραφίες μπορούν να επιβεβαιώσουν τα προαναφερθέντα.

Με σημαντικές διαφοροποιήσεις στη στοχοθεσία και στην αξιολόγηση αλλά με την ίδια απλή, προσαρμόσιμη και πολυεπιστημονική εργαστηριακή διαδικασία, το «Πείραμα του Ερατοσθένη» υλοποιείται διεθνώς από ομάδες εκπαιδευτικών και εκπαιδευτικούς φορείς. Αξίζει να σημειωθούν η συνεισφορά του τμήματος Έρευνας και Ανάπτυξης της Ελληνογερμανικής Αγωγής με διεθνείς και πανευρωπαϊκές δράσεις, θεματικούς διαγωνισμούς, τηλεσκοπικές αστροπαρατηρήσεις, δομημένα διδακτικά σενάρια και σύγχρονα ψηφιακά εργαλεία (<http://eratosthenes.ea.gr/>) καθώς και η χρησιμότητα των ιστοτόπων «Eratosthenes» <http://eratos.world.free.fr> και «The Eratosthenes Project» του Ιδρύματος «La main à la pâte» <https://fondation-lamap.org/en/participez/the-eratosthenes-project>) και της ομάδας Facebook «Eratosthenes» <https://www.facebook.com/groups/Eratos>

### ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΒΙΝΤΕΟΣΚΟΠΗΜΕΝΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Για να καλυφθεί το κενό από τη για δεύτερη χρονιά συνεχόμενη ακύρωση του πειραματικού διαγωνισμού ΕΟΕΣ λόγω πανδημίας και να παραμείνει ζωντανή η διαδικασία του, αποφασίστηκε η διεξαγωγή ενός πειραματικού διαγωνισμού εξ αποστάσεως. Ο διαγωνισμός απευθυνόταν σε ομάδες μαθητών της Β' Λυκείου, εκείνης δηλαδή της τάξης που θα λάμβαναν μέρος στον διαγωνισμό που ακυρώθηκε.

Οι ομάδες κλήθηκαν να παρουσιάσουν ένα πείραμα σχετικό με τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, δικής τους επιλογής, μέσα από ένα ολιγόλεπτο βίντεο. Σκοπός του διαγωνισμού ήταν οι μαθητές/μαθήτριες να εμπλακούν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία και να αναδειχθεί η όμορφη και ελκυστική όψη των φυσικών επιστημών, που εξηγεί τον κόσμο μας και συνδέει τη γνώση των σχολικών βιβλίων με φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω μας. Η ελεύθερη επιλογή αντικειμένου από τους/τις μαθητές/μαθήτριες με τους εκπαιδευτικούς τους αλλά και η δυνατότητα να πειραματιστούν στον χώρο και τον χρόνο τους λειτούργησε πολύ θετικά στην ποικιλία και την ποιότητα των βιντεοσκοπημένων πειραμάτων. Οι συμμετέχοντες χρειάστηκε να επιλέξουν το πείραμα, να συγγράψουν το σενάριο, να σκηνοθετήσουν, να πρωταγωνιστήσουν, να κάνουν μοντάζ. Πολλά από τα βιντεοσκοπημένα πειράματα χρειάστηκαν ψηφιακή επεξεργασία και προσθήκη ειδικών εφέ. Μέσα από τη διαδικασία που απαιτείται για να παραχθεί ένα βιντεοσκοπημένο πείραμα αναπτύσσονται σημαντικές δεξιότητες, όπως κριτική σκέψη και ικανότητα συνεργασίας. Αλλά και στον γνωστικό τομέα η αναπαράσταση της γνώσης μέσα από πολυτροπικές παρουσιάσεις, όπως είναι η παραγωγή ενός βίντεο, είναι σημαντική για την οικοδόμησή της και για την παραγωγή νοήματος για τους μαθητές και τις μαθήτριες (Jewitt, 2012).

Στη δράση συμμετείχαν 71 σχολικές μονάδες από όλη την Ελλάδα με 121 video πειραμάτων Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας. Ενεπλάκησαν συνολικά 460 μαθητές/μαθήτριες και 107 εκπαιδευτικοί. Οι δραστηριότητες που υποβλήθηκαν ήταν πολύ ενδιαφέρουσες ως εργαστηριακές προτάσεις και εντυπωσιακές ως υλοποιήσεις, αναδεικνύοντας για άλλη μια φορά τη θεμελιώδη σημασία του πειράματος στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών παράλληλα με την αξία της ενεργού συμμετοχής των μαθητών/μαθητριών στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Το απαιτητικό έργο της αξιολόγησης του υποβληθέντος υλικού το ανέλαβε ομάδα 22 υπεύθυνων ΕΚΦΕ. Στον πίνακα 1 αναφέρονται τα κριτήρια αξιολόγησης των βιντεοσκοπημένων πειραμάτων που είχαν εξαρχής ορισθεί κατά την ανακοίνωση του διαγωνισμού.

**Πίνακας 1:** Τα κριτήρια αξιολόγησης των μαθητικών βίντεο και το ποσοστό συμμετοχής τους στην τελική βαθμολογία.

<b>Κριτήρια αξιολόγησης βίντεο</b>	
1. Ασφάλεια των πειραμάτων	20%
2. Σαφής εφαρμογή της επιστημονικής διαδικασίας (παρατήρηση- υπόθεση- έλεγχος-επιβεβαίωση-συμπεράσματα)	10%
3. Καινοτομία	10%
4. Σύνδεση με τη διδακτέα ύλη στα μαθήματα Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας	10%
5. Χρήση απλών και επαναχρησιμοποιούμενων υλικών	10%
6. Σύνδεση με τεχνολογικές εφαρμογές	10%
7. Ευχάριστη παρουσίαση	10%
8. Σωστή χρήση της γλώσσας	10%
9. Ποιότητα του βίντεο από τεχνικής άποψης	10%

Το σύνολο του υλικού που συγκεντρώθηκε είναι δημόσια προσβάσιμο στην ιστοσελίδα της ΠΑΝΕΚΦΕ και στο σύνδεσμο <https://tinyurl.com/VideoPeiramata> καθώς θεωρούμε ότι είναι υψηλής εκπαιδευτικής αξίας για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών στο Λύκειο.

### **ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΕΣ ΣΥΝΑΝΤΗΣΕΙΣ ΥΠΕΥΘΥΝΩΝ ΕΚΦΕ**

Στο πλαίσιο της διαρκούς επιμόρφωσης των Υπευθύνων ΕΚΦΕ, το σχολικό έτος 2021-22 διοργανώθηκε από την ΠΑΝΕΚΦΕ σειρά επιμορφωτικών συναντήσεων, με στόχο την παρουσίαση εργαστηριακών ασκήσεων, πρωτότυπων και κλασικών πειραματικών διατάξεων, μεθόδων πραγματοποίησης εργαστηριακών δραστηριοτήτων κλπ. Στόχος ήταν η ανταλλαγή ιδεών μεταξύ των Υπευθύνων ΕΚΦΕ, ώστε αυτοί/αυτές να δράσουν έπειτα ως πολλαπλασιαστές των ιδεών αυτών στα σχολεία των περιοχών ευθύνης τους. Οι συναντήσεις ήταν μόνο διαδικτυακές, εξαιτίας της αδυναμίας παρουσίας δια ζώσης των Υπευθύνων ΕΚΦΕ σε συνέδρια και ημερίδες λόγω των μέτρων της πανδημίας, εισηγητές ήταν Υπεύθυνοι και Υπεύθυνες ΕΚΦΕ και τις εισηγήσεις παρακολούθησαν εκπαιδευτικοί που υπηρετούν στα ΕΚΦΕ όλης της Ελλάδας.

Η αξία των συναντήσεων ξεπέρασε εκείνη που θα είχε μια απλή σειρά επιμορφώσεων. Καθώς οι επιμορφωτές/επιμορφώτριες ήταν ταυτόχρονα και επιμορφούμενοι/επιμορφούμενες που μοιράζονταν εμπειρίες, απόψεις, ιδέες και πρακτικές, δημιουργήθηκε μια νέα κοινότητα μάθησης εκπαιδευτικών, δηλαδή «μια ομάδα που λειτουργεί συνεργατικά, με σκοπό να προάγει τη γνώση όλων των εκπαιδευτικών με τελικό στόχο την αποτελεσματικότερη διδασκαλία» (Bolam et al., 2005). Ο Robertson (2007) υπογραμμίζει τη σημασία της δημιουργίας ενός κοινού οράματος και υποστηρίζει ότι είναι ένα από τα σημαντικότερα οφέλη για τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς.

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 11 ημερίδες με 33 εισηγήσεις μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας Webex. Οι εργαστηριακές ασκήσεις παρουσιάστηκαν ζωντανά ή σε μορφή βίντεο ή με φωτογραφίες και συνήθως συνοδεύονταν από φύλλο εργασίας και/ή παρουσίαση με το θεωρητικό πλαίσιο της δραστηριότητας. Παρουσιάστηκαν 14 δραστηριότητες σχετικές με το μάθημα της Φυσικής, 10 σχετικές με το μάθημα της Χημείας, 4 σχετικές με το μάθημα της Βιολογίας, 4 που αφορούσαν δύο ή περισσότερα μαθήματα και μία δραστηριότητα που αφορούσε παρουσίαση λογισμικού και μπορούσε

να εφαρμοστεί σε όλα τα μαθήματα. Μετά το τέλος κάθε παρουσίασης ακολουθούσε διάλογος μεταξύ των συμμετεχόντων. Οι εργαστηριακές δραστηριότητες που παρουσιάστηκαν σε κάθε μάθημα κάλυπταν όλες τις τάξεις Γυμνασίου και Λυκείου που διδάσκεται το αντίστοιχο μάθημα, ενώ 4 από αυτές σχετιζόνταν με τη διδακτέα ύλη της Ε' και της Στ' τάξης του Δημοτικού.

Πιο αναλυτικά για το μάθημα της Φυσικής παρουσιάστηκαν οι παρακάτω εργαστηριακές ασκήσεις:

1. Ενέργεια - Μετατροπές ενέργειας για την Ε' Δημοτικού και τη Στ' Δημοτικού
2. Θερμότητα για την Ε' Δημοτικού και τη Στ' Δημοτικού
3. Ηλεκτρικά κυκλώματα (Σειρά, παράλληλα, βραχυκύκλωμα) για την Ε' Δημοτικού και τη Γ' Γυμνασίου
4. Πειραματική επαλήθευση του Πυθαγόρειου Θεωρήματος για την Α' Γυμνασίου και την Α' Λυκείου
5. Κατασκευή διάταξης για τη μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης για τη Β' Γυμνασίου και την Α' Λυκείου
6. Μετρήσεις Πίεσης με τον μικροελεγκτή Arduino Nano Ble 33 sense για τη Γ' Γυμνασίου και τη Β' Λυκείου
7. Μαγνητικά πεδία - Δύναμη Laplace για τη Γ' Γυμνασίου, τη Β' Λυκείου και τη Γ' Λυκείου
8. Μετρήσεις, σημαντικά ψηφία, στρογγυλοποίηση, γραφικές παραστάσεις για την Α' Λυκείου
9. Επιβεβαίωση του Β' Νόμου του Νεύτωνα με χρονομετρητή χαρτοταινίας για την Α' Λυκείου
10. Ποιοτική και ποσοτική μελέτη ελεύθερης πτώσης με απλά υλικά για την Α' Λυκείου
11. Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας με χρήση Phyphox για την Α' Λυκείου
12. Τρεις μέθοδοι για τον προσδιορισμό της επιτάχυνσης με φωτοπύλες για την Α' Λυκείου
13. Απλά πειράματα για τη ροπή αδράνειας και τη διατήρηση της στροφορμής για τη Γ' Λυκείου
14. Μελέτη εξαναγκασμένης ταλάντωσης αυτοσχέδιας κατασκευής και καταγραφή πειράματος με το Multilog για τη Γ' Λυκείου

Οι εργαστηριακές δραστηριότητες που παρουσιάστηκαν και αφορούν τη διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας είναι οι παρακάτω:

1. Πειράματα Χημείας σε μικροκλίμακα (Αντίδραση απλής αντικατάστασης νιτρικού αργύρου και χαλκού πάνω σε επιφάνεια χρυσού, χρήση δεικτών, εξουδετέρωση) για τη Β' Γυμνασίου, τη Γ' Γυμνασίου, την Α' Λυκείου και τη Γ' Λυκείου
2. Παρασκευή δείκτη μωβ λάχανου με καφετιέρα και μετρήσεις του pH για τη Γ' Γυμνασίου, την Α' Λυκείου, τη Β' Λυκείου και τη Γ' Λυκείου
3. Παρασκευή και ανίχνευση διοξειδίου του άνθρακα από καύση κεριού για τη Γ' Γυμνασίου
4. Αντίδραση διάσπασης με αυτανάφλεξη για την Α' Λυκείου
5. Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης σε μικροκλίμακα και ποιοτική ανίχνευση ιόντων για την Α' Λυκείου
6. Αντιδράσεις καρβοξυλικών οξέων για τη Β' Λυκείου
7. Ο ροζ καταλύτης για τη Γ' Λυκείου
8. Ταχύτητα αντίδρασης για τη Γ' Λυκείου
9. Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα της αντίδρασης για τη Γ' Λυκείου
10. Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης οξαλικού οξέος με ταυτόχρονη χρήση του καταγραφέα Multilog για τη Γ' Λυκείου

Πειραματικές δραστηριότητες στο μάθημα της Βιολογίας που παρουσιάστηκαν είναι οι ακόλουθες:

1. Προσομοιώνοντας τη λειτουργία του κυκλοφορικού συστήματος και τη σύσταση του αίματος για την Α' Γυμνασίου και την Α' Λυκείου
2. Μελέτη των παραγόντων που επιδρούν στη δράση των ενζύμων για τη Β' Γυμνασίου, τη Γ' Γυμνασίου και τη Γ' Λυκείου
3. Γίνε Crime Scene Investigator για μία ημέρα! για τη Γ' Γυμνασίου
4. Παραγωγή γιαουρτιού και απομόνωση λακτοβακτηρίων για τη Β' Λυκείου και τη Γ' Λυκείου

Οι εργαστηριακές δραστηριότητες που παρουσιάστηκαν και μπορούν να πραγματοποιηθούν σε 2 ή περισσότερα μαθήματα είναι:

Υπολογισμός της πυκνότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και εύρεση της (μέσης) μοριακής μάζας του στο μάθημα της Φυσικής και της Χημείας

1. Κατασκευή σχολικού σειсмоγράφου στο μάθημα της Φυσικής και της Γεωγραφίας

2. Παρασκευή πλαστικού από άμυλο πατάτας στο μάθημα της Χημείας και της Βιολογίας
3. Παραμύθ(ο)ι από τη ματιά ενός επιστήμονα για παιδιά Δημοτικού

Τέλος, παρουσιάστηκε το λογισμικό OBS (Open Broadcaster Software), το οποίο θα μπορούσε να αποτελέσει πολύ χρήσιμο εργαλείο για μαθήματα που πραγματοποιούνται δια ζώσης ή από απόσταση. Υλικό από τις παρουσιάσεις που πραγματοποιήθηκαν βρίσκεται αναρτημένο στην ιστοσελίδα της ΠΑΝΕΚΦΕ στον παρακάτω σύνδεσμο: <https://panekfe.gr/experiments/>

Συνοψίζοντας την εμπειρία των συναντήσεων μπορούμε να πούμε τα ακόλουθα: Ζωντανά ή βιντεοσκοπημένα πειράματα, πειράματα με χρήση αισθητήρων, κινητών τηλεφώνων, κατάλληλων λογισμικών, πειράματα με όργανα και συσκευές που υπάρχουν στο εργαστήριο ή κατασκευάστηκαν από τους εκπαιδευτικούς, μπορούν να πραγματοποιηθούν στο σχολικό εργαστήριο και να βελτιώσουν την ποιότητα της διδασκαλίας των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών. Η επεξεργασία των μετρήσεων και ο εντοπισμός των σφαλμάτων επισημαίνεται ως αναπόσπαστο τμήμα της εργαστηριακής διαδικασίας. Τα παιδικά παραμύθια, οι προσομοιώσεις και η εξιχνίαση εγκλημάτων μπορούν να αποτελέσουν μια ενδιαφέρουσα εκδοχή για εμπλοκή των μαθητών στην πειραματική διαδικασία.

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε ένα σύγχρονο σχολείο η βιωματική σύνδεση της σχολικής και επιστημονικής γνώσης με την πειραματική διδασκαλία, που μαγνητίζει τη σκέψη των παιδιών και κρατά αμείωτο το ενδιαφέρον τους, τους παρέχει ανεκτίμητα εφόδια ζωής και μπορεί, αποδεδειγμένα, να «τα μορφώνει, χωρίς να τα εξοντώνει». Εξάλλου η βιωματική διδασκαλία αυξάνει την ενεργό εμπλοκή των μαθητών στη μάθηση, η οποία, όπως δείχνουν πλήθος ερευνών, οδηγεί σε αυξημένες σχολικές επιδόσεις (Freeman et al, 2014).

Το πείραμα του Ερατοσθένη με τη δυνατότητα ανάπτυξης συνεργατικών δράσεων μεταξύ σχολείων π.χ. που βρίσκονται σε κοινούς μεσημβρινούς, δίνει την ευκαιρία διαμόρφωσης ενός κλίματος «ανοιχτού» και διαρκούς διαλόγου, με ανταλλαγή γνωστικών, πολιτιστικών και άλλων χρήσιμων στοιχείων. Τα σχολεία διαμορφώνουν με τον τρόπο αυτόν χαρακτηριστικά που ενδυναμώνουν το προφίλ και τη θέση τους σε καιρούς απαιτητικούς και περιβάλλοντα διαρκώς μεταβαλλόμενα. Ο διαγωνισμός βιντεοσκοπημένων πειραμάτων έδωσε την ευκαιρία στους μαθητές-πειραματιστές να εργαστούν σε ομάδες, στις οποίες κάθε μέλος έχει τον διακριτό του ρόλο και όλοι είναι απαραίτητοι για την πρόοδο της διαδικασίας. Μύησε, ακόμη, τους μαθητές και τις μαθήτριες στη βιωματική μάθηση μέσα από το πείραμα, στην ερευνητική και ανακαλυπτική μάθηση με τη διαμόρφωση υποθέσεων, στην επισταμένη παρατήρηση, στην πειραματική επαλήθευση, στη συναπόφαση και στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Σε αυτή την ολιστική προσέγγιση της γνώσης, η συνεργική αξία των STEAM συνιστωσών είναι αναμφίβολα μεγαλύτερη από το απλό άθροισμά τους. Ακριβώς το ίδιο διαπιστώθηκε και για τα μέλη της ΠΑΝΕΚΦΕ που συμμετείχαν στις επιμορφωτικές δράσεις της. Συνεργάστηκαν διακριτικά και αποτελεσματικά και λειτούργησαν ως επιμορφωτές αλλά και επιμορφούμενοι μέσα σε μια ζωντανή και παραγωγική κοινότητα μάθησης.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι δράσεις του Ερατοσθένη και του διαγωνισμού των βιντεοσκοπημένων πειραμάτων δεν θα μπορούσαν βέβαια να πραγματοποιηθούν χωρίς τη συμμετοχή των μαθητών/μαθητριών και των εκπαιδευτικών τους. Τους/τις ευχαριστούμε, λοιπόν, ιδιαίτερα για τη συμμετοχή τους, γνωρίζοντας ότι εργάστηκαν με μεράκι αφιερώνοντας προσωπικό χρόνο. Ιδιαίτερα ευχαριστούμε, επίσης, το ίδρυμα Μποδοσάκη για τη χορηγία των βραβείων στις ομάδες που διακρίθηκαν στον διαγωνισμό πειραμάτων. Θερμές ευχαριστίες, τέλος, σε κάθε έναν/μία από τους υπεύθυνους και τις υπεύθυνες ΕΚΦΕ που συμμετείχαν ή/και συνεργάστηκαν με οποιονδήποτε τρόπο και στις τρεις αυτές δράσεις αλλά και σε αρκετές άλλες, μικρότερης εμβέλειας, προάγοντας την πειραματική και STEM/STEAM διδασκαλία, αποδεικνύοντας έμπρακτα την αξία της γόνιμης επικοινωνίας και της ανιδιοτελούς συνεργασίας και δείχνοντας τον δρόμο για την κατάκτηση υψηλής αξίας Εκπαίδευσης στη χώρα μας!

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Κασσέτας, Α., (2021). *Οι Έννοιες της Φυσικής και η Διδασκαλία τους*, Αθήνα: Εκδόσεις Δίαυλος, σ. 17.  
Κουμαράς, Π., (2017). *Διδάσκοντας Φυσική αύριο*, Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg, σ. 37, 39.  
Σιμ Δ.Σιμόπουλος, Δ., (2019). *Από τα Ψηλαλώνια στο Φεγγάρι*, Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο, σ. 23.

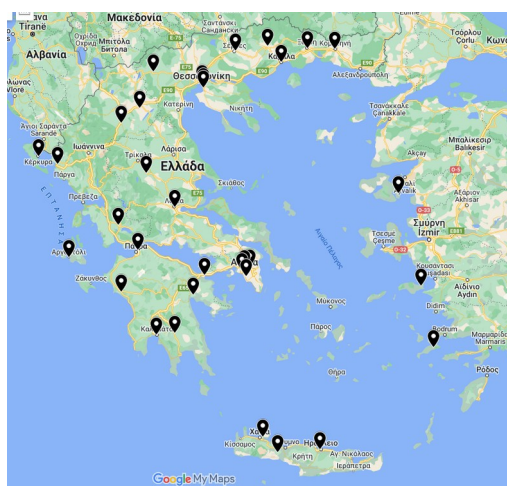
- Παλούμπα, Ε., Μανδηλιώτης, Σ., & Ιωάννου, Ν. (2016). Στα βήματα του Ερατοσθένη: Όταν το πείραμα διδάσκει, κινητοποιεί και εντυπωσιάζει. *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικές Προσεγγίσεις και Πειραματική Διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες*, 125–134. Θεσσαλονίκη. Ανακτήθηκε από <https://physlab.edu.uoi.gr/wp-content/uploads/2020/05/2016-synedrio-panekfe-praktika.pdf>
- Bolam, R., McMahon, A., Stoll, L., Thomas, S., Wallace, M., Greenwood, A., Hawkey, K., Ingram, M., Atkinson, A., & Smith, M. (2005). *Creating and sustaining effective professional learning communities*. Nottingham: DfES Publications p.iii.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the national academy of sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Jewitt, C. (2012). *Technology, literacy, learning* (2η έκδ.). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203964101>.
- Lemeignan, G. & Weil-Barais, A., (1997). (Μτφρ. Δαπόντες, Ν. & Δημητρακοπούλου, Α.). *Η Οικοδόμηση των Εννοιών στη Φυσική*, Αθήνα: Εκδόσεις τυπωθήτω, σ.48.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΕΚΦΕ ΠΟΥ ΣΥΝΕΡΓΑΣΤΗΚΑΝ ΣΤΙΣ ΠΡΟΑΝΑΦΕΡΘΕΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

Στον πίνακα 2 περιλαμβάνονται τα ονόματα των 34 ΕΚΦΕ και των υπευθύνων τους που συμμετείχαν με οποιονδήποτε τρόπο στη διοργάνωση των δράσεων της ΠΑΝΕΚΦΕ που παρουσιάστηκαν στο κείμενο. Πολλά από αυτά συμμετείχαν σε παραπάνω από μία δράσεις. Για να γίνει αντιληπτή η γεωγραφική διασπορά τους εικονίζονται σε χάρτη στο Σχήμα 3.

**Πίνακας 2:** Τα ονόματα των ΕΚΦΕ που συμμετείχαν στη διοργάνωση καθεμιάς από τις παρουσιαζόμενες δράσεις της ΠΑΝΕΚΦΕ.

	Ονόματα ΕΚΦΕ και των Υπευθύνων τους
<b>Πείραμα Ερατοσθένη</b>	ΕΚΦΕ Αργολίδας (Μανουσάκη Κλεοπάτρα), ΕΚΦΕ Δράμας (Παζούλης Παναγιώτης), ΕΚΦΕ Ηλιούπολης Αττικής (Λάζος Παναγιώτης), 2 <sup>ο</sup> ΕΚΦΕ Ηρακλείου (Δερμιτζάκη Ειρήνη), ΕΚΦΕ Καβάλας (Παπαδοπούλου Δέσποινα), ΕΚΦΕ Καρδίτσας (Γκάτσης Αριστείδης), ΕΚΦΕ Κεφαλονιάς-Ιθάκης (Μαγουλά Αναστασία), ΕΚΦΕ Κοζάνης (Παπαδέλη Ελευθερία), ΕΚΦΕ Κομοτηνής (Κυριαζοπούλου Σοφία), ΕΚΦΕ Κορινθίας (Βενέτης Κωνσταντίνος), ΕΚΦΕ Κω (Παπαδάκης Ιωάννης), ΕΚΦΕ Λακωνίας (Παλούμπα Ελένη), ΕΚΦΕ Νεάπολης Θεσ/νίκης (Καρούτης Αθανάσιος), ΕΚΦΕ Ξάνθης (Τσικρικώνης Γεώργιος), ΕΚΦΕ Πέλλας (Αντωνέλης Τιμολέων), ΕΚΦΕ Ρεθύμνου (Χαλκιαδάκης Κωστής), ΕΚΦΕ Τούμπας (Γκιγκούδη Αναστασία), ΕΚΦΕ Χαλανδρίου (Κωνσταντινοπούλου Βασιλική).
<b>Διαγωνισμός Πειραμάτων</b>	ΕΚΦΕ Αγίων Αναργύρων (Γεωργόπουλος Χρήστος), ΕΚΦΕ Αγρινίου (Τσοβόλας Σπύρος), ΕΚΦΕ Αιγάλεω (Φιλιόγλου Μιχαήλ), ΕΚΦΕ Αλίμου (Παπαγεωργάκη Γεωργία), ΕΚΦΕ Αργολίδας (Μανουσάκη Κλεοπάτρα), ΕΚΦΕ Γρεβενών (Μίχου Δέσποινα), ΕΚΦΕ Ηλείας (Χαραλαμπίκης Νίκος), ΕΚΦΕ Καβάλας (Παπαδοπούλου Δέσποινα), ΕΚΦΕ Καρδίτσας (Γκάτσης Αριστείδης), ΕΚΦΕ Κέντρου Θεσ/νίκης (Τσακίρη Μαρία), ΕΚΦΕ Κέρκυρας (Μουρούζης Παναγιώτης), ΕΚΦΕ Κεφαλονιάς-Ιθάκης (Μαγουλά Αναστασία), ΕΚΦΕ Κοζάνης (Παπαδέλη Ελευθερία), ΕΚΦΕ Κορινθίας (Βενέτης Κωνσταντίνος), ΕΚΦΕ Λέσβου (Ρούγγος Γιώργος), ΕΚΦΕ Μεσσηνίας (Σωτηροπούλου Άννα), ΕΚΦΕ Ξάνθης (Τσικρικώνης Γεώργιος), ΕΚΦΕ Πατρών (Νιώτης Ανδρέας), ΕΚΦΕ Σάμου (Δεμερτζή Ελπινίκη), ΕΚΦΕ Τούμπας (Γκιγκούδη Αναστασία), ΕΚΦΕ Φθιώτιδας (Κουτσούμπα Παναγιώτης), ΕΚΦΕ Χαλανδρίου (Κωνσταντινοπούλου Βασιλική), ΕΚΦΕ Χανίων (Αναστασάκης Νίκος).
<b>Επιμορφωτικές Συναντήσεις</b>	ΕΚΦΕ Δράμας (Παζούλης Παναγιώτης), ΕΚΦΕ Θεσπρωτίας (Νούσης Βασίλης), ΕΚΦΕ Κοζάνης (Παπαδέλη Ελευθερία), ΕΚΦΕ Κομοτηνής (Κυριαζοπούλου Σοφία), ΕΚΦΕ Σερρών (Μανδηλιώτης Σωτήρης), ΕΚΦΕ Τούμπας (Γκιγκούδη Αναστασία).



Σχήμα 3: Χάρτης που περιλαμβάνει τα 34 ΕΚΦΕ που συμμετείχαν (<https://bit.ly/EKFEmap>).



# Παρουσίαση ενός Συστήματος Datalogger για τα Σχολικά Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών με Χρήση Phyphox και Arduino

Χαλκιαδάκης Κωνσταντίνος<sup>1</sup>, Σγουρός Γιάννης<sup>2</sup>

[chalkia.duck@gmail.com](mailto:chalkia.duck@gmail.com), [sgouros@sch.gr](mailto:sgouros@sch.gr)

<sup>1</sup>Med Φυσικός, ΕΚΦΕ Ρεθύμνου

<sup>2</sup>Phd, Msc Φυσικός, ΓΕΛ Επισκοπής Ρεθύμνου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη διεθνή βιβλιογραφία είναι διαπιστωμένα τα πλεονεκτήματα από την χρήση συσκευών συγχρονικής λήψης και απεικόνισης, γνωστές και με τον ξενόγλωσσο όρο *dataloggers*, κατά τη διάρκεια πειραμάτων Φυσικών Επιστημών. Λόγω υψηλού κόστους, η χρήση αυτών των συσκευών στη σχολική πραγματικότητα είναι περιορισμένη καθώς είτε απουσιάζουν από τα σχολικά εργαστήρια είτε διατίθενται σε περιορισμένη ποσότητα γεγονός που καθιστά αδύνατη την οργάνωση μετωπικού εργαστηρίου. Στο παρόν άρθρο παρουσιάζεται μια διάταξη συγχρονικής λήψης και απεικόνισης πειραματικών δεδομένων χαμηλού κόστους. Η διάταξη χρησιμοποιεί την πλακέτα *Arduino Nano 33 BLE Sense*, η οποία διαθέτει ενσωματωμένους μια σειρά από αισθητήρες. Τα δεδομένα των αισθητήρων αποστέλλονται και παρουσιάζονται στην ψηφιακή εφαρμογή *Phyphox*, η οποία αποτελεί εφαρμογή ανοικτού κώδικα που διανέμεται ελεύθερα για χρήση. Τέλος, παρουσιάζεται ενδεικτικά η αξιοποίηση της προτεινόμενης διάταξης σαν φωτοπύλη, σε μια πειραματική δραστηριότητα στην οποία χρησιμοποιείται ο αισθητήρας φωτεινότητας για τη μέτρηση χρονικών διαστημάτων κατά την κίνηση ενός αμαξιδίου.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** ΣΣΛΑ, *Phyphox*, *Arduino Nano BLE 33 Sense*, Εργαστήριο Φ.Ε

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδασκαλία και μάθηση εννοιών Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε) αποτελεί ένα διαρκές αίτημα στο πεδίο της σύγχρονης εκπαιδευτικής έρευνας (Waight & Neumann, 2020). Παράλληλα στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης STEM διδακτικής προσέγγισης, η αξιοποίηση συστημάτων σύγχρονης τεχνολογίας φαίνεται να υποστηρίζει τους μαθητές στην δημιουργία συνδέσεων μεταξύ των διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων (Martín-Páez et al., 2019). Τα συστήματα αυτά έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης με πλήθος αισθητήρων, γεγονός που τα καθιστά κατάλληλα για εργασίες STEM, στις οποίες συχνά εξετάζονται ταυτόχρονα οι διαφορετικές παράμετροι ενός πειράματος.

Οι *dataloggers* αποτελούν συσκευές σύγχρονης τεχνολογίας οι οποίες έχουν την δυνατότητα καταγραφής πειραματικών δεδομένων, ενώ συχνά διαθέτουν τη δυνατότητα παρουσίασης και διαμοιρασμού αυτών των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Στη διεθνή βιβλιογραφία τα συστήματα αυτά αναφέρονται σαν MBL (*microcomputer based laboratory*) και έχουν αποδοθεί στα ελληνικά ως συσκευές συγχρονικής λήψης και απεικόνισης (ΣΣΛΑ). Αποτελούνται από ηλεκτρονικούς αισθητήρες (ασύρματους ή ενσύρματους), συσκευές συλλογής και ανάλυσης δεδομένων (π.χ υπολογιστές, έξυπνες συσκευές, *tablet*) και κατάλληλο λογισμικό. Δεν συνιστούν απλά ένα μέσο για την παρουσίαση των δεδομένων με έναν πιο ελκυστικό τρόπο αλλά ολοκληρωμένες πειραματικές διατάξεις οι οποίες αξιοποιούν τεχνολογία αιχμής, έχουν μεγάλη υπολογιστική ισχύ και προσφέρουν στον χρήστη τη δυνατότητα λήψης, ανάλυσης και κυρίως πολυτροπικής παρουσίασης πειραματικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Τα ΣΣΛΑ αξιοποιούνται στην διδασκαλία εννοιών Φ.Ε σχεδόν από την στιγμή της ανακάλυψης τους από τον Tinker το 1981, καθώς οι ερευνητές στο πεδίο αναγνώρισαν γρήγορα την εκπαιδευτική τους αξία. Σύμφωνα με τους Stuck και Yerrick (2010) ένας από τους λόγους που καθιστά τα συστήματα αυτά σημαντικά εργαλεία για την μάθηση εννοιών Φ.Ε, είναι ότι μπορούν να διευρύνουν την ικανότητα του χρήστη να παρατηρήσει σε πραγματικό χρόνο τη μεταβολή ενός μεγέθους π.χ την αλλαγή της αγωγιμότητας ενός διαλύματος. Ένας δεύτερος λόγος είναι ότι συνδέουν σε πραγματικό χρόνο ένα πραγματικό πείραμα με μια συμβολική του αναπαράσταση, βοηθώντας με τον τρόπο αυτό τους μαθητές να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ πραγματικού και αφηρημένου. Πολύ σημαντική

θεωρείται επίσης η συνεισφορά αυτών των συστημάτων στην κατανόηση και την ερμηνεία των γραφικών παραστάσεων (Mokros & Tinker, 1987). Ειδικότερα, το γεγονός ότι τα συστήματα αυτά απαλλάσσουν τον χρήστη από το φόρτο εργασίας που απαιτεί η σχεδίαση μιας γραφικής παράστασης, δημιουργεί τις προϋποθέσεις για επικέντρωση στη μελέτη της δυναμικής αλληλεπίδρασης των μεταβλητών που καταγράφονται, την ερμηνεία κλίσεων κ.α.

Οι δυνατότητες που προσφέρουν ωστόσο τα συστήματα ΣΣΛΑ δεν εγγυώνται εκ των προτέρων και ανάλογα εκπαιδευτικά οφέλη. Εύλογα η ανάπτυξη τους έδωσε το έναυσμα για διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές οικοδομούν τη νέα γνώση κατά τη διάρκεια αξιοποίησής τους στη διδακτική πράξη (Nachmias & Linn, 1987). Αποτελέσματα εμπειρικών ερευνών διαπιστώνουν ότι η ένταξη ΣΣΛΑ στην πειραματική διδασκαλία ενθαρρύνει την ενεργό εμπλοκή των μαθητών (Russell et al., 1999). Επιπλέον, η δυνατότητα πολυτροπικής παρουσίασης των πειραματικών δεδομένων που προσφέρουν τα συστήματα αυτά, δίνει ερεθίσματα για την αλληλεπίδραση των μαθητών, διαμορφώνοντας ταυτόχρονα το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα διαπραγματευτούν για τη αποσαφήνιση εννοιών και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Για να κεφαλαιοποιηθούν διδακτικά ωστόσο οι δυνατότητες αυτών των συστημάτων, μεταξύ άλλων (Niryakis & Stavrou, 2022; Σαββοργινάκης, 2015), είναι απαραίτητο να ενταχθεί η χρήση τους σε ένα μαθητοκεντρικό πλαίσιο διδασκαλίας. Ειδικότερα προτείνεται η αξιοποίηση τους σε μια διερευνητική προσέγγιση για τη διδασκαλία εννοιών Φ.Ε καθώς η στρατηγική της πρόβλεψης, του πειραματισμού και της ερμηνείας ενός φαινομένου που περιλαμβάνει η διερεύνηση σε συνδυασμό με τις τεχνολογικές δυνατότητες που προσφέρουν τα συστήματα ΣΣΛΑ υποστηρίζει αποτελεσματικά την κατανόηση των μαθητών (Odom et al., 2011).

Παρά το γεγονός ότι τα συστήματα ΣΣΛΑ έχουν εκπαιδευτική αξία σε διδασκαλίες οργανωμένες μαθητοκεντρικά, το μεγαλύτερο εμπόδιο στη χρήση τους είναι το υψηλό τους κόστος. Τα εργαστήρια των Γενικών Λυκείων στη χώρα μας διαθέτουν ένα σύστημα ΣΣΛΑ, την συσκευή MultiLog της Fourier Systems, ωστόσο η διαθεσιμότητα ενός μόνο τεμαχίου καθιστά πρακτικά ανέφικτη την αξιοποίηση της σε μετωπικά πειράματα.

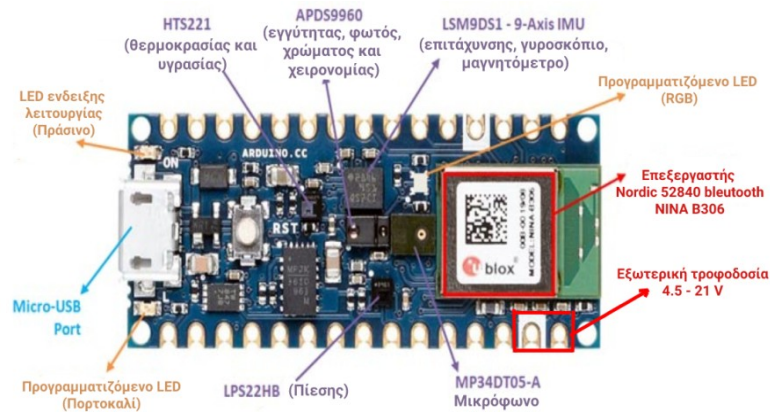
Στο άρθρο αυτό περιγράφεται μια διάταξη σύγχρονης τεχνολογίας που χρησιμοποιεί την πλακέτα Arduino nano 33 BLE sense (για συντομία από εδώ και στο εξής, Arduino sense) συνδεδεμένη ασύρματα μέσω Bluetooth με μια συσκευή κινητού τηλεφώνου ή tablet. Η εφαρμογή που λαμβάνει και παρουσιάζει στον χρήστη τα πειραματικά δεδομένα είναι η εκπαιδευτική εφαρμογή Phyrhox, που διατίθεται δωρεάν. Το τελικό κόστος της προτεινόμενης διάταξης, η οποία μπορεί να λειτουργήσει ως ένα ΣΣΛΑ, κυμαίνεται στα 50 ευρώ. Τέλος, στην παρούσα εργασία προτείνεται ενδεικτικά μια πειραματική δραστηριότητα στην οποία το ΣΣΛΑ λειτουργεί σαν φωτοπύλη, χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα φωτεινότητας της πλακέτας Arduino sense.

## **ARDUINO NANO 33 BLE SENSE**

Οι πλακέτες Arduino εμφανίζονται όλο και περισσότερο στην βιβλιογραφία σαν συστήματα που αξιοποιούνται στην σχολική εκπαίδευση σε πειραματικές δραστηριότητες. Οι πλακέτες αυτές είναι μικροσκοπικοί υπολογιστές χαμηλού κόστους και επιδόσεων. Διαθέτουν έναν μικροεπεξεργαστή, λίγα kb μνήμης RAM, λίγα kb προγραμματιζόμενης μνήμης για να αποθηκεύουν προγράμματα και ακίδες εισόδου-εξόδου για να συνδέονται με αισθητήρες, κινητήρες και άλλα ηλεκτρονικά. Η ευρεία χρήση τους οφείλεται στο ότι αποτελούν προϊόντα ανοιχτού υλισμικού (open hardware) και τα σχέδια υλοποίησης τους διανέμονται δωρεάν από την εταιρία. Ως εκ τούτου κυκλοφορούν αρκετοί κλώνοι των Arduino τους οποίους συναντά κανείς με διάφορα ονόματα (seeduino, freeduino, diavolino κ.λπ.). Ένας δεύτερος λόγος που αιτιολογεί την ευρεία χρήση τους είναι το περιβάλλον προγραμματισμού τους. Το Arduino IDE, είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης, μεταγλώττισης και μεταφοράς των προγραμμάτων στην πλακέτα. Είναι ελεύθερο και δωρεάν λογισμικό και μπορεί να εξυπηρετήσει όχι μόνο τις πλακέτες Arduino, αλλά και όλους τους κλώνους τους. Έτσι τις πλακέτες αυτές τις συναντάμε σε σχολικές εργασίες στο μάθημα της τεχνολογίας και πληροφορικής, σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής και γενικότερα σε STEM και STEAM projects. Η πλακέτα με την πιο ευρεία χρήση είναι ο Arduino Uno rev3, ο οποίος δημιουργήθηκε το 2010. Για την πλακέτα Arduino UNO υπάρχουν πολλές πληροφορίες, projects και μια μεγάλη κοινότητα χρηστών στο διαδίκτυο.

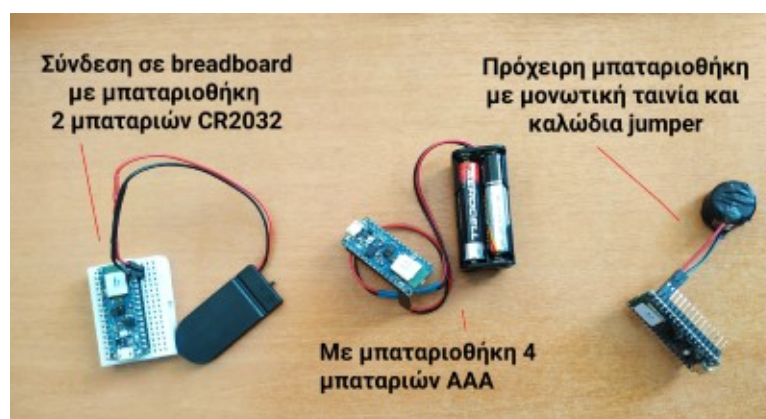
Η πλακέτα Arduino sense που επιλέχθηκε εδώ είναι νεότερη (παρουσιάστηκε το 2019). Όπως δηλώνεται και στο όνομά της, διαθέτει ενσωματωμένους μια σειρά από αισθητήρες και είναι σε θέση να επικοινωνεί ασύρματα με το πρωτόκολλο Bluetooth Low Energy (BLE). Τα παραπάνω

χαρακτηριστικά την καθιστούν ιδιαίτερα εύχρηστη καθώς τις περισσότερες φορές δεν χρειάζεται να συνδεθεί με κανένα εξωτερικό εξάρτημα παρά μόνο με την τροφοδοσία της. Στο σχήμα 1 παρουσιάζονται τα κύρια στοιχεία του Arduino sense. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά δείτε στη σελίδα <https://docs.arduino.cc/hardware/nano-33-ble-sense> (προσπελάστηκε στις 28/07/2022)



**Σχήμα 1:** Οι αισθητήρες και τα κύρια μέρη του Arduino nano 33 BLE sense.

Η τροφοδοσία του Arduino sense γίνεται μέσω καλωδίου USB με τάση 3.3V, όπως δηλώνει ο αριθμός 33 στο πλήρες όνομά του. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να συνδεθεί με εξωτερική τροφοδοσία αποκτώντας μεγαλύτερη αυτονομία. Στο σχήμα 2 παρουσιάζονται τρεις εναλλακτικές προτάσεις για σύνδεση με μπαταρίες. Στις δύο πρώτες, προσαρμόστηκαν ακροδέκτες jumper με κολλητήρι στα άκρα των μπαταριοθηκών. Στην τρίτη έχει κατασκευαστεί μια πρόχειρη μπαταριοθήκη όπου 2 μπαταρίες CR2032 συνδέθηκαν με μονωτική ταινία. Η εξωτερική τροφοδοσία συνδέεται στις ακίδες όπως χαρακτηριστικά δείχνει το κόκκινο ορθογώνιο πλαίσιο του σχήματος 1. Η ακίδα με το λευκό χρώμα είναι η γείωση στην οποία συνδέουμε τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας.



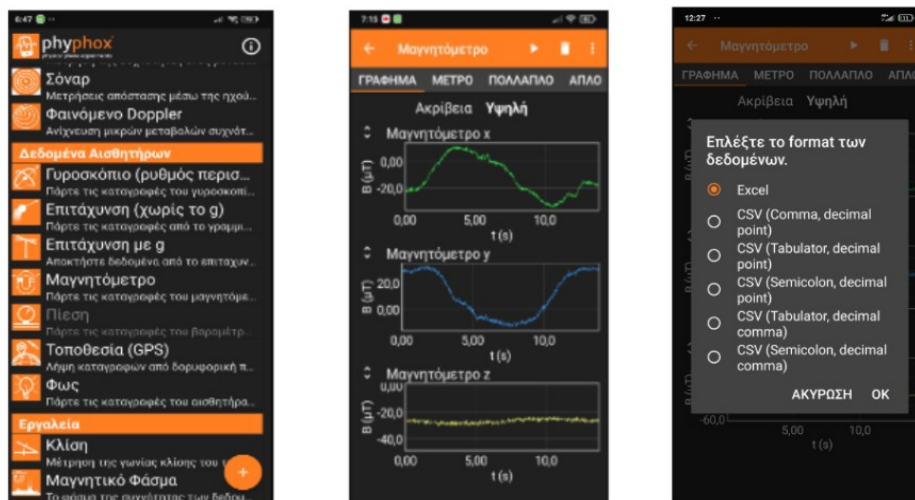
**Σχήμα 2:** Τρεις τρόποι εξωτερικής τροφοδοσίας των πλακετών.

## Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ RHYRHOX

Η εφαρμογή Rhyrhex είναι ανοιχτού κώδικα, διανέμεται δωρεάν και δημιουργήθηκε στο πολυτεχνείο του Aachen (Staacks et al, 2018) Το όνομα Rhyrhex αποτελεί σύντμηση των λέξεων **physics phone experiments** και όπως είναι εμφανές έχει στόχο την χρήση των αισθητήρων του κινητού τηλεφώνου σε πειράματα φυσικής.

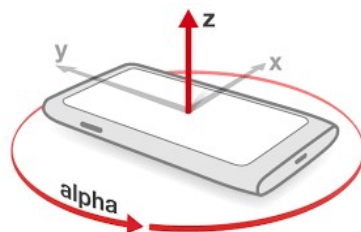
Στη βασική οθόνη παρουσιάζεται ένα σύνολο “πειραμάτων” οργανωμένων σε ομάδες. Η ομάδα με τον τίτλο “Δεδομένα Αισθητήρων” για παράδειγμα, παρουσιάζει τα δεδομένα των αισθητήρων που διαθέτει το κινητό τηλέφωνο. Αν ο αισθητήρας δεν είναι διαθέσιμος στο συγκεκριμένο μοντέλο τηλεφώνου τότε εμφανίζεται με γκριζό χρώμα και δεν μπορεί να επιλεγεί, όπως φαίνεται στην αριστερή φωτογραφία του σχήματος 3.

Κάθε πείραμα διαθέτει διαφορετικές καρτέλες. Κάθε καρτέλα αποτελεί μια διαφορετική επιλογή για τον χρήστη όσον αφορά τον τρόπο παρουσίασης των πειραματικών δεδομένων. Για παράδειγμα, δίνεται η δυνατότητα απεικόνισης των δεδομένων σε μορφή διαγράμματος ή με τη μορφή στιγμιαίας ένδειξης σε οθόνη ενός ψηφιακού οργάνου κ.λ.π.



**Σχήμα 3:** Αριστερά η βασική οθόνη της εφαρμογής με όλα τα πειράματα, στη μέση η καρτέλα του γραφήματος ενός πειράματος με το μαγνητόμετρο και δεξιά ο διαμοιρασμός των δεδομένων πειράματος.

Ενδεικτικά, στη μεσαία φωτογραφία του σχήματος 3 βλέπουμε την καρτέλα “ΓΡΑΦΗΜΑ” όπου απεικονίζονται οι συνιστώσες της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε 3 άξονες. Στο πείραμα περιστρέφουμε το κινητό γύρω από τον άξονα z, προσπαθώντας να διατηρήσουμε σταθερή γωνιακή ταχύτητα (με το χέρι). Οι άξονες αναφοράς στα κινητά τηλέφωνα είναι αυτοί που εικονίζονται στην σχήμα 4.



**Σχήμα 4:** Οι άξονες xyz ενός κινητού.

Τα δεδομένα της εφαρμογής μπορούν επίσης να διαμοιραστούν με άλλες συσκευές καθώς μπορούν να αποθηκευτούν σε διάφορες μορφές ώστε να μπορεί να γίνει επεξεργασία τους. Η εφαρμογή Rhyphox διαθέτει αρκετές ακόμη σημαντικές δυνατότητες οι οποίες ξεφεύγουν από τη στοχοθεσία αυτού του άρθρου. Περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να βρείτε στη σελίδα του ΕΚΦΕ Ρεθύμνου <https://ekfe.reth.sch.gr/?p=1951> (προσπελάστηκε στις 29/07/2022).

## ΡΗΥΡΗΟΧ ΚΑΙ ARDUINO ΣΤΑ ΣΧΟΛΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Η διδακτική αξιοποίηση των κινητών τηλεφώνων στο εργαστήριο Φ.Ε του σχολείου έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η εξοικείωση των μαθητών με τις συσκευές αυτές και το οικονομικό όφελος για το σχολείο είναι δύο από τα προφανή πλεονεκτήματα. Ωστόσο, αφενός η απαγόρευση της χρήσης κινητών τηλεφώνων στα ελληνικά σχολεία και αφετέρου το πλήθος των διαφορετικών τεχνικών χαρακτηριστικών των αισθητήρων σε κάθε τηλέφωνο, τόσο στο software όσο και στο hardware, δημιουργούν αρκετά προβλήματα στην αξιοποίηση τους για εκπαιδευτική χρήση.

Όσον αφορά το θέμα της απαγόρευσης της χρήσης κινητών στο σχολείο, η Ελληνική Πολιτεία ακολουθεί την πρακτική που ακολουθούν και πολλές άλλες χώρες παρά το γεγονός ότι η UNESCO συνιστά τη χρήση τους και παροτρύνει τα κράτη για αλλαγή πολιτικής (Kraut, 2013). Η απαγόρευση της χρήσης και η απουσία εξοπλισμού αναδεικνύονται από τους εκπαιδευτικούς ως τα σοβαρότερα

εμπόδια για τη χρήση της τεχνολογίας κινητών τηλεφώνων στο σχολικό πλαίσιο (Νικολοπούλου & Κουσιόγλου, 2020). Όμως ακόμα κι αν αυτή η πολιτική στο μέλλον αλλάξει, το δεύτερο πρόβλημα παραμένει. Για παράδειγμα, είναι προφανές ότι αν δεν υπάρχει αισθητήρας πίεσης σε ένα κινητό τηλέφωνο, αυτό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πειράματα που αφορούν την πίεση. Στην ιδανική περίπτωση κατά την οποία δύο κινητά τηλέφωνα διαθέτουν αισθητήρες που μετρούν το ίδιο φυσικό μέγεθος τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους όπως η ακρίβεια, η αξιοπιστία, ο ρυθμός δειγματοληψίας τους μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ώστε τα ποσοτικά αποτελέσματα πειραμάτων να μην είναι συγκρίσιμα ή επαναλήψιμα. Τέλος, σημαντικούς περιορισμούς θέτουν αφενός η ασφάλεια της συσκευής στην περίπτωση που συμμετέχει η ίδια στο πείραμα και αφετέρου σε ορισμένες περιπτώσεις το “μεγάλο” μέγεθος της κινητής συσκευής.



**Σχήμα5:** Ολοκληρωμένο σύστημα Phyphox- Arduino sense (με μπαταρίες).

Με την εφαρμογή Phyphox μπορούμε να παρακάμψουμε τους προαναφερθέντες περιορισμούς καθώς η εφαρμογή προσφέρει τη δυνατότητα σύνδεσης με εξωτερικούς αισθητήρες. Ως εκ τούτου, προτείνουμε την εγκατάσταση της εφαρμογής Phyphox σε συσκευές tablet (σχήμα 5) με τις οποίες εξοπλίστηκαν τα σχολεία κατά τη διάρκεια του προηγούμενου σχολικού έτους λόγω των έκτακτων συνθηκών και τις ανάγκες της τηλεκπαίδευσης. Αν και τα tablet διαθέτουν συνήθως ελάχιστους αισθητήρες, αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα καθώς αξιοποιούνται οι αισθητήρες του Arduino sense. Όσον αφορά τα θέματα ασφάλειας της συσκευής, σε περίπτωση ατυχήματος το κόστος της πλακέτας είναι αρκετά μικρότερο από το κόστος μιας συσκευής κινητού τηλεφώνου. Αξίζει να σημειωθεί τέλος ότι στο ενδεχόμενο οργάνωσης μετωπικού εργαστηρίου όπου οι μαθητές θα εργάζονται σε ομάδες, οι μετρήσεις των ομάδων θα είναι άμεσα συγκρίσιμες εφόσον τα συστήματα Phyphox - Arduino, είναι ταυτόσημα.

Για να μπορέσει να επικοινωνήσει η πλακέτα Arduino sense με την εφαρμογή Phyphox στο tablet χρειάζεται αφενός να φορτώσουμε ένα κατάλληλο πρόγραμμα στην πλακέτα ώστε να στέλνει στη συσκευή tablet τα δεδομένα σε κατάλληλη μορφή μέσω Bluetooth και αφετέρου τη ρύθμιση της εφαρμογής Phyphox ώστε να μπορέσει να επικοινωνήσει με την πλακέτα.

## ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΠΛΑΚΕΤΑΣ ARDUINO

Τα προγράμματα που εκτελούν οι πλακέτες Arduino γράφονται σε μια παραλλαγή της γλώσσας C++, ονομάζονται σχέδια (scetch) και έχουν κατάληξη \*.ino. Το σχέδιο (πρόγραμμα) που χρησιμοποιούμε για την επικοινωνία μεταξύ των Arduino και Phyphox δημιουργήθηκε από τους Bouquet et al. (2022), τροποποιήθηκε και βελτιώθηκε από τον πρώτο συγγραφέα και είναι διαθέσιμο σε συμπιεσμένο έγγραφο στη διεύθυνση: [https://bit.ly/nano\\_phyphox](https://bit.ly/nano_phyphox) (ανακτήθηκε 3/8/2022). Μετά τη λήψη χρειάζεται αποσυμπίεση για να εξαχθεί το αρχείο: *nano\_phyphox\_v2\_el.ino*

Για να φορτωθεί το πρόγραμμα στην πλακέτα σε εκτελέσιμη μορφή, είναι απαραίτητη η φόρτωση του αρχείου αυτού στο πρόγραμμα Arduino IDE, το οποίο διανέμεται δωρεάν και βρίσκεται στην διεύθυνση <https://www.arduino.cc/en/software>. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα χρήσης του προγράμματος online χωρίς να χρειαστεί αποθήκευση στον υπολογιστή, στη διεύθυνση <https://create.arduino.cc/editor/>. Αναλυτικές οδηγίες για την εγκατάσταση και χρήση του Arduino

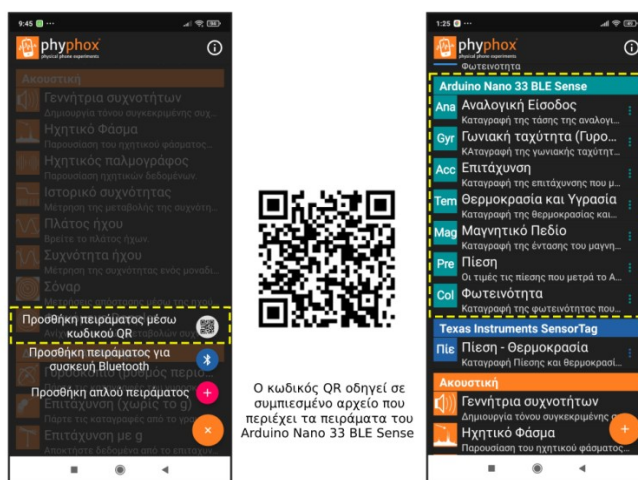
Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

IDE θα βρείτε στην ιστοσελίδα του ΕΚΦΕ Ρεθύμνου στη διεύθυνση: [https://ekfe.reth.sch.gr/?page\\_id=1852](https://ekfe.reth.sch.gr/?page_id=1852) (ανακτήθηκε 3/8/2022). Να σημειωθεί ότι η μεταφόρτωση του προγράμματος γίνεται μια φορά μόνο καθώς μετά την αρχική εγκατάσταση παραμένει στη μνήμη της πλακέτας και ενεργοποιείται όταν τροφοδοτείται με ρεύμα.

## ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ PHYRHOX

Μια από τις πιο σημαντικές δυνατότητες της εφαρμογής Phyrhox είναι η δυνατότητα προσθήκης νέων πειραμάτων σ' αυτήν, πέραν εκείνων που διαθέτει όταν εγκαθίσταται για πρώτη φορά σε μια συσκευή. Κάθε πείραμα στην πραγματικότητα είναι ένα αρχείο εντολών (.xml) στο οποίο καθορίζονται οι είσοδοι (αισθητήρες τηλεφώνου, μικρόφωνο, εξωτερικοί αισθητήρες μέσω Bluetooth κ.λ.π), η επεξεργασία που ενδεχομένως χρειάζεται να γίνει πάνω στα πρωτογενή δεδομένα των αισθητήρων, και τέλος ο τρόπος και η μορφή της παρουσίασης των νέων δεδομένων στην οθόνη της έξυπνης συσκευής (γράφημα, συνιστώσα ανά κάθε άξονα, συνολικό μέτρο κ.λ.π).

Για να μπορέσει η εφαρμογή να συνεργαστεί με το Arduino sense πρέπει να εφοδιαστεί με τα κατάλληλα αρχεία πειραμάτων. Τα πειράματα αυτά δημιουργήθηκαν από τους Bouquet, F. et.al (2021), μεταφράστηκαν στα ελληνικά και συμπληρώθηκαν από τον συγγραφέα 1. Για την εισαγωγή των πειραμάτων στην εφαρμογή, χρησιμοποιείται το πλήκτρο (+) στο κάτω δεξί μέρος της εφαρμογής (αριστερή εικόνα στο σχήμα 3). Στη συνέχεια επιλέξτε προσθήκη πειράματος μέσω κωδικού QR. Μετά την αποδοχή από τον χρήστη εμφανίζεται μια νέα ομάδα πειραμάτων (σχήμα 6), με τίτλο Arduino Nano 33 BLE Sense με χρώμα πράσινο, στο βασικό μενού της εφαρμογής.



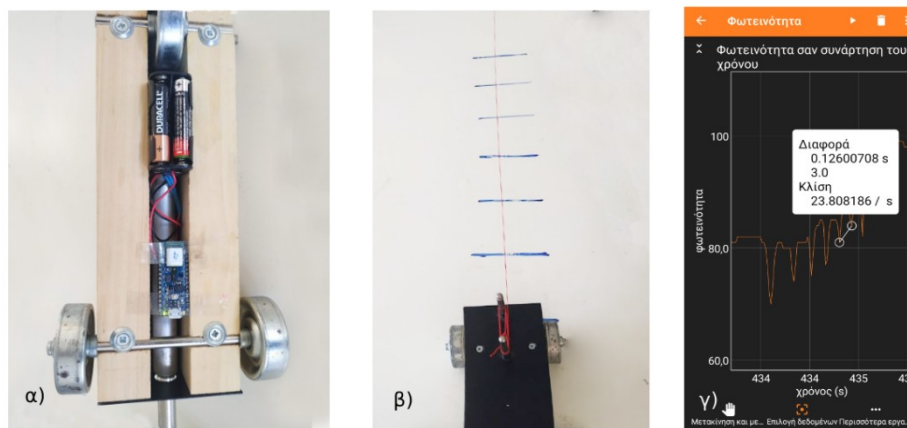
Σχήμα 6. Λήψη και εγκατάσταση των πειραμάτων του Arduino sense.

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΑΝ ΦΩΤΟΠΥΛΗ

Προκειμένου να καταδειχθεί η πρακτικότητά της προτεινόμενης διάταξης, παρουσιάζουμε ένα πείραμα για τη μέτρηση της χρονική διάρκειας κίνησης ενός αμαξιδίου ανάμεσα σε συγκεκριμένα σημεία που έχουμε καθορίσει στον εργαστηριακό πάγκο (σχήμα 7β). Στο πείραμα χρησιμοποιούμε τον αισθητήρα της φωτεινότητας, ένα μαρκαδόρο πίνακα και ένα εργαστηριακό αμαξίδιο μελέτης κρούσεων. Στη βάση του αμαξιδίου έχει στερεωθεί η πλακέτα Arduino sense έτσι ώστε το επίπεδο με τους αισθητήρες να είναι προς την πλευρά του εργαστηριακού πάγκου (σχήμα 7α). Με τον μαρκαδόρο πίνακα σχεδιάστηκαν πάνω στον πάγκο γραμμές που απέχουν 10cm μεταξύ τους (σχήμα 7β).

Θέτουμε σε λειτουργία την εφαρμογή Phyrhox και από την ομάδα πειραμάτων με τον τίτλο "Arduino Nano 33 BLE Sense" επιλέγουμε το πείραμα "Φωτεινότητα". Στην συνέχεια συνδέουμε την πλακέτα.

Όταν το αμαξίδιο κινηθεί (σχήμα 7β) κάθε φορά που ο αισθητήρας φωτεινότητας περνά πάνω από μια μπλε γραμμή, η φωτεινότητα μειώνεται έντονα και στο διάγραμμα εμφανίζεται ένα έντονο τοπικό ελάχιστο (σχήμα 7γ). Πατώντας το πλήκτρο επιλογής δεδομένων στην καρτέλα του Phyrhox μπορούμε να μετρήσουμε τις χρονικές διαφορές ανάμεσα στα σημεία (σχήμα 7γ). Στη συγκεκριμένη πειραματική διάταξη η πλακέτα χρησιμοποιείται σαν φωτοπύλη, έχοντας μάλιστα το πλεονέκτημα να ακολουθεί την κίνηση του κινητού και να μετράει χρονικές διαφορές, όσες φορές θέλουμε.



Σχήμα 7. Η πειραματική διάταξη για τη μέτρηση χρονικής διάρκειας κίνησης.

## ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα πειράματα που μέχρι αυτή τη στιγμή περιέχονται στην ομάδα πειραμάτων Arduino Nano 33 BLE Sense, αφορούν το μαγνητικό πεδίο, την πίεση, την φωτεινότητα, τη γωνιακή ταχύτητα, την επιτάχυνση, τη θερμοκρασία και την υγρασία. Πειράματα με τον αισθητήρα της πίεσης έχουν παρουσιαστεί σε προηγούμενη εργασία (Συγγραφέας 1 κ.α, 2021).

Εκτός από τα πειράματα που χρησιμοποιούν τους αισθητήρες της πλακέτας υπάρχει το πείραμα με τίτλο “Αναλογική είσοδος” στο οποίο λαμβάνονται δεδομένα τάσης από τις θύρες A0,A1,A2 της πλακέτας. Αυτό δίνει τη δυνατότητα σύνδεσης επιπλέον αισθητήρων για την λήψη δεδομένων διαφορετικών από τα προαναφερθέντα. Για παράδειγμα, συνδέοντας σε μια από τις θύρες αυτές ένα αισθητήρα του pH, η πλακέτα λειτουργεί σαν ψηφιακό πεχάμετρο.

Η μεταφορά δεδομένων μέσω Bluetooth, προσφέρει την ευχρηστία της ασύρματης διασύνδεσης έχει όμως και περιορισμούς που αφορούν κυρίως την εμβέλεια, τη συχνότητα μεταφοράς των δεδομένων (πακέτα / δευτερόλεπτο) και τη χωρητικότητα του κάθε πακέτου. Έτσι η μέγιστη συχνότητα μεταφοράς δεδομένων που επιτυγχάνεται μέσω σύνδεσης Bluetooth είναι 133,3Hz, ανεξάρτητα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αισθητήρων.

Συμπερασματικά θεωρούμε ότι η το πλήθος των πιθανών εφαρμογών και το μικρό κόστος της διάταξης Rhyrhox-Arduino σε σχέση με τη μικρή δυσκολία στην παραμετροποίηση των αρχικών ρυθμίσεων και τους περιορισμούς της, την καθιστούν μια ελκυστική και οικονομική επιλογή για εκπαιδευτική χρήση μέσα στα σχολικά εργαστήρια. Επιπλέον το μικρό της μέγεθος και η αυτονομία της την καθιστούν ιδανική για προγράμματα STEM/STEAM τα οποία περιλαμβάνουν εκτέλεση πειραμάτων εκτός σχολικού εργαστηρίου.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Νικολοπούλου, Κ., & Κουσιόγλου, Μ. (2020). Ποιες είναι οι αντιλήψεις εκπαιδευτικών των γυμνασίων για τη χρήση της φορητής τεχνολογίας στις τάξεις. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 16(1), 176-190. <https://doi.org/10.12681/jode.22289>
- Σαββοργινάκης, Β. (2015), *Εκπαίδευση φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. στην εργαστηριακή διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μέσω μικροϋπολογιστικών συστημάτων* [Ανέκδοτη μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης]
- Συγγραφέας1, κ.α. (2021)
- Bouquet, F., G. Creutzer, D. Dorsel, J. Vince, και J. Bobroff. (2022). ‘Enhance Your Smartphone with a Bluetooth Arduino Nano Board’. *Physics Education* 57(1):015015. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac35af>
- Kraut, R. (Ed.). (2013). *Policy guidelines for mobile learning*. Unesco. Ανακτήθηκε στις 28 Ιουλίου 2022 από τη διεύθυνση <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219641>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4),

799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>

- Mokros, J. R., & Tinker, R. F. (1987). The impact of microcomputer-based labs on children's ability to interpret graphs. *Journal of research in science teaching*, 24(4), 369-383. <https://doi.org/10.1002/tea.3660240408>
- Nachmias, R., & Linn, M. C. (1987). Evaluations of science laboratory data: The role of computer-presented information. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(5), 491-506. <https://doi.org/10.1002/tea.3660240509>
- Nipyrakis, A., & Stavrou, D. (2022). Integration of ICT in Science Education Laboratories by Primary Student Teachers. Στο S. Papadakis & M. Kalogiannakis (Επιμ.), *STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education* (σσ. 55–78). Springer Nature Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1_4)
- Odom, A. L., Marszalek, J. M., Stoddard, E. R., & Wrobel, J. M. (2011). Computers and traditional teaching practices: Factors influencing middle level students' science achievement and attitudes about science. *International Journal of Science Education*, 33(17), 2351-2374. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.543437>
- Russell, D., Lucas, K. B., & McRobbie, C. J. (1999, December). Microprocessor Based Laboratory Activities as Catalysts for Student Construction of Understanding in Physics. In *combined Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education and the New Zealand Association for Research in Education*. 29 November -2 December 1999 Melbourne <https://www.aare.edu.au/data/publications/1999/luc99196.pdf>
- Staacks, S., S. Hütz, H. Heinke, και C. Stampfer. (2018). Advanced Tools for Smartphone-Based Experiments: Phyphox. *Physics Education* 53(4):045009. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aac05e>.
- Struck, W. and Yerrick, R., (2010), The Effect of Data Acquisition-Probeware and Digital Video Analysis on Accurate Graphical Representation of Kinetics in a High School Physics Class, *J. Sci. Educ. Technol.* 19 (2), 199–211. <https://dx.doi.org/10.1007/s10956-009-9194-y>
- Tinker, R. F., (1981) Microcomputers in the teaching lab, *Phys. Teach.*, 19, 94–105. <https://doi.org/10.1119/1.2340709>
- Waight, N., & Neumann, K. (2020). 21st-century science education digital ecologies: Technology, technique, shoelaces, promise, and pitfalls? *Journal of Research in Science Teaching*, 57 (9).



# Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και η Υπερθέρμανση του Πλανήτη, δύο Σενάρια STEM στο πλαίσιο του Έργου Connect βασισμένα στο Νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών

Σκαντζός Ηλίας, Γουρζή Μαρία<sup>2</sup>, Κοκκόρη Αθηνά<sup>3</sup>

[ilias.skantzos@gmail.com](mailto:ilias.skantzos@gmail.com), [gourzimarina@gmail.com](mailto:gourzimarina@gmail.com), [athinako@gmail.com](mailto:athinako@gmail.com)

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός Χημικός Med, ΕΝ.Ε.Ε.ΓΥ.Λ. Αθήνας

<sup>2</sup>Εκπαιδευτικός Φυσικός MSc, 1<sup>ο</sup> Πρότυπο Γυμνάσιο Ιλίου

<sup>3</sup>Διευθύντρια Δρ. MSc MEd Πληροφορικός, 1<sup>ο</sup> Πρότυπο Γυμνάσιο Ιλίου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα σενάρια «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας» (Α.Π.Ε.) και «(Υπερ)θέρμανση του πλανήτη και Χημική ρύπανση» υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου «connect» στην Γ Γυμνασίου. Το connect είναι έργο του ευρωπαϊκού προγράμματος «Horizon 2020 Επιστήμη με και για την Κοινωνία» που στοχεύει στη στήριξη των σχολείων να υιοθετήσουν την ανοιχτή σχολική εκπαίδευση η οποία προάγει τη συμμετοχή των οικογενειών, των πανεπιστημίων, των επιχειρήσεων και γενικά του τοπικού συγκείμενου. Η ανοιχτή σχολική εκπαίδευση πλαισιωμένη με μαθησιακές δραστηριότητες οι οποίες βασίζονται στις μεθόδους της επιστημονικής έρευνας και του STEM, δημιουργούν ένα ανοιχτό και ευέλικτο σχολείο χωρίς αποκλεισμούς, το οποίο εμπλέκεται με τις Επιστήμες και αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών για την Επιστημονική μάθηση. Η παιδαγωγική προσέγγιση των σεναρίων βασίστηκε στο συνδυασμό του εποικοδομητισμού και της ανακαλυπτικής θεωρίας μάθησης. Τα σενάρια εντάσσονται στη φιλοσοφία του νέου Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών καθώς το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και η διερευνητική προσέγγιση στον τρόπο διδασκαλίας. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής των σεναρίων ήταν οι μαθητές να αποκομίσουν επιστημονικές γνώσεις γνωρίζοντας δύσκολες επιστημονικές έννοιες. Παράλληλα, καλλιέργησαν δεξιότητες του 21ου αιώνα όπως η κριτική και δημιουργική σκέψη, η ανταλλαγή ιδεών, η λήψη αποφάσεων, η συνεργατικότητα, η ομαδικότητα και η αλληλοβοήθεια.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Connect, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, νέο αναλυτικό πρόγραμμα

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία στηρίχθηκε στην εφαρμογή των σεναρίων «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας» (Α.Π.Ε.) και «(Υπερ)θέρμανση του πλανήτη και Χημική ρύπανση», τα οποία υλοποιούνται στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου «connect».

Το connect είναι έργο στα πλαίσια του προγράμματος «Horizon 2020 Επιστήμη με και για την Κοινωνία», ευρωπαϊκά χρηματοδοτούμενο και εγκεκριμένο από το ΥΠΑΙΘ και στόχο έχει τη στήριξη των σχολείων για να υιοθετήσουν την ανοιχτή σχολική εκπαίδευση (Σχήμα 1). Η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιεί τη συμμετοχική επιστήμη με οικογένειες, ερευνητικά κέντρα, πανεπιστήμια, επιχειρήσεις και γενικά το τοπικό συγκείμενο. Η ανοιχτή σχολική εκπαίδευση πλαισιωμένη με μαθησιακές δραστηριότητες οι οποίες βασίζονται στις μεθόδους επιστημονικής έρευνας καθώς και με την αλληλεπίδραση με τους επιστήμονες STEM, δημιουργούν ένα ανοιχτό και ευέλικτο σχολείο χωρίς αποκλεισμούς, το οποίο εμπλέκεται με τις Επιστήμες και αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών για την Επιστημονική μάθηση.



**Σχήμα 1:** Connect, έργο του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Horizon 2020 Επιστήμη με και για την Κοινωνία».

Είναι κοινός τόπος στην εκπαιδευτική κοινότητα ότι η πλειονότητα των μαθητών στερούνται «Επιστημονικού Κεφαλαίου», δηλαδή επιστημονικές γνώσεις, στάσεις, δεξιότητες και εμπειρίες. Επιθυμητό είναι περισσότεροι νέοι να υιοθετήσουν έναν επιστημονικό τρόπο σκέψης στην

καθημερινή ζωή και να επιδιώξουν μια καριέρα στο χώρο των επιστημών. Η Επιστημονική μέθοδος διδασκαλίας, η αλληλεπίδραση με επιστήμονες κατά τη μαθητική ζωή, η κατανόηση της επίδρασης και της εμπλοκής των επιστημών στην καθημερινή ζωή, η αναζήτηση λύσεων στα καθημερινά προβλήματα μέσω επιστημονικών μεθόδων και η δημιουργία κινήτρων προς τα Επιστημονικά επαγγέλματα, αποτελούν τα υποστρώματα ώστε οι μαθητές να αυξήσουν το ενδιαφέρον τους προς την Επιστημονική σκέψη και τις επιστήμες STEM (Σφινιώτη, 2016).

Μέσα από το Connect τα σχολεία ανοίγουν τις πόρτες τους στην Επιστημονική κοινότητα. Δίνουν την ευκαιρία σε όλους τους μαθητές να γνωρίσουν τον επιστημονικό κόσμο. Τα κίνητρα και οι δυνατότητες του προγράμματος δημιουργούν ένα συμπεριληπτικό περιβάλλον στο οποίο πανεπιστήμια, επιστήμονες, σχολεία, οικογένεια και όλοι οι μαθητές μπορούν να συνεισφέρουν αλλά και να κερδίσουν. Η ενεργοποίηση των μαθητών, η επαφή τους με τις προκλήσεις της επιστημονικής κοινότητας, ενισχύουν την αυτοπεποίθησή τους. Δημιουργείται ένα άτυπο, αλλά ταυτόχρονα αποτελεσματικό περιβάλλον μάθησης. Ταυτόχρονα καλλιεργείται ο επιστημονικός γραμματισμός της οικογένειας και τοπικής κοινωνίας με απώτερο στόχο τον μετασχηματισμό των ενδιαφερόντων για την μελλοντική σταδιοδρομία των μαθητών (Κουλαϊδής, 2001)

Το ακρωνύμιο STEM σηματοδοτεί τις λέξεις Science (Φυσικές Επιστήμες), Technology (Τεχνολογία), Engineering (Μηχανική), και Mathematics (Μαθηματικά) (Bybee, 2010). Ο όρος STEM εισήχθη το 1990 από το National Science Foundation (NSF). Οι Φυσικές Επιστήμες προσπαθούν να κατανοήσουν τον φυσικό κόσμο. Χρησιμοποιούν την «έρευνα», την «ανακάλυψη», την «εξερεύνηση» και την «επιστημονική μεθοδολογία» προσπαθούν να εκμεταλλευτούν τους πόρους και την γνώση που αποκομίζουμε. Βασιζόμενοι στις Φυσικές Επιστήμες η σκυτάλη περνά στην Τεχνολογία. Η Τεχνολογία «σχεδιάζει», «καινοτομεί», «ανακαλύπτει», «βρίσκει λύσεις των πρακτικών προβλημάτων» (ITEEA, 2000). Η Μηχανική (Engineering) έχει βάση τις Φυσικές Επιστήμες και λειτουργεί προς όφελος των ανθρώπων, χρησιμοποιώντας τα υλικά και τις δυνάμεις της φύσης. Η Μηχανική πέρα από τις Φυσικές Επιστήμες εκμεταλλεύεται τα Μαθηματικά για να αναπτύξει τη δράση της (ABET, 2007-2008). Τα Μαθηματικά (Mathematics) «είναι η επιστήμη των μοτίβων και των σχέσεων» (AAAS, 1993). Συνδέουν τις Φυσικές επιστήμες, τη Τεχνολογία και τη Μηχανική και τις καθιστά συνεργάσιμες κάτω από μια κοινή γλώσσα. Ταυτόχρονα όμως και τα Μαθηματικά έχουν πεδίο ανάπτυξης μέσα από τις άλλες επιστήμες, όπως με την ανάπτυξη του υπολογιστή (Κουλαϊδής, 2001).

Η εκπαίδευση STEM αποτελεί την εφαρμογή των επιστημών στη σχολική ζωή. Συνδέεται το σχολείο με το τοπικό συγκείμενο, τις επιχειρήσεις με σκοπό τον εγγραμματοισμό STEM των μαθητών. Απώτερος στόχος είναι ο εφοδιασμός με γνώσεις και εμπειρίες για τη νέα οικονομία (Tsupros et al, 2009).

Οι επιστήμες των STEM διδάσκονται στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση βάσει του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών. Η εκπαίδευση STEM έχει ως σκοπό να υπερβεί την τυπική διδασκαλία του σχολείου και να αναπτύξει την κριτική σκέψη, τις δεξιότητες συλλογισμού και να μετασχηματίσει τις αρχές και πεποιθήσεις των μαθητών για σπουδές και σταδιοδρομία σε πιο επιστημονικούς δρόμους. Αποτελεί μια καινοτόμο διδακτική προσέγγιση που αναπτύσσει νέες αντιλήψεις για την εκπαίδευση. (Ακριτίδου, 2014).

Η ανοιχτή σχολική εκπαίδευση του έργου Connect συμπεριλαμβάνει πολλούς φορείς γύρω από τον μαθητή. Το ανοιχτό αυτό περιβάλλον πέρα από τα όρια του σχολείου και του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών, δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να ανακαλύψουν, να διερευνήσουν να πειραματιστούν και να οικοδομήσουν τη νέα γνώση. Ο ρόλος του προγράμματος και του εκπαιδευτικού μετατρέπεται σε αυτόν του καθοδηγητή, του συμβούλου και του βοηθού. Λειτουργώντας Εποικοδομητικά ο εκπαιδευτικός φροντίζει ώστε ο μαθητής να έρθει σε επαφή με όλους τους φορείς, να αποκτήσει γνώσεις και εμπειρίες, ώστε να υπερβεί τον εαυτό του. Οι γνώσεις και οι δεξιότητες που θα αποκτήσει, είναι αποτέλεσμα ενεργητικής διαδικασίας. Διεγείρεται η αντίληψη, η σκέψη, η στρατηγική, η δράση και μέσα από αυτή την δυναμική διαδικασία φτάνει μόνος του στη νέα γνώση. Οι γνωστικές εποικοδομητικές θεωρίες θέλουν τον μαθητή να λειτουργεί ενεργά, να αποκτά εμπειρίες και να είναι σε θέση να ερμηνεύσει λογικά τα αποτελέσματα. Ταυτόχρονα λειτουργεί συλλογικά επιχειρηματολογώντας και αξιολογώντας το έργο του (Σπυροπούλου Κατσάνη, 2002).

Παράλληλα εφαρμογή βρίσκουν οι ανακαλυπτικές θεωρίες μάθησης που ανέπτυξε ο Bruner. Ο μαθητής πειραματίζεται επινοεί, ερευνά, ή εφαρμόζει και επιβεβαιώνει αρχές και νόμους. Οι

διαδικασίες αυτές μπορεί να είναι καθοδηγούμενες, μη καθοδηγούμενες όπου ο μαθητής αναζητεί μόνος τον τρόπο λύσης ή ενδιάμεσης μορφής όπου δίνονται στον μαθητή πέρα από το πρόβλημα και τα μέσα επίλυσης. Ο μαθητής διατυπώνει υποθέσεις, αναπτύσσει επιχειρήματα, συνεργάζεται και αλληλεπιδρά. Ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως συντονιστής, βοηθός και εμπυχωτής (Σπυροπούλου Κατσάνη, 2002).

Ο Vygotsky εισήγαγε την έννοια της «ζώνης επικείμενης ανάπτυξης» στη ζωή του μαθητή. Συμπληρώνοντας τον Εποικοδομητισμό έδωσε ιδιαίτερη βαρύτητα στο «Πλαίσιο στήριξης» που βοηθά τον μαθητή να οικειοποιηθεί τα νοήματα που αναδύονται από την διαδικασία της μάθησης. Το Πλαίσιο αυτό είναι η αλληλεπίδραση του μαθητή με το έμπυχο δυναμικό της διαδικασίας. Η κατάκτηση των νοημάτων γίνεται μέσα από τη θετική στάση του περιβάλλοντος προς τον μαθητή. Το περιβάλλον που δημιουργείται ανεβάζει το νοητικό και γνωστικό του επίπεδο στο μέγιστο των δυνατοτήτων του (Vygotsky, 1978).

## **ΤΑ ΑΝΟΙΚΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΤΟ ΝΕΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ**

Τη σχολική χρονιά που ήδη διατρέχουμε, εφαρμόζεται το νέο Πρόγραμμα Σπουδών (Π.Σ.) για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) στα Πρότυπα και Πειραματικά σχολεία. Κύριο χαρακτηριστικό των νέων Π.Σ. είναι η καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και η διερευνητική προσέγγιση στον τρόπο διδασκαλίας.

Στη διερευνητική προσέγγιση τίθεται ένα πρόβλημα της καθημερινής ζωής και οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν υποθέσεις, να σχεδιάσουν μεθόδους και να ενεργούν με επιστημονικό τρόπο για να επιβεβαιώσουν ή να απορρίψουν τις υποθέσεις τους. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να μετασχηματίσει τον τρόπο διδασκαλίας όντας έτοιμος να ανταποκριθεί στις προκλήσεις της διερευνητικής διδακτικής διαδικασίας. Ο εκπαιδευτικός πλέον δεν αρκεί να είναι φορέας του διδακτικού αντικειμένου. Πρέπει να είναι ευέλικτος ώστε να σχεδιάζει δραστηριότητες. Επίσης είναι αναγκαία η ικανότητα στο να δημιουργεί ομαδικό και συνεργατικό κλίμα στην τάξη, καθώς και στο να έχει τα κατάλληλα εργαλεία αξιολόγησης της όλης πορείας που ακολουθούν οι μαθητές (Χαλκιά, 2010).

Οι Φ.Ε. συμβάλλουν στη καλλιέργεια του ορθού επιστημονικού λόγου, αλλά και της φαντασίας και δημιουργικότητας. Βασικές αρχές του Π.Σ. είναι η διασύνδεση του μαθήματος με την κοινωνία, η διερευνητική και βιωματική μάθηση και η διδακτική αξιοποίηση του σχολικού εργαστηρίου. Η ανάγκη του Επιστημονικού εγγραμματισμού αναδεικνύεται με την ανάπτυξη του κριτικού τρόπου σκέψης, της δημιουργικότητας, της πρωτοβουλίας, της επίλυσης προβλημάτων, της ομαδοσυνεργατικότητας και της ικανότητας διαχείρισης χρόνου. Ο γενικός στόχος είναι να αναδείξουν οι μαθητές τον ρόλο των Φ.Ε. μέσα στην καθημερινή ζωή και τον τρόπο διασύνδεσης και συνεργασίας των Φ.Ε. μεταξύ τους. Επίσης οι μαθητές πρέπει να μάθουν να τηρούν τους κανόνες ασφαλείας. Διευρύνοντας τους στόχους, πρέπει να κατανοούν την αξία των Φ.Ε. απέναντι στον σύγχρονο πολιτισμό, την εξέλιξη της τεχνολογίας και στην επίδραση στο περιβάλλον.

Το Π.Σ. παρουσιάζει ευελιξία με σκοπό να συμπεριλάβει όλους τους μαθητές ανεξαρτήτως μαθησιακών ιδιαιτεροτήτων. Καθορίζονται τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα και οι δραστηριότητες εμπάθουσης οι οποίες θεωρούνται ως επέκταση της ενότητας. Η διαφοροποίηση της μαθησιακής διαδικασίας στη σύγχρονη τάξη αποτελεί αναγκαίο εργαλείο ώστε η ανοιχτή σχολική εκπαίδευση να βρει γόνιμο υπόστρωμα. Η διαφοροποιημένη διδασκαλία συμπεριλαμβάνει αδύναμους αλλά και ταλαντούχους μαθητές. Ο εκπαιδευτικός μέσα από τα ανοιχτά σενάρια έχει τη δυνατότητα να δώσει τις ευκαιρίες ώστε να βελτιωθεί το μαθησιακό προφίλ των αδύναμων αλλά και να δώσει ανώτερη προοπτική στις δυνατότητες των χαρισματικών μαθητών.

Τα ανοιχτά εκπαιδευτικά σενάρια απαιτούν από τον εκπαιδευτικό να αναπτύξει μεθόδους οι οποίες να χρησιμοποιούν τις αρχές της διερεύνησης στη διδασκαλία. Η διερευνητική μάθηση βασίζεται στην επιστημονική μέθοδο όπως τη γνωρίζουμε από τα φοιτητικά μας χρόνια. Ταυτόχρονα τα ανοιχτά εκπαιδευτικά σενάρια απαιτούν επιπλέον δεξιότητες όπως η ομαδοσυνεργατικότητα, η παρατηρητικότητα, η ικανότητα στις μετρήσεις και η μεταδοτικότητα στις παρουσιάσεις. Κατά την διερευνητική μάθηση οι μαθητές διατυπώνουν ερωτήσεις, συλλέγουν δεδομένα, αιτιολογούν, αποδεικνύουν, εξάγουν συμπεράσματα και συζητούν πάνω σε αυτά, με αποτέλεσμα να αναπτύξουν τις γνώσεις και την κατανόησή τους για τον κόσμο. Οι μαθητές μέσα από τη διαδικασία αυτή πρέπει να αναπτύξουν τη κριτική σκέψη, να είναι ανοιχτοί στην πρόκληση της αυτόνομης επίλυσης

προβλημάτων και να αναπτύσσουν δεξιότητες στην επικοινωνία στην συνεργασία. Ως επιστέγασμα της όλης προσπάθειας, η ικανότητα και οι δεξιότητες στην αξιολόγηση, όχι μόνο θα επισφραγίσουν το αποτέλεσμα, αλλά θα είναι κατευθυντήρια δύναμη στην ενδιάμεση πορεία ακολουθώντας τις πρακτικές της αρχικής και ενδιάμεσης αξιολόγησης.

Η διερεύνηση μπορεί να είναι «επιβεβαιωτική», «δομημένη», «καθοδηγούμενη» και «ανοιχτή». Στα ανοιχτά εκπαιδευτικά σενάρια η «καθοδηγούμενη» και η «ανοιχτή» διερεύνηση βρίσκουν πεδίο εφαρμογής. Σε αυτές τις διδακτικές προσεγγίσεις ο μαθητής σχεδιάζει και υλοποιεί τη διαδικασία. Εξάγει αποτελέσματα και διατυπώνει συμπεράσματα. Η μόνη διαφορά τους είναι στην διατύπωση του αρχικού προβλήματος όπου στην «καθοδηγούμενη» έχει διατυπωθεί ή έστω σκιαγραφηθεί από τον εκπαιδευτικό, ενώ στην «ανοιχτή» το πρόβλημα έχει αναδειχθεί από τον ίδιο το μαθητή (Παπαναστασίου, 2011).

Έτσι λοιπόν, λαμβάνοντας υπόψη τις θεωρίες μάθησης του κονστρουκτιβισμού και της ανακαλυπτικής μάθησης και στοχεύοντας στην εφαρμογή και προώθηση της εκπαίδευσης STEM σύμφωνα με τις αρχές του νέου Προγράμματος Σπουδών, το σχολείο μας ανταποκρίθηκε στην πρόσκληση της Περιφερειακής Διεύθυνσης Εκπαίδευσης Κρήτης και συμμετείχε στο Ευρωπαϊκό έργο «connect» στο πλαίσιο του προγράμματος Horizon2020 εφαρμόζοντας δύο ανοικτά σενάρια.

## **ΤΟ ΕΡΓΟ CONNECT ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ**

### **ΣΤΟΧΟΙ**

Σκοπός του προγράμματος είναι οι μαθητές να υιοθετήσουν έναν Επιστημονικό τρόπο σκέψης στην καθημερινή ζωή. Να ενισχύσει την Επιστημονική κουλτούρα των μαθητών μέσα από μια συμπεριληπτική και ανοιχτή προσέγγιση της διδασκαλίας. Να εξοικειώσει τους μαθητές με την επιστήμη, δημιουργώντας πρότυπα και διευρύνοντας την διδασκαλία σε άτυπα περιβάλλοντα μάθησης.

Στόχος είναι οι μαθητές να γνωρίσουν τι κάνουν οι επιστήμονες, να μιλήσουν με τις οικογένειές τους για την επιστήμη και να εκτιμήσουν την επίδραση της επιστήμης στον κόσμο, με κατανοητό και βιωματικό τρόπο. Παράλληλα τα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να υιοθετήσουν την Ανοιχτή Σχολική Εκπαίδευση (Open Schooling), ενσωματώνοντας Εκπαιδευτικά Επιστημονικά Σενάρια (Science-Action) στο βασικό πρόγραμμα σπουδών και να χρησιμοποιήσουν τη Συμμετοχική Επιστήμη (Participatory-Science) με την κοινότητα: οικογένειες, πανεπιστήμια και επιχειρήσεις.

Το εκπαιδευτικό υλικό του Connect, έχει στόχο να βοηθήσει τους καθηγητές, τους μαθητές, τα πανεπιστήμια, τους επαγγελματίες και τις οικογένειες να συνεργαστούν με επιτυχία για να μετασχηματιστεί η στάση των μαθητών απέναντι των Φ.Ε. προς τα πάνω. Χρησιμοποιεί το δομημένο πλαίσιο του σχολικού προγράμματος καθώς και ανοιχτό σενάριο συμμετοχικής επιστήμης, δημιουργώντας άτυπα περιβάλλοντα, ικανά να αγκαλιάσουν όλες τις δυνατότητες και ιδιαιτερότητες των μαθητών.

Το Connect ευαισθητοποιεί τις οικογένειες και καθοδηγεί τους εκπαιδευτικούς για το πως θα αναπτύξουν τη διδασκαλία μιας επιστημονικής έννοιας. Δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αλληλεπιδράσουν με πανεπιστήμια και επαγγελματίες, τους κινητοποιεί να διεξάγουν συγκεκριμένες δραστηριότητες και να παράγουν ένα αποτέλεσμα, δημιουργεί συνθήκες παρότρυνσης αλλά και αξιολόγησης των δράσεων. Αποτέλεσμα όλων αυτών αλλά και απώτερος στόχος του προγράμματος είναι οι νέοι να επιδιώκουν μια καριέρα στην επιστήμη.

### **ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

Το σχολείο μας, το 1<sup>ο</sup> Πρότυπο Γυμνάσιο Ιλίου, κατά τη σχολική χρονιά 2021-2022 ξεκίνησε τη συμμετοχή του στο έργο Connect. Αναλάβαμε να ασχοληθούμε με δύο σενάρια: «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» και «(Υπερ)θέρμανση του πλανήτη και Χημική ρύπανση». Αξιοποιήσαμε το υλικό που παρέχεται στην πλατφόρμα του προγράμματος. Και στα δύο σενάρια συμμετείχαν μαθητές της Γ΄ Γυμνασίου των τμημάτων Γ1 και Γ3. Η εφαρμογή των σεναρίων συνδέθηκε με το Αναλυτικό Πρόγραμμα. Το σενάριο των Ανανεώσιμων πηγών βασίστηκε στο κεφάλαιο «Ηλεκτρική ενέργεια» της Φυσικής Γ΄ Γυμνασίου. Το σενάριο της υπερθέρμανσης βασίστηκε στο κεφάλαιο «Άνθρακας» και στην ενότητα «Η Χημεία του άνθρακα» της Χημείας Γ΄ Γυμνασίου.

Τα εργαλεία ΤΠΕ είχαν πρωτεύοντα ρόλο στην όλη πορεία των σεναρίων όπως: σύνδεση με την πλατφόρμα του Connect, αναζήτηση πληροφοριών, προβολές βίντεο, παρουσιάσεις, επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ των μαθητών, πειραματισμός σε προγράμματα προσομοίωσης, δημιουργία

ψηφιακού υλικού, δημιουργία infographic, application και ιστοσελίδας.

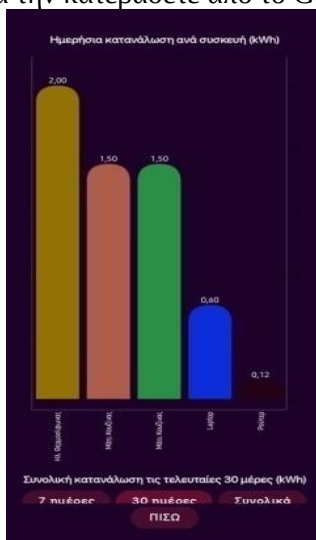
Τα σενάρια Connect χωρίζονται σε τρεις φάσεις: «Νοιάζομαι», «Μαθαίνω», «Δρω». Στην πρώτη φάση «Νοιάζομαι» οι μαθητές πρέπει να έρθουν σε επαφή με το θέμα, να αναγνωρίσουν ή να αναδείξουν τους προβληματισμούς που γεννιούνται και να θέσουν τους στόχους της προσπάθειάς τους. Αναζητούν πηγές και εμπλουτίζουν τις προσλαμβάνουσες επί του θέματος, με σκοπό να έχουν πολύπλευρα ερεθίσματα και να οικοδομήσουν μια εμπειριστατωμένη άποψη. Στη δεύτερη φάση «Μαθαίνω» μελετούν το θεωρητικό μέρος εμβαθύνουν στη νέα γνώση και σχεδιάζουν τις δράσεις τους. Οι δράσεις μπορεί να είναι σε πρακτικό και πειραματικό επίπεδο ή να αφορούν τη διάχυση και εδραίωση των συμπερασμάτων τους. Στην τελευταία φάση «Δρω» οι μαθητές όχι μόνο πειραματίζονται, αλλά εξάγουν συμπεράσματα και προτείνουν λύσεις. Ενεργούν πάνω σε εφαρμογές που έχουν σχεδιάσει και κατευθύνονται στη λύση του προβλήματος. Ενημερώνουν και μεταδίδουν τις γνώσεις, τις εμπειρίες και τα συμπεράσματα στο περιβάλλον τους.

Η υλοποίηση ξεκίνησε μέσα στην τάξη με προσωπική αφήγηση από τους εκπαιδευτικούς και συζήτηση με τους μαθητές για τα δύο θέματα των σεναρίων. Το ενδιαφέρον των μαθητών ήταν έντονο και για τα δύο θέματα που ξεκινήσαμε να διαπραγματευόμαστε. Τους ενθουσίασε το μέγεθος της εμπλοκής της Φυσικής και της Χημείας τόσο στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας όσο και στη Χημική ρύπανση που προκαλεί την (Υπερ)θέρμανση του πλανήτη, αλλά και το πόσο αυτά τα θέματα επηρεάζουν τη ζωή μας.

#### **Σενάριο «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας»**

Στο σενάριο «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας» οι μαθητές και οι μαθήτριες αναγνώρισαν το πρόβλημα πάνω στο οποίο επικεντρώθηκαν στις επόμενες φάσεις. Αρχικά, αναλογιζόμενοι πώς θα ήταν η ζωή τους χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα, αναγνώρισαν πως η ηλεκτρική ενέργεια είναι απαραίτητη στη ζωή μας. Στη συνέχεια πληροφορήθηκαν για το πού και πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα. Έμαθαν ότι χρησιμοποιούμε ορυκτά καύσιμα για να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια. Σε αυτό το σημείο έγινε σύνδεση με το σενάριο «Υπερθέρμανση του πλανήτη» με αναφορές για την καύση και τις επιπτώσεις που φέρει στο περιβάλλον. Τελικά, αναγνώρισαν πως οι αυξημένες απαιτήσεις για ηλεκτρική ενέργεια έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής της και την αύξηση των αρνητικών συνεπειών.

Μετά από μια ομαδική διαδικασία, χρησιμοποιώντας τον καταγισμό ιδεών και βρίσκοντας τα κοινά σημεία των προβληματισμών, με πλειοψηφία, αποφασίστηκε να ερευνήσουν και να συμπεράνουν πόση ενέργεια καταναλώνουν στις οικίες τους. Οι μαθητές ερευνήσαν πόση ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνουν, με τη βοήθεια της εφαρμογής «Κατανάλωση Ενέργειας» (Σχήμα 2) που κατασκεύασε μαθητής της Β΄ Λυκείου που συμμετείχε στο πρόγραμμα και συνεργάστηκε με το δικό μας σχολείο. Την εφαρμογή μπορείτε να την κατεβάσετε από το Google Play.



**Σχήμα 2:** Στιγμιότυπο οθόνης της εφαρμογής «Κατανάλωση Ενέργειας».

Οι μαθητές με τη βοήθεια των γονέων τους κατέγραψαν σε έναν πίνακα όλες τις ηλεκτρικές συσκευές της οικίας, τον αριθμό των συσκευών, καθώς και την ισχύ τους. Κατέγραψαν το χρόνο που λειτουργήσε κάθε συσκευή κατά τη διάρκεια μίας ημέρας. Υπολόγισαν την ηλεκτρική ενέργεια που

κατανάλωσε κάθε συσκευή, καθώς και τη συνολική ενέργεια της οικίας που καταναλώθηκε κατά τη διάρκεια εκείνης της ημέρας. Τέλος, αναζήτησαν πόσο κοστίζει η μία κιλοβατώρα και υπολόγισαν το συνολικό ημερήσιο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώθηκε εκείνη την ημέρα. Εισήγαγαν τα δεδομένα στην εφαρμογή «Κατανάλωση Ενέργειας». Με τη βοήθεια της εφαρμογής, αναγνώρισαν τις ενεργοβόρες συσκευές και τη διακύμανση της κατανάλωσης ανά ημέρα της εβδομάδας. Οι μαθητές συζήτησαν με τους γονείς τους για το τι θα μπορούσαν να κάνουν ώστε να μειώσουν την κατανάλωσή τους. Η συζήτηση συνεχίστηκε στο σχολείο. Αποφάσισαν να μάθουν για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Κατέγραψαν τις ερωτήσεις τους για τον επιστήμονα που θα τους ενημέρωνε.

Μία από τις δράσεις στα πλαίσια του προγράμματος ήταν η ομιλία δυο επιστημόνων στο σχολείο μας, της κα Δέσποινας Μπουλογιώργου, επιστημονική συνεργάτιδα και υποψήφια διδάκτορας στο Εργαστήριο Ήπιων Μορφών Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και της κα Αθανασίας Ανδριανοπούλου, με τίτλο «Η ενέργεια είναι παντού». Οι μαθητές παρακολούθησαν την ομιλία και ενημερώθηκαν για τις «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» αλλά και για την υπερθέρμανση του πλανήτη που αποτελεί αντικείμενο του δεύτερου σεναρίου. Στη συνέχεια οι μαθητές διατύπωσαν τα ερωτήματα που είχαν προετοιμάσει, καθώς και ερωτήματα που τους γεννήθηκαν κατά τη διάρκεια της ομιλίας. Έμαθαν για το καινοτόμο ενεργειακό μοντέλο στην Τήλο, που βασίζεται στην ηλιακή και την αιολική ενέργεια και την αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες. Στο τέλος της εκδήλωσης οι μαθητές συζήτησαν και κατέγραψαν τα συμπεράσματά τους.

Μετά από συζήτηση οι μαθητές αποφάσισαν να δράσουν κατασκευάζοντας μία αφίσα (όπως εμφανίζεται στο Σχήμα 3) για την ιστοσελίδα του σχολείου, προκειμένου να ενημερώσουν τους συμμαθητές τους και τις οικογένειές τους ότι οι «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» είναι η λύση για το ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα. Με τη βοήθειά μας, άντλησαν στατιστικά στοιχεία από την ιστοσελίδα της Eurostat, και στη συνέχεια κατασκεύασαν στο Excel τα διαγράμματα.



**Σχήμα 3:** Η αφίσα για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τα περιβαλλοντικά τους οφέλη.

### Σενάριο «(Υπερ)θέρμανση του πλανήτη και Χημική ρύπανση»

Στο σενάριο «Υπερθέρμανση του πλανήτη» αρχικά οι μαθητές παρακολούθησαν τέσσερα βίντεο αλιευμένα από το YouTube με θέματα την υπερθέρμανση και τα αίτια αυτής, την κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Έχοντας προσλαμβάνουσες από αυτά, κλήθηκαν να γράψουν τις σκέψεις τους σε ένα ανοιχτό συνεργατικό φύλλο στο διαδίκτυο, από το σπίτι τους. Εκεί σκιαγραφήθηκαν η κατανόηση του προβλήματος, οι σκέψεις για τα αίτια και η βαρύτητα των επιπτώσεων για τον πλανήτη.

Στην επόμενη συνάντησή μας συζητήθηκαν οι σκέψεις που είχαν αναρτηθεί. Παράλληλα είχε

ζητηθεί από τους μαθητές να φέρουν φωτογραφίες και εικόνες που σχετίζονται με τα θέματα που έχουμε ήδη εμπλακεί. Χαρακτηριστικό είναι ότι ήδη είχε αναδυθεί η σωστή αντίληψη για τα θέματα που θα μας απασχολούσαν. Η τρίτη συνάντησή μας έδωσε την ευκαιρία να αποσαφηνίσουν οι μαθητές τους όρους που χρειαζόταν να γνωρίζουν. Ακολούθησε η παρουσίαση ορισμών από τον εκπαιδευτικό.

Μια πρώτη σημαντική δράση που διεξήχθη είχε σκοπό να κατανοήσουν οι μαθητές τη λειτουργία του θερμοκηπίου. Αναζήτησαν πληροφορίες, έγινε παρουσίαση πειραμάτων προσομοίωσης και κατασκευάστηκε με απλά υλικά μια μικρογραφία γεωργικού θερμοκηπίου. Οι μαθητές μέτρησαν τη θερμοκρασία εκτός και εντός θερμοκηπίου και έγινε πεποίθηση ότι λειτουργεί, με όλες τις μετρήσεις να καταγράφουν σημαντικά ανώτερη θερμοκρασία εντός, ακόμα και τις κρύες ημέρες. Η βιωματική μάθηση είχε καταλυτικό ρόλο στην παρούσα φάση. Με εφαρμογές προσομοίωσης έγινε η σύνδεση του γεωργικού θερμοκηπίου με το φαινόμενο του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα.

Μάθαμε για τον Άνθρακα και το Διοξείδιο του άνθρακα. Αντλώντας στοιχεία από τα σχολικά εγχειρίδια και στη συνέχεια διευρύνοντας τις γνώσεις αναδείχθηκε ο ρόλος του Άνθρακα στον πλανήτη. Συνδέθηκε το πρόβλημα της υπερθέρμανσης με την Οργανική Χημεία και τον Κύκλο του άνθρακα. Σε αυτό το σημείο ζητήθηκε από τους μαθητές να επιλέξουν το αγαπημένο τους φαγητό και να αναδείξουν τα υλικά παρασκευής του. Στη συνέχεια, να χαρτογραφήσουν την πορεία των υλικών αυτών από τις πρώτες ύλες έως το γεύμα. Οι μαθητές εμπέδωσαν ότι όλα προέρχονται από μία πορεία όπου ο Άνθρακας είναι ο συνδετικός κρίκος και το Διοξείδιο του άνθρακα έχει κομβικό ρόλο.

Σε αυτή τη φάση υπήρχε πλέον το υπόβαθρο και μπορούσαμε να συζητήσουμε τα αίτια και τις επιπτώσεις του προβλήματος της υπερθέρμανσης. Οι μαθητές αναζήτησαν στο διαδίκτυο και παρουσίασαν στην τάξη τις πληροφορίες που συγκέντρωσαν. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έδειξαν για το λιώσιμο των πάγων, την εξέλιξη και τις επιπτώσεις του φαινομένου.

Όλα τα παραπάνω συγκεντρώθηκαν και παρουσιάζονται σε ιστοσελίδα που κατασκευάστηκε γι' αυτό το σκοπό (<https://earthsong1gymiliou.blogspot.com/>). Το σενάριο θα συνεχιστεί και τη νέα χρονιά. Θα επιδιωχθεί αρχικά η εδραίωση της υπάρχουσας γνώσης στους νέους μαθητές και θα επιδιωχθεί να γίνει εμβάθυνση τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και εντατικοποίηση των πρακτικών δράσεων.

Και τα δύο σενάρια παρουσιάστηκαν στο Πανελλήνιο μαθητικό συνέδριο «Connect 2022» τον Μάιο του 2022. Εντός του σχολείου, έγινε διάχυση του υλικού σε εκδήλωση του σχολείου όπου παρουσιάστηκαν όλες οι δράσεις της σχολικής χρονιάς. Από κοινού σχεδιάζεται εκπαιδευτική επίσκεψη στην Τήλο.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εφαρμογή των σεναρίων συνέπεσε χρονικά με την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών του σχολείου από το ΙΕΠ πάνω στα νέα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών. Ουσιαστικά τα εκπαιδευτικά σενάρια λειτούργησαν ως πιλοτική εφαρμογή των αλλαγών που επίκεινται τα επόμενα χρόνια.

Η διαθεματικότητα, η συνεργασία, η δημιουργία ανοικτών εκπαιδευτικών σεναρίων, η διδασκαλία σε άτυπα περιβάλλοντα μάθησης, η συμπερίληψη, ο διαρκής μετασχηματισμός των εκπαιδευτικών πρακτικών, βρήκαν εφαρμογή στα σενάρια που ασχοληθήκαμε.

Οι στόχοι ως προς την αλλαγή των απόψεων και στάσεων των μαθητών απέναντι στις Φ.Ε. κρίνεται ότι επετεύχθησαν, αν αναλογιστούμε τη συμμετοχή τους στο πρόγραμμα, στο συνέδριο Connect και στην εκδήλωση διάχυσης στη σχολική κοινότητα. Αναδείχθηκε η διεπιστημονικότητα των Φ.Ε., η επίδρασή τους στην παραγωγικότητα στην οικονομία και το περιβάλλον.

Οι μαθητές αποκόμισαν επιστημονικές γνώσεις σε δύσκολες επιστημονικές έννοιες. Συνάμα, καλλιέργησαν δεξιότητες του 21ου αιώνα όπως η κριτική και δημιουργική σκέψη, η ανταλλαγή ιδεών, η λήψη αποφάσεων, η συνεργατικότητα, η ομαδικότητα και η αλληλοβοήθεια

Δυσκολίες και εμπόδια εμφανίστηκαν και είχαν να κάνουν με το διαθέσιμο σχολικό χρόνο, όσο και με το χρόνο των μαθητών στο σπίτι. Όλα ξεπεράστηκαν χάρη στη θετική στάση όλων των εμπλεκόμενων, από τη συμμετοχικότητα και τον ενθουσιασμό που έδειξαν οι μαθητές.

Ήταν συγκινητική η προσπάθειά τους ώστε να έχουμε την καλύτερη δυνατή παρουσία στο μαθητικό συνέδριο. Κατά δήλωσή τους στον απολογισμό του προγράμματος, το συνέδριο ήταν η κορύφωση της όλης προσπάθειας και η εμπειρία αυτή θα τους συνοδεύει.

Οι μαθητές που συμμετείχαν στα σενάρια αποφοίτησαν. Ωστόσο φρόντισαν να αφήσουν όλο το υλικό σε άριστη μορφή έτσι ώστε να είναι έναυσμα για τους επόμενους. Το σημαντικότερο είναι ότι φρόντισαν να μεταλαμπαδεύσουν τον ενθουσιασμό για τη συμμετοχή τους, στους μικρότερους

μαθητές μέσα από την παρουσίαση που έκαναν στη σχολική κοινότητα. Το έργο Connect θα συνεχιστεί και η έναρξη τη νέα χρονιά θα μας βρει όλους λίγο καλύτερους.

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Ακριτίδου, Α. (2014). Ανάπτυξη μεθοδολογίας STEM για την εκπαίδευση εκπαιδευτικών: Προσχολική Εκπαίδευση. Δημοσίευτη μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς.
- Κουλαϊδής, Β., 2000, Διδακτική Φυσικών Επιστημών, 2 Τόμοι, Αθήνα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Παπασταματίου, Ν., (2011). Οδηγίες στους καθηγητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για τη χρήση της διερευνητικής μεθόδου και δημιουργία υποστηρικτικού υλικού, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, <http://www.pi-schools.gr/programs/pathway/files/dierymnasio.pdf> (ανακτήθηκε 02/07/2022).
- Σιφνιώτη, Π. (2016). Κάτι περισσότερο από ένα απλό πρόγραμμα: το STEM ως φιλοσοφία στην εκπαιδευτική καθημερινότητα, Hellenic Conference on Innovating STEM Education, Αθήνα.
- Σπυροπούλου Κατσάνη Δ., 2002, «Διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες», Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Χαλκιά, Κρ. (2010), Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες, τομ. Α- Β, Πατάκη, Αθήνα.
- Accreditation Board for Engineering and Technology. (2007-2008). Engineering accreditation criteria. Baltimore, MD: Author.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993). Benchmarks for Science Literacy. Washington, DC: 1993. <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/bolintro.htm>. Accreditation Board for Engineering and Technology. (2007-2008). Engineering accreditation criteria. Baltimore, MD: Author.
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 vision. Technology and Engineering Teacher, 70(1), 30-35.
- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit 1 and Carnegie Mellon, Pennsylvania.
- Vygotsky L., 1978, «Mind and society», Harvard University Press.
- Δικτυακός τόπος ΙΤΕΕΑ: <https://www.iteea.org>, (ανακτήθηκε την 02/07/2022).
- Δικτυακός τόπος Connect: <https://www.connect-science.net> (ανακτήθηκε την 02/07/2022).



# STEAMίστες, STudents Enthusiastic About Meteorology, στα Βήματα του Luke Howard

Μαργαρίτα Δακορώνια<sup>1</sup>, Δέσποινα Αρμενάκη<sup>2</sup>, Χρυσούλα Γεωργακοπούλου<sup>3</sup>

[margaritad1006@gmail.com](mailto:margaritad1006@gmail.com), [despinarmenaki@gmail.com](mailto:despinarmenaki@gmail.com), [chr.georgakopoulou@gmail.com](mailto:chr.georgakopoulou@gmail.com)

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός ΠΕ70 του 32<sup>ου</sup> Δημ. Σχ. Πειραιά, Scientix Ambassador, Code Week Leading Teacher

<sup>2</sup>Εκπαιδευτικός ΠΕ70 του 3<sup>ου</sup> Δημ. Σχ. Χίου

<sup>3</sup>Εκπαιδευτικός ΠΕ86 του 54<sup>ου</sup> Δημ. Σχ. Πειραιά

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το steam project έχει ως θεματική τη ζωή του Luke Howard, του μετεωρολόγου, που πρώτος ονομάτισε τα είδη των σύννεφων, και πραγματοποιήθηκε από μαθητές ηλικίας 8-10 ετών πέντε ευρωπαϊκών σχολείων. Μέσα από τη διαθεματική προσέγγιση- τεχνολογία, επιστήμη, ρομποτική, τέχνη, λογοτεχνία και πολιτισμό- τα παιδιά ήρθαν σε επαφή με το έργο του Luke Howard και την επιστήμη της μετεωρολογίας. Η διάχυση των αποτελεσμάτων αυτών πραγματοποιήθηκε από τη συμμετοχή των παιδιών σε πολλές ευρωπαϊκές δράσεις όπως, code week, stem discovery week, esa competition, scientix competitions, science talks( από το Πανεπιστήμιο της Κύπρου), global education week καθώς και στον εορτασμό παγκόσμιων ημερών όπως, μητρικής γλώσσας, παγκόσμιας κληρονομιάς, υγείας, ασφάλειας στο διαδίκτυο, ποίησης, περιβάλλοντος και μετεωρολογίας. Βασικός σκοπός του προγράμματος ήταν τα παιδιά μέσα από την έρευνα, την παρατήρηση και τον πειραματισμό, να γνωρίσουν το έργο και τη ζωή του Luke Howard, να αναγνωρίζουν τα βασικά είδη των σύννεφων, να κατανοήσουν τους νόμους της μετεωρολογίας, να ενισχύσουν την κριτική τους σκέψη και τις δημιουργικές τους δεξιότητες, να συνεργαστούν και να βρουν λύσεις σε προβλήματα που αντιμετώπισαν.

Οι μαθητές ήταν χωρισμένοι σε 3 ομάδες και οι ρόλοι τους εναλλάσσονταν κάθε 2 μήνες. Έτσι, μελετούσαν τα καιρικά φαινόμενα μέσα από τους ρόλους των επιστημόνων, των δημοσιογράφων και των καλλιτεχνών. Οι μαθητές μας μελέτησαν το θέμα της μετεωρολογίας δια μέσου πολλών γνωστικών αντικειμένων τα οποία ενιαιοποιήθηκαν μέσα από τη διαθεματική προσέγγισή τους.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Luke Howard, steam, δημοτικό σχολείο

## ABSTRACT IN ENGLISH

The steam project has as its theme the life of Luke Howard, the meteorologist, who was the first to name the types of clouds and was carried out by students, aged 8-10, from 5 European schools. Through the interdisciplinary approach - technology, science, robotics, art, literature and culture - the children came into contact with the science of meteorology. The dissemination of these results took place through the participation of children in many European actions such as code week, stem discovery week, esa competition, scientix competitions, science talks (from the University of Cyprus), global education week as well as the celebration of world days such as mother tongue, world heritage, health, internet safety, poetry, environment and meteorology. The main purpose of the program was for the children, through research, observation and experimentation, to get to know the work and life of Luke Howard, to recognize the main types of clouds, to understand the laws of meteorology, to strengthen their critical thinking and their creative skills, to collaborate and find solutions to problems they faced.

The students were divided into 3 groups and their roles changed every 2 months. Thus, they studied weather phenomena through the roles of scientists, journalists and artists. Our students studied the topic of meteorology through many subjects which were unified through their interdisciplinary approach.

**Keywords:** Luke Howard, steam, primary school

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### Δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα

Ο τρόπος που οι μαθητές μας προσλαμβάνουν τη νέα γνώση, το βλέπουμε καθημερινά, ότι έχει αλλάξει. Το βιβλίο δεν είναι η πρώτη τους σκέψη όταν αναζητούν την απάντηση σε κάποιο προβληματισμό τους, αντιθέτως το διαδίκτυο τους παρέχει άμεσες και πληθώρες απαντήσεις. Κι αυτή δεν είναι η μόνη αλλαγή στην εκπαιδευτική διαδικασία που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε.

Καλούμαστε λοιπόν να διερευνήσουμε τις δεξιότητες που πρέπει να αναπτύξουν οι μαθητές μας για να είναι εναρμονισμένοι με τις απαιτήσεις του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Αναλυτικότερα, αναφερόμενοι στον όρο «Δεξιότητες του 21ου αιώνα» ο Dede (2010, οπ.αναφ στο Καμπόλη, 2020) υποστηρίζει ότι αναφερόμαστε σε μια μεγάλη ποικιλία δεξιοτήτων και ικανοτήτων που θεωρούνται απαραίτητες εάν θέλουμε να επιτύχουμε σε έναν κόσμο τεχνολογικά υποστηριζόμενο.

Αρχικά κι αναλογικά με την ηλικία των μαθητών μας και μέσα από το παρόν πρόγραμμα στοχεύσαμε στην καλλιέργεια των παρακάτω δεξιοτήτων, γνωστών και ως 4c's skills

- **Communication:** Θελήσαμε να αναπτύξουν δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας με μαθητές από άλλα σχολεία εντός και εκτός Ελλάδας, να συμμετέχουν σε συζητήσεις και συνεργατικές δραστηριότητες, να παρουσιάζουν τα έργα τους μιλώντας σε άλλες γλώσσες κι αυτό γιατί πιστεύουμε ότι η επικοινωνία και η αποδοχή της άποψης των υπόλοιπων αποτελεί τη βάση για τη συνεργασία.
- **Collaboration:** Ήταν βασικός μας στόχος να κατανοήσουν ότι μέσα από τη συνεργασία θα επέλθουν τα βέλτιστα αποτελέσματα γιατί αυτά κρύβονται στη σύνθεση πολλών απόψεων, των απόψεων όλης της ομάδας κι όχι ενός ατόμου.
- **Creativity:** Η φαντασία και η δημιουργικότητα των παιδιών στις πρώτες τάξεις είναι αστείρευτη, υποστηρίζοντας βέβαια πολλοί ότι η μέχρι τώρα αυστηρά δομημένη εκπαιδευτική διαδικασία την εκμηδενίζει, έτσι η εφαρμογή μιας πιο ευέλικτης και διαθεματικής προσέγγισης των διδακτικών αντικειμένων μέσα στο πρόγραμμα μάς βοήθησε στο να καλλιεργήσουμε και να ενθαρρύνουμε τις δημιουργικές ιδέες και τη φαντασία των μικρών μας μαθητών.
- **Critical thinking:** Η ανάλυση αλλά και η σύνθεση δεδομένων πάνω σε προβλήματα που τέθηκαν κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων βοήθησε τα παιδιά στο να δώσουν πρωτότυπες και δημιουργικές λύσεις.

Βασική δεξιότητα για την πραγματοποίηση πολλών δραστηριοτήτων ήταν και η ψηφιακή ενημερότητα που κληθήκαμε να καλλιεργήσουμε στους μαθητές μας. Έτσι τα παιδιά εξοικειώθηκαν τόσο με τη χρήση ταμπλετών για τη συλλογή των φωτογραφιών καθώς και για τη δημιουργία των videos όσο και με την εφαρμογή διαφορών ψηφιακών εκπαιδευτικών εφαρμογών.

Σύμφωνα με τον Brian Miller (2015, οπ.αναφ. στο Anugerahwati, 2019) και συμπληρωματικά θα πρέπει να εισαχθούν άλλες δύο δεξιότητες δημιουργώντας τα 6 c' της εκπαίδευσης.

- **Citizenship/Culture (Ιθαγένεια-Πολιτισμός):** Αυτή η δεξιότητα κάποιιοι την ονομάζουν πολιτειότητα όπως ο Miller, ενώ ο Michael Fullan, την αποδίδει στην ιθαγένεια. Αυτή η δεξιότητα δείχνει κατά πόσο μπορεί ένα άτομο να έχει επαφή με ό,τι το περιβάλλει, τόσο όσον αφορά στον πολιτισμό όσο και στην κοινότητα που μεγάλωσε το άτομο αυτό. Γι' αυτό μέρος του προγράμματος ήταν και η ανταλλαγή, η γνωριμία αλλά και η χρήση λέξεων από τις γλώσσες των συνεργατών μας μια που τα μετεωρολογικά δελτία των χωρών γίνονταν με την χρήση της γλώσσας των χωρών αυτών. Οι μαθητές μας είπαν μετεωρολογικά δελτία στα Ιταλικά, Ισπανικά και Εσθονικά. Πραγματοποιήθηκε επίσης κι ένα εικονικό ταξίδι με τη βοήθεια της εφαρμογής του Google maps σε πολιτιστικά μνημεία όλων των συμμετεχουσών χωρών.
- **Character Education/Connectivity (Εκπαίδευση χαρακτήρων/Συνδεσιμότητα)** Σύμφωνα με τον Miller, αφορά την κατανόηση του πόσο σημαντική είναι η ανθρώπινη σύνδεση των ανθρώπων με τη τεχνολογία. Κατά πόσο θα βοηθήσουμε τα παιδιά να αναπτύξουν την ενσυναίσθησή τους μέσα σε έναν κόσμο που κυριαρχούν τα τεχνολογικά επιτεύγματα.

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

- **Διερευνητική:** Οι εκπαιδευτικοί ως καθοδηγητές βοηθούσαν τις ομάδες των επιστημόνων στο να διατυπώνουν τα κατάλληλα ερωτήματα όπου προηγούνταν των πειραμάτων αλλά και στο να συλλέγουν τα δεδομένα των πειραμάτων απ' όπου συνέθεταν τα συμπεράσματά τους.
- **Ομαδοσυνεργατική:** Οι μαθητές κάθε τάξης ήταν χωρισμένοι σε τρεις ομάδες, τους επιστήμονες, τους δημοσιογράφους, τους συγγραφείς και τους καλλιτέχνες (αυτό ίσχυε για όλα τα σχολεία) με διαφορετικούς στόχους η κάθε ομάδα, έτσι όταν οι διακρατικές ομάδες παρήγαγαν το υλικό το παρουσίαζαν στις υπόλοιπες ομάδες. Η αλληλεπίδραση των ομάδων υφίσταντο κατά τη διάρκεια των παρουσιάσεων όπου εκεί θέτονταν ερωτήματα και τυχόν

απορίες και τα παιδιά της εν λόγω ομάδας είχαν το λόγο στο να απαντήσουν σε αυτά. Ο ρόλος του δασκάλου ήταν αυτός του καθοδηγητή και συντονιστή των ομάδων. Μέσα από το πρόγραμμα τα παιδιά κατανόησαν ότι τις περισσότερες φορές κατέληγαν στη σωστή λύση όταν ακούγονταν οι γνώμες των περισσότερων.

- Βιωματική: Καθ' όλη τη διάρκεια του έργου τα παιδιά είχαν ρόλους, όπου αρχικά τα ίδια είχαν επιλέξει ως επιστήμονες, δημοσιογράφοι, καλλιτέχνες και συγγραφείς αλλά στη συνέχεια εναλλάσσονταν για να συμμετάσχουν όλα τα παιδιά σε όλες τις προγραμματισμένες δράσεις. Θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε αυτήν την επιλογή μας σαν μια πρώτη ανίχνευση προτιμήσεων, κλίσεων αλλά και γνωριμίας των παιδιών με διάφορα επαγγέλματα που πιθανόν στο μέλλον θα ήθελαν να ακολουθήσουν και λόγω της ηλικίας των παιδιών μόνο βιωματικά θα μπορούσε να προσεγγιστεί το όλο εγχείρημα.

## ΣΤΟΧΟΙ

Βασικός σκοπός του προγράμματος ήταν τα παιδιά μέσα από την έρευνα, την παρατήρηση και τον πειραματισμό, να γνωρίσουν έναν μεγάλο επιστήμονα, όπως ο Luke Howard, να ξεχωρίζουν τα βασικά είδη των σύννεφων, να κατανοήσουν τους νόμους της μετεωρολογίας, να ενισχύσουν την κριτική τους σκέψη και τις δημιουργικές τους δεξιότητες.

Γνωστικοί στόχοι:

- Να ξεχωρίζουν τα είδη των σύννεφων, την ονομασία τους αλλά και τα καιρικά φαινόμενα που τα συνοδεύουν
- Να γνωρίσουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτώνται οι καιρικές συνθήκες
- Να γνωρίσουν ότι επικρατούν διαφορετικές καιρικές συνθήκες σε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας και την Ευρώπης
- Να εξοικειωθούν με την παρουσίαση ενός δελτίου καιρού και να κατανοήσουν πόσο σημαντικό είναι για τη ζωή του ανθρώπου.
- Να συσχετίσουν τις μεταβολές του καιρού με τις μεταβολές της φύσης.
- Να έρθουν σε επαφή με τα καιρικά φαινόμενα μέσα από τον πειραματισμό

Ψυχοσυναισθηματικοί στόχοι:

- Να συνεργάζονται και να δημιουργούν από κοινού ομαδικά έργα
- Να αναγνωρίσουν την επίδραση του καιρού στο περιβάλλον και να ευαισθητοποιηθούν για την κλιματική αλλαγή.
- Να εκφράζουν τις σκέψεις και τα συναισθήματά τους
- Να έρθουν σε επαφή με έργα τέχνης μεγάλων καλλιτεχνών που σχετίζονται με τα καιρικά φαινόμενα, να εμπνευστούν και να αντλήσουν ευχαρίστηση από αυτά.

Κοινωνικοί στόχοι:

- Να αναπτύξουν δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας με μαθητές από άλλα σχολεία εντός και εκτός Ελλάδας
- Να συμμετέχουν σε συζητήσεις και συνεργατικές δραστηριότητες
- Να παρουσιάζουν τα έργα τους μιλώντας σε άλλες γλώσσες
- Να εξοικειώνονται στο να ακολουθούν οδηγίες, να κατανοούν και να σκέφτονται κριτικά.

## ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Οι μαθητές κάθε σχολείου χωρίζονταν σε 3 ομάδες και οι ρόλοι τους εναλλάσσονταν κάθε 2 μήνες. Έτσι, μελετούσαν τα καιρικά φαινόμενα μέσα από τους ρόλους των επιστημόνων, των δημοσιογράφων και των καλλιτεχνών. Οι μαθητές μας μελέτησαν το θέμα της μετεωρολογίας δια μέσου πολλών γνωστικών αντικειμένων τα οποία ενιαιοποιήθηκαν μέσα από τη διαθεματική προσέγγισή τους. Ο Θεοφιλίδης (2002, οπ.αναφ. στο Σταματάρου, 2022) υποστηρίζει πως η διαθεματική προσέγγιση καταργεί τα σύνορα μεταξύ των μαθημάτων ως αυτοτελών κλάδων διδασκαλίας και ενοποιεί το περιεχόμενο της διδασκαλίας με μια ολόπλευρη εξέταση φαινομένων και προβλημάτων της ζωής θέλοντας να εξακτινώσουμε τις θεματικές του προγράμματος στα πλαίσια ενός steam έργου ασχοληθήκαμε και εργαστήκαμε στους παρακάτω τομείς.

- Science: Μιλήσαμε για τα μετεωρολογικά φαινόμενα (<https://climatedetectives.esa.int/>) αλλά επικεντρωθήκαμε στα είδη των σύννεφων (<https://www.meteoclub.gr/themata/egkyklopaideia/nefi-onomasies>), τον άνθρωπο που πρώτος τα ονομάτισε τον Luke Howard (<https://blog.sciencemuseum.org.uk/the-man-who-named-the-clouds/>), την επιρροή που άσκησε στους επιστήμονες και καλλιτέχνες της εποχής του. Αφού

μάθαμε να ξεχωρίζουμε τα βασικά είδη των σύννεφων, ξεκίνησε η επιστημονική διερεύνηση που έχει να κάνει με τη δημιουργία τους και τη φύση τους. Έτσι πειραματιστήκαμε δημιουργώντας πειραματικά σύννεφα και εξάγαμε τα συμπεράσματά μας (<https://www.vivifystem.com/>). Η πειραματική φάση του έργου είχε να κάνει και με άλλα μετεωρολογικά φαινόμενα, τις τρεις ιδιότητες του νερού, τήξη και πήξη, την πειραματική δημιουργία ανεμοστρόβιλου, βροχής και ουράνιου τόξου. Όλες οι πειραματικές δραστηριότητες έχουν αποτυπωθεί σε μικρά videos όπου τα παιδιά εξηγούν την διαδικασία καθώς και τα συμπεράσματά τους.

- **Technology:** Οι μαθητές μας κατά τη διάρκεια του έργου, αν και μικρής ηλικίας, β' και γ' δημοτικού, κατάφεραν να χειρίζονται τα tablets του σχολείου για να βγάζουν φωτογραφίες καθημερινά με τον καιρό της περιοχής μας, να φτιάχνουν μικρά videos από τις φωτογραφίες που συγκέντρωναν, να προγραμματίζουν με Scratch jr και να φτιάχνουν μικρές ταινίες με Scratch jr. Χρησιμοποίησαν και οικειοποιήθηκαν πολλά web 2.0 εργαλεία όπως το padlet, bookcreator, kahoot, jigsaw, wordwall, linoit, mentimeter, rixiz, canvas και genially. Κι όλα αυτά πιστεύοντας ότι η ψηφιακή ενημερότητα είναι συνυφασμένη με τη σωστή χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών κι αυτό τους καθιστά ψηφιακά ενήμερους, μια ικανότητα που θα πρέπει να καλλιεργηθεί στα πλαίσια της σχολικής κοινότητας.
- **Engineering:** Οι μαθητές μας έλαβαν μέρος σε σχέδια εργασίας λαμβάνοντας υπόψη τους προϋποθέσεις μέσα από δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής και προγραμματισμού. Μέσα από αυτή τη διαδικασία έγιναν εξερευνητές και συνεργάστηκαν για να δώσουν λύσεις σε προβλήματα καθώς και για να επικοινωνήσουν με τους φίλους τους. Για παράδειγμα χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού scratch jr, δημιουργήθηκαν βίντεο με αφορμή την παγκόσμια ημέρα μητρικής γλώσσας. Επίσης με τη χρήση εργαλείων ρομποτικής ταξίδεψαν από χώρα σε χώρα και αναμετέδωσαν τον καιρό.
- **Arts:** Μιλώντας για τον Luke Howard (<http://journal.sciencemuseum.ac.uk/browse/issue-02/made-real/luke-howard-s-clouds-and-the-persistence-of-convention/>) και την επιρροή που είχε όχι μόνο στους επιστήμονες της εποχής του αλλά και στους καλλιτέχνες γνωρίσαμε τον Constable, έναν Άγγλο ζωγράφο του 19ου αιώνα που σε όλους τους ζωγραφικούς πίνακές του είχε τα διάφορα είδη των σύννεφων που περιέγραψε ο Howard. Βρήκαμε τα έργα του στο αποθετήριο της Europeana (<https://www.europeana.eu/el>), εμπνευστήκαμε και ζωγραφίσαμε τους δικούς μας ζωγραφικούς πίνακες με τα σύννεφα του Howard. Γράψαμε ποιήματα, ακροστιχίδες και κείμενα που είχαν ως θέμα τα σύννεφα και τα είδη τους. Δημιουργήσαμε παζλ και χειροτεχνίες με τα είδη των σύννεφων.
- **Mathematics:** Οι μαθητές/τριες μας ήρθαν σε επαφή με τη στατιστική καθώς χρησιμοποίησαν και επεξεργάστηκαν δεδομένα σχετικά με τον καιρό σε καθημερινή βάση. Δημιούργησαν πίνακες και διαγράμματα για να εικονοποιήσουν τις μετρήσεις τους, έκαναν συγκρίσεις των καιρικών φαινομένων από περιοχή σε περιοχή και έβγαλαν συμπεράσματα για το κλίμα της Ευρώπης (<https://www.nasa.gov/kidsclub/index.html>).

## ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Παράλληλα με τις κύριες θεματικές του προγράμματος διενεργήθηκαν και οι παρακάτω δραστηριότητες συμμετέχοντας σε διάφορες ευρωπαϊκές δράσεις.

- Συμμετοχή στην ευρωπαϊκή εβδομάδα κώδικα όπου εισαγάγαμε τους μικρούς μαθητές μας στις αρχές του προγραμματισμού, δημιουργώντας ένα επιτραπέζιο παιχνίδι σύμφωνα με τη θεματική του προγράμματος, εξετάζοντας τον καιρό στις χώρες που συμμετείχαν.
- Μια από τις θεματικές των διαγωνισμών της Esa ήταν η δημιουργία ενός δορυφόρου που θα επιβλέπει το λιώσιμο των πάγων πάνω από τους πόλους. Έτσι λοιπόν κι εμείς, σαν detectives του καιρού, καταφέραμε να φτιάξουμε ανάλογους δορυφόρους.
- Κατά τη διάρκεια της Stem Discovery Week τον Απρίλη συμμετείχαμε σε διάφορες δράσεις και διαγωνισμούς δημιουργώντας εκπαιδευτικά σενάρια stem. Στο Stem Discovery Week δημιουργήσαμε εκπαιδευτικά σενάρια για τις παρακάτω δράσεις:
- Scientix blog, Carano4children, Steam Atelier και Europeana. Όλα αυτά ήταν εναρμονισμένα με το περιεχόμενο του προγράμματός μας και εξακτινωμένα στο science αλλά και στο art δημιουργώντας διάφορες παράπλευρες δραστηριότητες. Δύο από αυτές τις δράσεις μας διακρίθηκαν και βραβεύτηκαν από το Scientix κατά τη διάρκεια της εβδομάδας Stem.

- Συμμετείχαμε στην ευρωπαϊκή Global Education Week μιλώντας για την κλιματική αλλαγή και το περιβάλλον. Πώς δηλαδή η κλιματική αλλαγή έχει επηρεάσει την βιωσιμότητα κάποιων ειδών ζώων. Τα παιδιά δημιούργησαν video μέσα από τις ζωγραφιές ζώων υπό εξαφάνιση με την τεχνική chatter pix.
- Συμμετείχαμε στο science talks , μια δράση του πανεπιστήμιου της Κύπρου, που τα παιδιά δημιούργησαν ηχητικά μηνύματα- podcasts- και ρώτησαν βιοεπιστήμονες γύρω από τη βιωσιμότητα κάποιων ειδών ζώων στον πλανήτη και σε πραγματικό χρόνο μέσα από ραδιοφωνική εκπομπή άκουσαν τις απαντήσεις των επιστημόνων.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον εορτασμό των Παγκοσμίων Ημερών με ποικίλες δράσεις που εμπλούτισαν το έργο μας όπως είναι:

- Η Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος: συμμετείχαμε σε διαγωνισμό ζωγραφικής με θέμα την κλιματική αλλαγή που διενεργήθηκε από το Μετσόβιο Πολυτεχνείο στα πλαίσια του και διακριθήκαμε με το 2<sup>ο</sup> και το 5<sup>ο</sup> βραβείο
- Η Παγκόσμια Ημέρα Μετεωρολογίας: περιηγήθηκαμε διαδικτυακά στον μετεωρολογικό σταθμό της Λέσβου και μιλήσαμε με τη μετεωρολόγο του σταθμού κα Κριμιζιώτη, όπου και απάντησε σε ερωτήσεις και προβληματισμούς των παιδιών. Αυτή η δράση πραγματοποιήθηκε on line.
- Η Παγκόσμια Ημέρα Πολιτιστικής Κληρονομιάς: ταξιδέψαμε μέσω εικονικής περιήγησης στα σπουδαιότερα μνημεία των χωρών συνεργασίας και τα γνωρίσαμε καλύτερα μέσα από ένα διαδικτυακό παιχνίδι σε πραγματικό χρόνο.
- Η Παγκόσμια Ημέρα Υγείας: συμμετείχαμε σε δράσεις με θέμα την υγιεινή διατροφή και για να το συνδυάσουμε και με τη θεματική του προγράμματός μας τα παιδιά έφτιαξαν ουράνια τόξα χρησιμοποιώντας φρούτα και λαχανικά, επεξεργάστηκαν τις φωτογραφίες από τα ουράνια τόξα και με την εφαρμογή chatter pix, έφτιαξαν μικρά ομιλούντα videos που τα φρούτα και τα λαχανικά εκθέτουν τα οφέλη τους στον οργανισμό μας.
- Η Παγκόσμια Ημέρα Μητρικής Γλώσσας: θέλαμε να αναδείξουμε την αναγκαιότητα του σεβασμού και της αποδοχής της πολυπολιτισμικότητας και αφιερώσαμε ένα ...δελτίο καιρού στον φίλο μας τον Άνταμ από την Παλαιστίνη, που φοιτά στο σχολείο της Χίου. Έτσι όλα τα σχολεία, απ'όλες τις συμμετέχουσες χώρες πραγματοποιήσαμε την αναμετάδοση του καιρού της Παλαιστίνης μιλώντας Αραβικά. Αυτό πραγματοποιήθηκε με τη συνεργασία του τμήματος υποδοχής του σχολείου της Χίου.
- Η Παγκόσμια Ημέρα Ασφαλούς πλοήγησης στο διαδίκτυο: δημιουργήσαμε δραστηριότητες ευαισθητοποίησης των σχολικών κοινοτήτων στη θεματική της ασφάλειας στο διαδίκτυο.

Στο παρακάτω ηλεκτρονικό βιβλίο μπορείτε να ξεφυλλίσετε και να δείτε μέρος των δραστηριοτήτων του παρόντος προγράμματος, **EBOOK**

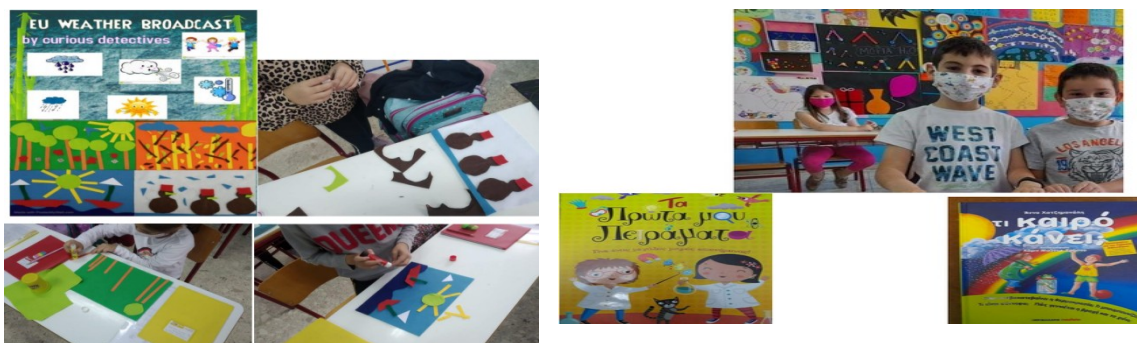
(<https://read.bookcreator.com/hAZOkTx32CXYuWpSW6Kf5Tf5u0A2/IA2ZrhIPRYejmTOU0j3Wug>)

## **ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ**

Τα παιδιά που συμμετείχαν στο πρόγραμμα ήταν δευτέρας και τρίτης δημοτικού, θα θέλαμε να τονιστεί η μεγάλη μας επιθυμία και η προσπάθειά μας ήταν να ενσωματώσουμε το πρόγραμμα σε διδακτικά αντικείμενα των τάξεών μας, και καθώς γνωρίζουμε όλοι την πίεση που υφίστάμεθα για την ολοκλήρωση της διδακτέας ύλης θα θέλαμε να σας εναποθέσουμε την απόπειρα διαθεματικής προσέγγισης ενός steam έργου στις μικρές τάξεις του δημοτικού σχολείου.

### **ΓΛΩΣΣΑ**

Μαθαίνουμε τις εποχές και τους μήνες καταιγισμός ιδεών για να εκφράσουμε τις υπάρχουσες γνώσεις (διαβάζουμε βιβλία που έχουν φέρει τα παιδιά για τα μετεωρολογικά φαινόμενα, τα σύννεφα και τον κύκλο του νερού, γράφουμε κόμικ και ιστορίες).(Βιβλίο μαθητή α τεύχος, ενότητα 3η και 5η). Φτιάχνουμε το logo μας για το πρόγραμμα στηριζόμενοι σε αυτά. Δημιουργούμε την αφίσα και τον λογότυπο του προγράμματος (Βιβλίο μαθητή β τεύχος, ενότητα 10η). Κάθε παιδί παρουσιάζει το δικό του βιβλίο-βιβλιοπαρουσίαση και μας διαβάζει μια παράγραφο(Βιβλίο μαθητή τεύχος 3 ,ενότητα 17<sup>η</sup> και 18<sup>η</sup>)



**Εικόνα 1:** Εισαγωγή της τέχνης και της φιλαναγνωσίας σε ένα stem πρόγραμμα.

Συζητάμε για το πώς μπορούμε να γράψουμε ένα ποίημα, τα χαρακτηριστικά του, γράφουμε ποιήματα με θέμα κάποιο μετεωρολογικό φαινόμενο(Βιβλίο μαθητή α τεύχος ενότητα 5η) και (Βιβλίο μαθητή τεύχος β, ενότητα 14η). Αναγνωρίζω ορισμούς λέξεων και φτιάχνω δικούς μου παρουσιάζοντάς τους ως αρκτικόλεξα(με τα είδη των σύννεφων) (βιβλίο μαθητή τεύχος 2, ενότητα 8η και 10η). Τα παιδιά περιγράφουν τους πίνακες του Άγγλου ζωγράφου Constable σε μικρά κείμενα και

ζωγραφίζουν αντίστοιχους πίνακες.( ενότητα 9η και ενότητα 13η, τεύχος 2ο ). Φαντάζονται τον εαυτό τους σαν σύννεφο και μιλάνε για αυτό. Φτιάχνουμε κόμικς και συμμετέχουμε στην stem discovery week 2021 και στον διαγωνισμό carano4children( ενότητα 3η -Α τεύχος). Προφορική επικοινωνία, παρουσίαση της πορείας των εργασιών μας και του σχεδίου μας σε webinar.(Περιγραφή αντικειμένων, προσώπων και γεγονότων, β τεύχος βιβλίο μαθητή, ενότητα 13). Βελτιώνουμε τις δεξιότητες παρουσίασης. Γράφουμε μικρά κείμενα για τον τόπο μας και τα αξιοθέατα του.(Περιγραφή αντικειμένων, προσώπων και γεγονότων, β τεύχος βιβλίο μαθητή, ενότητα 13). Μαθαίνω να βρίσκω πληροφορίες μέσα από χάρτες (Βιβλίο μαθητή τεύχος γ, ενότητα 18). Αναγνωρίζουμε και συζητάμε για τα κοινά στοιχεία των πολιτισμών.(Βιβλίο μαθητή α τεύχος, ενότητα 8). Παρουσιάζουμε τα αξιοθέατα της πόλης μας, τα συγκεντρώνουμε σε ένα χάρτη ,όπου εκεί παρουσιάζουν και οι υπόλοιποι οι υπόλοιποι φίλοι μας τα αξιοθέατα των πόλεων τους και παίζουμε ένα διαδικτυακό παιχνίδι (kahoot) βασισμένο σε αυτά.

**Εικόνα 2:** Δημιουργικότητα και φαντασία, ποιήματα, ακροστιχίδες και κόμικς

## ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

Κατηγοριοποιούμε γεωμετρικά σχήματα ανάλογα με τον αριθμό των πλευρών και των γωνιών



τους. Ονομάζουμε και συγκρίνουμε γεωμετρικά σχήματα και γεωμετρικά στερεά(κύκλος-σφαίρα). (Κεφάλαιο 13: Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να διακρίνουν τα γεωμετρικά στερεά. Κεφάλαιο 14: Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να κατασκευάσουν ορθογώνιο τρίγωνο, ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, τετράγωνο και μη κανονικό πολύγωνο) .Ζωγραφίζουμε το δέντρο της ζωής, όπως ο Kandinsky, και συμμετέχουμε στη δράση atelier and steam, stem discovery week 2021. Γνωρίζουμε τις μονάδες μέτρησης μήκους κάνοντας κατασκευές με συγκεκριμένες διαστάσεις. ( Κεφάλαιο 4: Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να μετρούν μήκη και να συγκρίνουν τις μετρήσεις τους σε εκατοστόμετρα). Αναγνωρίζουμε τον κανόνα ενός μοτίβου που αποτελείται από αντικείμενα και γεωμετρικά σχήματα και ολοκληρώνει το μοτίβο αναγνωρίζοντας τα στοιχεία που λείπουν στο μοτίβο. (Κεφάλαιο 16: Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να αναγνωρίζουν, να περιγράφουν, να επεκτείνουν και να κατασκευάζουν γεωμετρικά μοτίβα).



Εικόνα 3: Τέχνη και Μαθηματικά- Κατασκευές και Μηχανική.



Υπολογίζουμε και μαθαίνουμε για τον χρόνο (έτος-μήνες-ημερονύχτιο και ώρες). (Κεφάλαιο 32: Οι μαθητές θα πρέπει να εξοικειωθούν με την έννοια του χρόνου ως διάταξη γεγονότων σε χρονική σειρά (εξέλιξη) και να εξοικειωθούν με τη χρονική διάρκεια της ημέρας, της εβδομάδας, του μήνα, της εποχής, του έτους μέσα από γεγονότα της καθημερινής τους ζωής (διαισθητικά). Εξηγούμε τη σχέση μεταξύ μονάδων μέτρησης χρόνου. (Κεφάλαιο 33: Οι μαθητές να εξοικειωθούν με τις μονάδες μέτρησης χρόνου, το ημερολόγιο, και να υπολογίζουν απλές χρονικές διάρκειες). Συλλέγουμε και αξιολογούμε δεδομένα δίνοντας λύσεις σε προβλήματα. (Κεφάλαιο 5: Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να αναπτύξουν διαφορετικές στρατηγικές για την επίλυση προβλημάτων.) Συλλέγουμε δεδομένα και κάνουμε απλούς πίνακες οπτικοποίησης των δεδομένων.

Εικόνα 4: Καταγραφή δεδομένων και διαγράμματα.

## ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Διερευνούμε την εναλλαγή της μέρας και της νύχτας και των εποχών. (Ενότητα 4, Κεφάλαιο 1: Πώς μετράμε το χρόνο). Μιλάμε για τα μετεωρολογικά φαινόμενα και σε ποιο στρώμα αέρα αναπτύσσονται (όλο το 10ο κεφάλαιο). Γιορτάζουμε την Διεθνή Ημέρα Υγείας, φτιάχνουμε ουράνια τόξα με φρούτα και λαχανικά και τα παρουσιάζουμε στην ψηφιακή μας τάξη (κεφάλαιο 17ο).



Δείχνουμε τη χώρα, την πρωτεύουσα και τον τόπο διαμονής μας στον χάρτη και στον πλανήτη. Διερευνούμε τα σημαντικότερα έργα πολιτιστικής μας κληρονομιάς με τη χρήση προφορικών, γραπτών, και αντικειμένων. (Ενότητα 15, Κεφάλαιο 1: Μνημεία από παλιά). Συγκρίνουμε τα πολιτιστικά στοιχεία της χώρας μας με τα πολιτιστικά στοιχεία άλλων χωρών και παρατηρούμε τα κοινά τους στοιχεία. Σεβόμαστε τους διαφορετικούς πολιτισμούς. Γνωρίζουμε ιστορικούς τόπους των φίλων χωρών του προγράμματος. Αναγνωρίζουμε τα παρόμοια και διαφορετικά στοιχεία συγκρίνοντας τα πολιτιστικά χαρακτηριστικά διαφόρων χωρών και τόπων. (Ενότητα 15, Κεφάλαιο 5: Τι μάθαμε για τον πολιτισμό). Βλέπουμε το ρόλο των πολιτιστικών στοιχείων στη συνύπαρξη των ανθρώπων, αναγνωρίζοντας αυτά που μας ενώνουν. (Ενότητα 5, Κεφάλαιο 1: Δικαίωμα στη ζωή, Κεφάλαιο 2: Δικαίωμα στην ειρήνη).



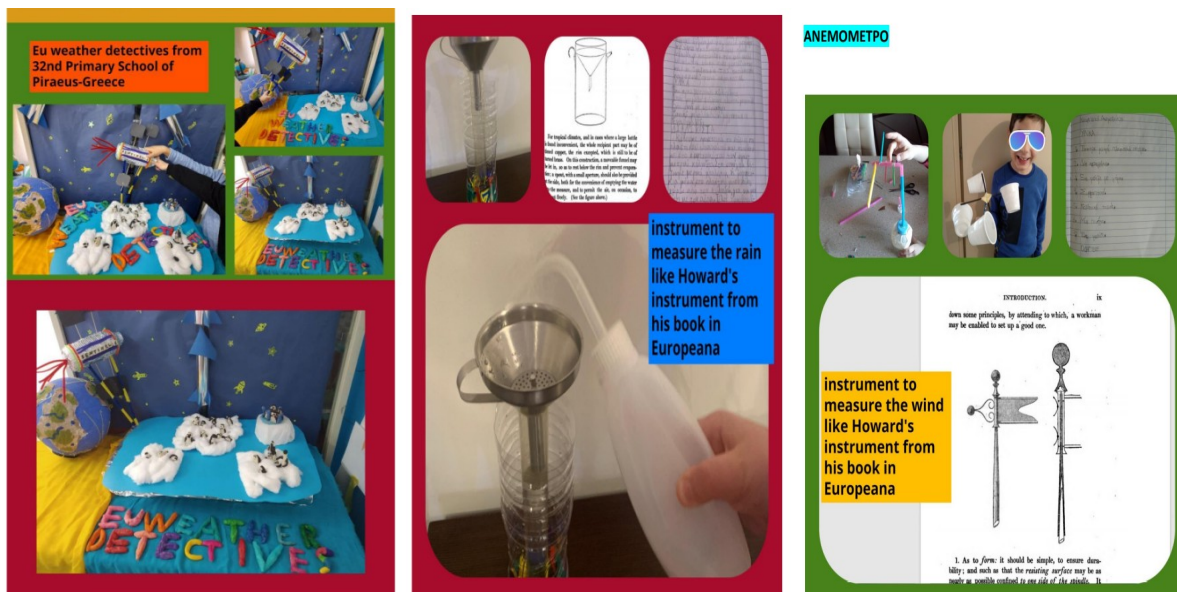
*Εικόνα 5: Φυσικά φαινόμενα, έκλειψη ηλίου-στρώματα αέρος.*



*Εικόνα 6: Υγιεινή τροφή και ουράνιο τόξο.*

## **ΕΥΕΛΙΚΤΗ ΖΩΝΗ**

Χρησιμοποιούμε διαφορετικά υλικά, εργαλεία και τεχνικές σε δραστηριότητες εικαστικής τέχνης. Σχεδιάζουμε τους δορυφόρους-Sentinel-6 για τον Ευρωπαϊκό Διαστημικό Οργανισμό. Ερευνούμε το αποθετήριο της Europeana για τον Luke Howard ,τον πρώτο επιστήμονα που ονομάτισε τα σύννεφα, βρίσκουμε τα βιβλία του και κάνουμε παρόμοια μετεωρολογικά όργανα.



Εικόνα 7: Κατασκευές δορυφόρου και μετεωρολογικών οργάνων-Μηχανική.

## ΤΠΕ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει αναδειχθεί ένα σημαντικό μαθησιακό πολυμορφικό εργαλείο, μέσω του οποίου αφενός οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στη φιλοσοφία STEM αφετέρου καλλιεργούν δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα με αποτέλεσμα να επιφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Στα πλαίσια του έργου οι μαθητές υλοποίησαν δραστηριότητες στις οποίες συναρμολόγησαν και προγραμματίσαν ένα μικρό ρομποτικό σύστημα που προσομοιάζει ένα ελικόπτερο που πετάει ανάμεσα στα σύννεφα στο σκηνικό του scratch. Κατά τη διάρκεια της κατασκευής οι μαθητές σχεδιάζουν συνεχώς τις επόμενες κινήσεις, συναρμολογούν, χειρίζονται με ακρίβεια εργαλεία και αντικείμενα, ενώ ταυτόχρονα αναστοχάζονται, αλληλεπιδρούν και συνεργάζονται, προκειμένου να οδηγηθούν στην επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος (Stergiopoulou et al, 2017, οπ.αναφ. στο Τρομπούκη, 2019). Επιπρόσθετα, οι μικροί μαθητές καθοδηγούν το ρομποτάκι Blue Bot ακολουθώντας μια περιγραφή που δίνεται για τη διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσουν, προκειμένου να «αγγίξουν» συγκεκριμένες κατηγορίες σύννεφων που προτιμούν.

Τα ρομπότ αποτελούν ένα καινοτόμο πρόσθετο στοιχείο στην εκπαίδευση (Karim et al, 2015, οπ.αναφ. στο Τρομπούκη, 2019). Ειδικά, το πακέτο LEGO, μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία ενός αυθεντικού περιβάλλοντος εποικοδομητικής μάθησης (constructive learning) με την προϋπόθεση ότι έχει προηγηθεί ο κατάλληλος εκπαιδευτικός σχεδιασμός της διδασκαλίας. Ο εκπαιδευτικός δημιουργεί αυθεντικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης πραγματικών προβλημάτων, οι οποίες ενθαρρύνουν την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία (Θεοχάρη, 2013). Επιπρόσθετα, οι Beraza et al (2010) αναφέρουν ότι, χρησιμοποιώντας ένα Blue-Bot, οι μικροί μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες για:

- κατανόηση αριθμών
- καταμέτρηση και λογική σκέψη
- επίλυση τοπολογικών προβλημάτων (αριστερά μου, αριστερά του/της)
- εξοικείωση σε μια τεχνική μάθησης διδασκαλίας που βασίζεται στην έρευνα.



Εικόνα 7: Κατασκευή ρομποτικού συστήματος.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Θεοχάρη, Μ. (2013). Υποστήριξη Υπολογιστικής Σκέψης μαθητών με Εκπαιδευτική Ρομποτική: Εφαρμογή σε Δημοτικό και Γυμνάσιο (No. GRI-2014-12009). Aristotle University of Thessaloniki.
- Καμπόλη, Κ. (2020). Ενίσχυση δεξιοτήτων 21ου αιώνα στη τεχνολογικά υποστηριζόμενη μάθηση: η αποτελεσματικότητα ενός e-Lab βασισμένου στη μεθοδολογία Project Based Learning (PrjBL) για την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα (Master's thesis, Πανεπιστήμιο Πειραιώς). [http://dx.doi.org/10.26267/unipi\\_dione/500](http://dx.doi.org/10.26267/unipi_dione/500)
- Σταματάρου, Σ. (2022). Συγκριτική ανάλυση διεπιστημονικών προγραμμάτων σπουδών υπολογιστικής σκέψης και STEAM για την προσχολική εκπαίδευση και τις πρώτες τάξεις του δημοτικού. <http://hdl.handle.net/11610/23593>
- Τρομπούκη, Α. (2019). Η εκπαιδευτική ρομποτική ως παράγοντας μεταβολής των στάσεων των μαθητών απέναντι στις επιστήμες STEM: εκτιμήσεις γονέων. <http://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/23259>
- Anugerahwati, M. (2019). Integrating the 6cs of the 21st century education into the english lesson and the school literacy movement in secondary schools. *KnE Social Sciences*, 165-171 <https://doi.org/10.18502/kss.v3i10.3898>.
- Beraza, I., Pina, A., & Demo, B. (2010). Soft & Hard ideas to improve interaction with robots for Kids & Teachers. *Proceedings of SIMPAR*, 549-557.

# STEM Εκπαίδευση στο Πλαίσιο των Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων “IDENTITIES”, “STEM-DIGITALIS” & “DIGITAL STEM LABS”

Καπελώνης Νικόλαος<sup>1</sup>, Νιυράκης Αργύρης<sup>2</sup>, Σταύρου Δημήτρης<sup>3</sup>

kapelonis@uoc.gr, agniyrakis@edc.uoc.gr, dstavrou@uoc.gr

<sup>1</sup>Υποψήφιος Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης

<sup>2</sup>Υποψήφιος Διδάκτορας, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης

<sup>3</sup>Καθηγητής, ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Κρήτης

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τρία ερευνητικά προγράμματα που υλοποιούνται στο πλαίσιο Erasmus+ KA2 για σύμπραξη ακαδημαϊκών ιδρυμάτων, καθώς και σύμπραξη με σχολεία για την Εκπαίδευση STEM. Κοινός τόπος των τριών προγραμμάτων είναι η εκπαίδευση μελλοντικών ή και εν ενεργεία εκπαιδευτικών στη διεπιστημονική STEM Εκπαίδευση, κάνοντας ουσιαστική χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών. Αναλυτικότερα, παρουσιάζεται:

α) Το πρόγραμμα IDENTITIES, μια σύμπραξη 5 ακαδημαϊκών ιδρυμάτων για τον σχεδιασμό, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση διεπιστημονικών STEM διδακτικών εννοιών για μελλοντικούς εκπαιδευτικούς θετικών επιστημών.

β) Το πρόγραμμα STEM DIGITALIS, μια σύμπραξη 5 ακαδημαϊκών ιδρυμάτων για την παραγωγή ψηφιακού STEM διδακτικού υλικού σε σύγχρονα επιστημονικά θέματα για εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε εξ αποστάσεως και μικτής μάθησης περιβάλλοντα.

γ) Το πρόγραμμα DIGITAL STEM LABS, μια σύμπραξη τριών ακαδημαϊκών ιδρυμάτων και τριών σχολείων για την εκπαίδευση εν ενεργεία εκπαιδευτικών στη STEM Εκπαίδευση με τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών.

Αποτελέσματα από την ανάπτυξη και την εφαρμογή διδακτικού υλικού στο πλαίσιο των τριών προγραμμάτων μέσα από το ομαδοσυνεργαστικό πλαίσιο των ερευνητών από τα συμμετέχοντα ιδρύματα συνεισφέρουν σε κατευθυντήριες γραμμές για τον σχεδιασμό και εφαρμογή STEM εννοιών, καθώς και την αποδοτική ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών στη STEM Εκπαίδευση.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** STEM Εκπαίδευση, Διεπιστημονικότητα, Τριτοβάθμια Εκπαίδευση

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Συστάσεις και κατευθυντήριες γραμμές, όπως αυτές αποτυπώνονται στους οδηγούς εκπαιδευτικών προγραμμάτων προτείνουν την Εκπαίδευση STEM ως μια καινοτόμο και καρποφόρα εκπαιδευτική προσέγγιση (NRC 2014). Ο όρος STEM χρησιμοποιείται συχνά ως κάτι που μπορεί να εκφράζει ‘αυτόνομα επιστημονικά πεδία (disciplines) (S-T-E-M), ένα αυτόνομο μάθημα/σειρά μαθημάτων/δραστηριότητες που εμπλέκουν κάποιο από τα τέσσερα επιστημονικά πεδία ή ένα μάθημα/ενοποιημένο πρόγραμμα/μελέτη’ (California Dept. of Education 2014). Η γενικότητα και η ασάφεια στη χρήση του όρου συχνά οδηγεί την επιστημονική κοινότητα σε σύγχυση, η οποία συχνά καταλήγει να χρησιμοποιεί το STEM ως απλό «slogan», κάτι που εντείνει τις επικρίσεις προς την τάση αυτή (Bybee 2013). Συνεπώς, στην παρούσα έρευνα, η Εκπαίδευση STEM ορίζεται ως ‘μια διδακτική προσέγγιση που διασυνδέει (integrates) γνώσεις και δεξιότητες από τα πεδία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), Τεχνολογίας, Μηχανικής (Engineering) & Μαθηματικών’ (Martín-Páez et al. 2019).

Η λογική πίσω από μια τέτοια διδακτική προσέγγιση στηρίζεται στο ότι τα προβλήματα και τα φαινόμενα που οι μαθητές συναντούν στην καθημερινότητά τους (real-world) είθισται να σχετίζονται με πολλά επιστημονικά πεδία (disciplines), ενώ το ίδιο συμβαίνει με τη βασική επιστημονική έρευνα, τη βιομηχανία και την παροχή υπηρεσιών (NRC 2014). Συνεπώς, η Εκπαίδευση STEM δύναται να προετοιμάσει τους μαθητές να ανταποκριθούν στη σύγχρονη πραγματικότητα, καθώς και να τους κινητοποιήσει στο να επιλέξουν STEM καριέρες (Baier et al. 2018). Παρόλα’ αυτά, οι λόγοι ύπαρξης της Εκπαίδευσης STEM επεκτείνονται πέρα από τα παραπάνω. Συγκεκριμένα, η Εκπαίδευση STEM δύναται να επιφέρει βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα (Martín-Páez et al. 2019, NRC 2014), καθώς δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να αντιληφθούν τη διασύνδεση και τη σχέση των εννοιών με άλλες έννοιες ή με γενικότερα θέματα (Kähkönen et al. 2016). Επίσης, μέσω της Εκπαίδευσης

STEM, οι μαθητές καλούνται εκτός από γνώσεις να αναπτύξουν και δεξιότητες, όπως π.χ. σε θέματα λήψης αποφάσεων που σχετίζονται με την κοινωνία ως επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματοι πολίτες (NRC 2014).

Συνεπώς, υπάρχει ανάγκη προετοιμασίας της μελλοντικής γενιάς εκπαιδευτικών στη διδασκαλία STEM, έτσι ώστε να αποτελέσουν μελλοντικοί αρωγοί της εκπαιδευτικής αλλαγής για τους μελλοντικούς μαθητές. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί έτσι ώστε η εκπαίδευση αυτή των μελλοντικών εκπαιδευτικών να ακολουθήσει ενημερωμένες αντιλήψεις για τη διασύνδεση των πεδίων. Συγκεκριμένα, η παρούσα εργασία ακολουθεί τις αρχές της διεπιστημονικότητας (interdisciplinarity) (Klein 2017), αποφεύγοντας τις παρακάτω παρερμηνείες:

α) μη-επιστημονικές (a-disciplinary) προσεγγίσεις όπου αγνοείται η επιστημολογική γνώση του τι περιεχόμενο, μέθοδοι, πρακτικές κ.ο.κ. συνιστούν ένα επιστημονικό πεδίο, και

β) εργαλειακή χρήση εννοιών και μεθόδων από ένα επιστημονικό πεδίο προκειμένου απλά και μόνο να επιλυθεί ένα πρόβλημα από ένα άλλο πεδίο ([www.identitiesproject.eu](http://www.identitiesproject.eu)).

Εν αντιθέσει, χρησιμοποιείται μια διεπιστημονική προσέγγιση, όπου επιχειρείται 'διασύνδεση γνώσεων και τρόπου σκέψης από δύο ή παραπάνω επιστημονικά πεδία ή περιοχές εξειδίκευσης έτσι ώστε να παραχθεί μια γνωσιακή πρόοδος η οποία δεν θα μπορούσε ή θα ήταν δύσκολο να αναπτυχθεί μέσα από μονοεπιστημονικές προσεγγίσεις' (Crujeiras-Pérez & Jiménez-Aleixandre 2019).

Ταυτόχρονα, για την STEM εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών, υπάρχει ανάγκη ανάπτυξης STEM διδακτικών ενοτήτων, οι οποίες αφενός θα άπτονται σύγχρονων θεμάτων έρευνας και θα είναι σύνθετα έτσι ώστε να συνιστώνται για STEM διδακτικές προσεγγίσεις, και αφετέρου ενοτήτων οι οποίες να σχετίζονται επίσης με θέματα που είθισται να διδάσκονται στα υπάρχοντα αναλυτικά προγράμματα.

Επιπλέον στόχο αποτελεί η ψηφιοποίηση του STEM διδακτικού υλικού και η ουσιαστική ενσωμάτωση της Τεχνολογίας, έτσι ώστε να αξιοποιούνται οι δυνατότητες που προσφέρει η Τεχνολογία, και ταυτόχρονα να μπορέσει το διδακτικό υλικό να χρησιμοποιηθεί αποδοτικά για εξ αποστάσεως και μικτή μάθηση (blended learning) (Margulieux et al. 2016). Παράλληλα, υπάρχει ανάγκη καλλιέργειας γνώσεων, δεξιοτήτων και θετικών στάσεων στους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς έτσι ώστε να μπορέσουν να αξιοποιήσουν ουσιαστικά τα τεχνολογικά μέσα, παρά τις δυσκολίες και την εργαλειακή χρήση της Τεχνολογίας που είθισται να κάνουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί (Nirygakis & Stavrou 2022).

Τέλος, υπάρχει ανάγκη η έρευνα για τη STEM Εκπαίδευση που επιτελείται στα ακαδημαϊκά ιδρύματα να συνεργαστεί με εκπαιδευτικούς και εκπαιδευτικούς φορείς, έτσι ώστε να συνδιαμορφωθούν συστάσεις και κατευθυντήριες γραμμές για την ουσιαστική καρποφόρηση της STEM Εκπαίδευσης στη σχολική πρακτική.

Υπό το πρίσμα των παραπάνω, η παρούσα εργασία παρουσιάζει το διδακτικό υλικό και την εφαρμογή του σε μελλοντικούς ή/και εν ενεργεία εκπαιδευτικούς για STEM Εκπαίδευση. Το διδακτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια τριών ευρωπαϊκών προγραμμάτων Erasmus+ KA2, (IDENTITIES, STEM DIGITALIS & DIGITAL STEM LABS) και που είναι σε εξέλιξη. Το Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης έχει σχέση είτε ως συμμετέχων (IDENTITIES & DIGITAL STEM LABS) είτε ως συντονιστής προγράμματος (STEM DIGITALIS). Πιο αναλυτικά παρουσιάζονται:

α) το πρόγραμμα IDENTITIES (<https://www.identitiesproject.eu>), που επιχειρείται ο σχεδιασμός, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση STEM διδακτικών ενοτήτων σε σύγχρονα θέματα και θέματα που ήδη υπάρχουν στα αναλυτικά προγράμματα για την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών θετικών επιστημών.

β) το πρόγραμμα STEM DIGITALIS (<https://stemdigitalis-project.eu>) που αποσκοπεί στη ψηφιοποίηση STEM διδακτικού υλικού σε σύγχρονα επιστημονικά θέματα για χρήση σε εξ αποστάσεως και μικτής μάθησης περιβάλλοντα μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

γ) το πρόγραμμα DIGITAL STEM LABS (<http://ptde.edc.uoc.gr/professor/digital-stem-lab-2020-1-tr01-ka226-sch-097611>), που στοχεύει στην εκπαίδευση εν ενεργεία εκπαιδευτικών στη STEM προσέγγιση και στη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών για STEM διδασκαλία με τη συνεργασία ακαδημαϊκών φορέων και σχολείων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Ταυτόχρονα με την παρουσίαση του διδακτικού υλικού που αναπτύχθηκε από τη ελληνική ομάδα, παρουσιάζονται τα πρώτα συμπεράσματα από την εφαρμογή του σε εν ενεργεία και μελλοντικούς

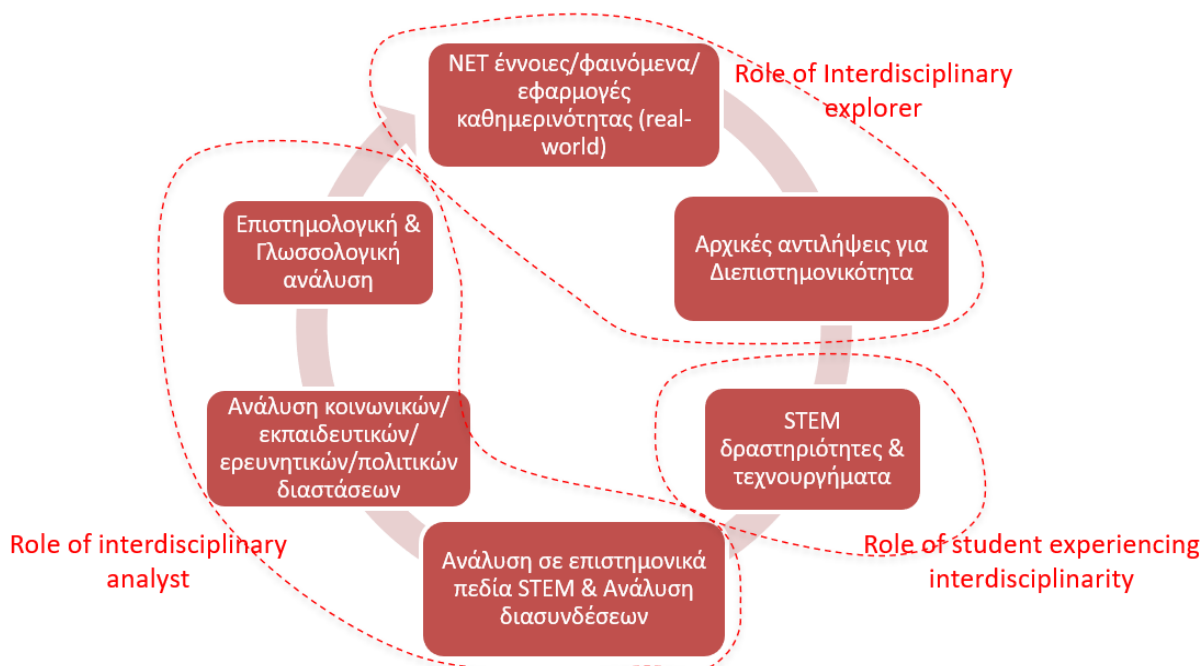
## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### α) Πρόγραμμα IDENTITIES

Το πρόγραμμα “IDENTITIES” αποτελεί μια σύμπραξη πέντε ακαδημαϊκών ιδρυμάτων από τέσσερις ευρωπαϊκές χώρες: Πανεπιστήμιο Μπολόνιας και Πανεπιστήμια Πάρμας (Ιταλία), Πανεπιστήμιο Μονπελιέ (Γαλλία), Πανεπιστήμιο Βαρκελώνης (Ισπανία) και Πανεπιστήμιο Κρήτης (Ελλάδα).

Στα πλαίσια του προγράμματος που στοχεύει στο σχεδιασμό καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων με επικέντρωση στην ανάδειξη διασυνοριακών αντικειμένων σε αντικείμενα σύγχρονης έρευνας όπως: α) Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας (NET), β) Μοντέλα COVID19, γ) Κλιματική Αλλαγή. Το Εργαστήριο Διδακτικής των Θετικών Επιστημών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης ανέπτυξε μία ενότητα στο διεπιστημονικό πεδίο της NET για φοιτητές/μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Στόχος της ενότητας είναι η εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών σε διασυνοριακά αντικείμενα πάνω σε θέματα Νανοτεχνολογίας - Νανοεπιστήμης ενώ βασίστηκε στα θεωρητικά πλαίσια των Klein (2010), για τον ορισμό της διεπιστημονικότητας, και Akkerman & Bakker (2011), για τα διασυνοριακά αντικείμενα. Έμφαση δόθηκε στην ανάδειξη των ιδιαιτεροτήτων και των ασυνεχειών μεταξύ των S-T-E-M πεδίων που εμπλέκονται, καθώς και των μορφών διασύνδεσής τους λαμβάνοντας υπόψη επιστημολογικούς, μεθοδολογικούς και γλωσσολογικούς παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα, η ενότητα σχεδιάστηκε με σκοπό την ανάδειξη τριών συγκεκριμένων διασυνοριακών αντικειμένων όπως: α) ο ρόλος των μοντέλων και των προσομοιώσεων (Modelling) (Develaki, 2020), β) τα όργανα και η οργανολογία (Instrumentation) (Stevens et al.,2009) και γ) ο βιομιμητισμός (Biomimicry) (Krohs, 2021) , και αποτελούνταν από τέσσερις υποενότητες, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1:

- Στην πρώτη υποενότητα οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί καλούνται να εκφράσουν τις απόψεις τους σχετικά με τη διεπιστημονικότητα των S-T-E-M πεδίων που εμπλέκονται σε NET εφαρμογές, λειτουργώντας ως ‘εξερευνητές’ (explorers) της Διεπιστημονικότητας.
- Στη δεύτερη υποενότητα οι φοιτητές εμπλέκονται ως εκπαιδευόμενοι (students) με εκπαιδευτικό υλικό που περιέχει διαδραστικές STEM δραστηριότητες σχετικές με τη NET.
- Στην τρίτη υποενότητα εντοπίζουν στις προηγούμενες δραστηριότητες τις διασυνδέσεις που επιτρέπουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πεδίων αυτών (analyst).
- Τέλος, στην τέταρτη υποενότητα το εκπαιδευτικό υλικό αναλύεται από επιστημολογική, μεθοδολογική και γλωσσολογική σκοπιά (analyst).



**Σχήμα 1:** Δομή της ενότητας της NET.

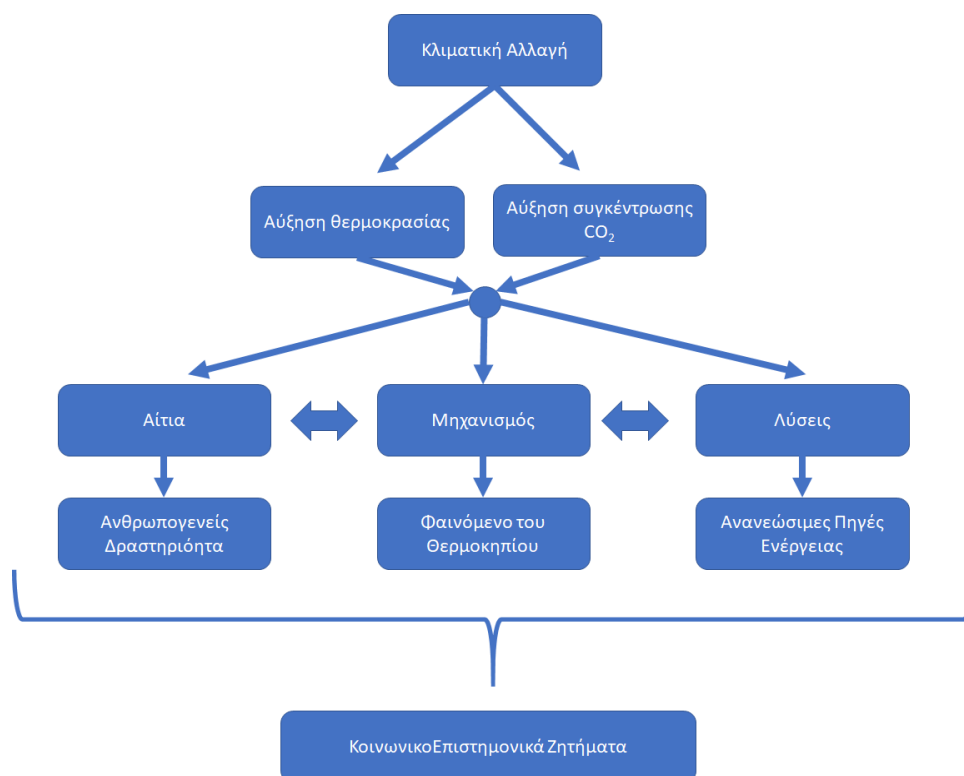
Η ενότητα αυτή εφαρμόστηκε στα πλαίσια ενός διεθνούς θερινού σχολείου (Ιούλιος 2021) διάρκειας μιας εβδομάδας με συμμετοχή 5 – 6 φοιτητών από κάθε Πανεπιστήμιο εταίρο του προγράμματος. Λόγω των περιορισμών COVID19, το θερινό σχολείο πραγματοποιήθηκε πλήρως εξ αποστάσεως. Συλλογή δεδομένων έγινε μέσω ερωτηματολογίου και ψηφιακή καταγραφή των συζητήσεων στις ομάδες εργασίας με επικέντρωση στις διεπιστημονικές διασυνδέσεις του διδακτικού υλικού που είχε αναπτυχθεί.

### β) Πρόγραμμα STEM-DIGITALIS

Το πρόγραμμα “STEM-DIGITALIS” αποτελεί μια σύμπραξη πέντε ακαδημαϊκών ιδρυμάτων από ισάριθμες ευρωπαϊκές χώρες: Πανεπιστήμιο Κρήτης (συντονιστής, Ελλάδα), Πανεπιστήμιο Αννοβέρου (Γερμανία), Πανεπιστήμιο Χρόνινγκεν (Ολλανδία), Πανεπιστήμιο Δουβλίνου (Ιρλανδία) και Πανεπιστήμιο Ταλίν (Εσθονία). Εστιάζει στην ψηφιοποίηση STEM δραστηριοτήτων για την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε σύγχρονα STEM αντικείμενα.

Στο πλαίσιο του προγράμματος αυτού η ελληνική ομάδα ανέπτυξε μια ενότητα που είχε σχέση με την Κλιματική Αλλαγή. Ο σχεδιασμός της ενότητας βασίστηκε στο Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης (Duit et al., 2012). Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, η ενότητα συγκροτείται από τρεις υποενότητες:

- α) Στην πρώτη υποενότητα αναπτύχθηκε διδακτικό υλικό που σχετίζεται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε σχέση με το χρόνο, της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα(CO<sub>2</sub>) σε σχέση με το χρόνο και τη μεταξύ τους σχέση.
- β) Η δεύτερη υποενότητα πραγματεύεται τα αίτια της Κλιματικής Αλλαγής, με επικέντρωση στις ανθρωπογενή δραστηριότητα. Στην ίδια υποενότητα, ως μια επιλογή των διαθέσιμων λύσεων για τον περιορισμό του φαινομένου, αξιοποιούνται διδακτικά ο τομέας των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.



**Σχήμα 2:** Δομή της ενότητας της Κλιματικής Αλλαγής.

- γ) Η τρίτη υποενότητα διαπραγματεύεται Κοινωνικοεπιστημονικά Ζητήματα (ΚΕΖ) που γείρονται από το φαινόμενο της Κλιματικής Αλλαγής. Ειδικότερα αφορά στις ποικίλες

οπτικές που μπορεί να υπάρχουν από διάφορα ενδιαφερόμενα μέρη, όπως μη κυβερνητικές οργανώσεις, επιστήμονες, επιχειρηματίες, πολίτες, κράτος κλπ.

Για την ψηφιοποίηση των παραπάνω υποενοτήτων αξιοποιήθηκαν διάφορα ψηφιακά εργαλεία και με ποικίλους τρόπους. Τα κυριότερα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν είναι:

- διαδραστικά βίντεο (H5P),
- διαδραστικές γραφικές παραστάσεις (πραγματικά δεδομένα, κώδικας html, chart.js),
- εφαρμογές σε κινητές συσκευές (App Inventor & ραδιοφάροι),
- παιχνιδοποίηση (Unity 3D) και
- Infographics.

Η ενότητα αυτή εφαρμόστηκε στα πλαίσια ενός διεθνούς θερινού σχολείου (Ιούλιος 2022) διάρκειας μιας εβδομάδας που πραγματοποιήθηκε δια ζώσης στο Πανεπιστήμιο Κρήτης με συμμετοχή 5 φοιτητών από κάθε Πανεπιστήμιο εταίρο του προγράμματος. Δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίου και ψηφιακής καταγραφής των συζητήσεων στις ομάδες εργασίας με επικέντρωση στην αποτελεσματικότητα χρήσης των ψηφιακών εργαλείων στη διδασκαλία STEM πεδίων.

### γ) Πρόγραμμα DIGITAL STEM LABS

Το πρόγραμμα DIGITAL STEM LABS αποτελεί μια συνεργασία μεταξύ τριών Πανεπιστημίων (Τουρκία, Ελλάδα, Ισπανία) και τριών σχολείων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Τουρκία, Ελλάδα, Λιθουανία) και στοχεύει στην ανάπτυξη ψηφιακών STEM περιβαλλόντων μάθησης και στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών για την αξιοποίησή τους. Για το σκοπό αυτό, το Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών του Παιδαγωγικό Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, διοργάνωσε εβδομαδιαία επιμόρφωση (Νοέμβριος 2021) εν ενεργεία εκπαιδευτικών στο οποίο συμμετείχαν 25 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί και πανεπιστημιακοί από σχολεία και Πανεπιστήμια, που ήταν εταίροι στο πρόγραμμα.

Στόχος των επιμορφώσεων ήταν να παρουσιαστούν διάφορες STEM δραστηριότητες κατάλληλες για διδασκαλία σε μη τυπικά περιβάλλοντα μάθησης, καθώς και μια προσέγγιση στον τομέα της Τέχνης (STEAM) με έμφαση στην έννοια της διεπιστημονικότητας.

Μετά την ολοκλήρωση της επιμόρφωσης, δόθηκε στους συμμετέχοντες ένα ερωτηματολόγιο, μέσα από το οποίο συλλέχθηκαν οι απόψεις τους τόσο για τις δραστηριότητες που έλαβαν χώρα κατά την επιμόρφωση, όσο και για την STEM προσέγγιση.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### α) Πρόγραμμα IDENTITIES

Από τη μέχρι τώρα ανάλυση διαφαίνεται ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί συζητώντας για ένα διασυνωριακό αντικείμενο αναγνωρίζουν την συμβολή του αντικειμένου αυτού στην αλληλεπίδραση μεταξύ των τεσσάρων S-T-E-M πεδίων. Εντοπίζουν στοιχεία της κοινής ταυτότητας των αντικειμένων αυτών στα επιστημονικά πεδία που αλληλεπιδρούν, αλλά και στοιχεία που εκφράζουν τις ιδιαιτερότητες αυτών των αντικειμένων στα πεδία αυτά. Επιπλέον, εμφανίζονται κάποια στοιχεία που δείχνουν ότι ορισμένα χαρακτηριστικά έχουν διαφορετική ερμηνεία ή προτεραιότητα για μελλοντικούς εκπαιδευτικούς με διαφορετικό υπόβαθρο.

### β) Πρόγραμμα STEM DIGITALIS

Καθώς το θερινό σχολείο πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2022, η ανάλυση των δεδομένων βρίσκεται σε αρχική φάση. Στο συνέδριο θα παρουσιαστούν κάποια πρώτα αποτελέσματα της ανάλυσης, τα οποία αναμένεται ότι θα συμβάλλουν στη βελτίωση των ψηφιακών δεξιοτήτων των μελλοντικών εκπαιδευτικών, αλλά και στην κατανόηση ενσωμάτωσης και αξιοποίησης των ψηφιακών τεχνολογιών κατά τη διδασκαλία STEM αντικειμένων από τους ίδιους.

### γ) Πρόγραμμα DIGITAL STEM LABS

Από την ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου διαπιστώνεται ότι οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί θεωρούν σημαντική την STEM προσέγγιση στα σχολεία, καθώς πιστεύουν ότι συμβάλλει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων (επίλυση προβλημάτων, επιστημονικές δεξιότητες κ.ά.) και στην επαφή με προβλήματα της καθημερινότητας. Επιπλέον, θεωρούν ότι ενισχύει το ενδιαφέρον των παιδιών απέναντι στην επιστήμη. Σχετικά με τις απόψεις τους για τις δραστηριότητες που έλαβαν χώρα κατά την επιμόρφωση, αυτό που φαίνεται να τους προκάλεσε το ενδιαφέρον ήταν η STEM προσέγγιση σε άτυπα περιβάλλοντα μάθησης, καθώς και η προσθήκη της διάστασης της τέχνης



(STEAM προσέγγιση). Τέλος, μέσα από το ερωτηματολόγιο αναδείχθηκαν όλοι οι περιορισμοί και οι προβληματισμοί των εν ενεργεία εκπαιδευτικών για την υιοθέτηση μιας τέτοιας προσέγγισης στην εκπαίδευση. Μερικά από τα στοιχεία που τόνισαν, ήταν η έλλειψη εξοπλισμού και υποδομών στα σχολεία, καθώς και η περιορισμένη επιμόρφωση που υπάρχει.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως προκύπτει από την εφαρμογή και τη μέχρι τώρα αξιολόγηση των παραπάνω τριών προγραμμάτων, η συνεργασία ερευνητών από ακαδημαϊκά ιδρύματα με διαφορετικά γνωστικά υπόβαθρα και διαφορετικά STEM πεδία, καθώς και με εν ενεργεία εκπαιδευτικούς της πράξης μπορεί να συνδράμει στην ανάπτυξη διεπιστημονικών STEM ενοτήτων που να αναδεικνύουν τη διασύνδεση μεταξύ των επιστημονικών πεδίων, καθώς και την πιο αποτελεσματική αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών. Επιπλέον, θεωρητικά πλαίσια από τη βιβλιογραφία (διασυνοριακά αντικείμενα, τυπολογίες διεπιστημονικότητας) μπορούν να λειτουργήσουν ως 'φακοί' ανάδειξης της διεπιστημονικότητας και να προσανατολίσουν ενημερωμένες επιμορφώσεις εκπαιδευτικών για τη STEM Εκπαίδευση.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of educational research*, 81(2), 32-169. <https://doi.org/10.3102/0034654311404435>
- Barquero, B., Bosch, M., & Romo, A. (2018). Mathematical modeling in teacher education: dealing with institutional constraints. *ZDM*, 50(1), 31-43. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0907-z>
- Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J. M. (2019) The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21465>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press. <https://doi.org/10.2505/9781936959259>
- California Department of Education. (2014). *Science, technology, engineering, & mathematics (STEM) information*. <http://www.cde.ca.gov/PD/ca/sc/stemintrod.asp>.
- Crujeiras-P., B. & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2019). Interdisciplinarity and argumentation in chemistry education. In S. Erduran (Ed.), *Argumentation in Chemistry Education: Research, Policy and Practice*, pp32-61. London: Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781788012645-00032>
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction—a Framework for Improving Teaching and Learning Science1. In *Science education research and practice in Europe* (pp. 13-37). Sense Publishers, Rotterdam. [https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2)
- Kähkönen, A. L., Laherto, A., Lindell, A., & Tala, S. (2016). Interdisciplinary Nature of Nanoscience: Implications for Education. In Winkelmann, K. & Bhushan, B. (Eds.), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 35-81). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2_2)
- Klein, J. T. (2017). Typologies of Interdisciplinarity. In Frodeman, R., Klein, J. T. and Pacheco, R. C. S. (Eds.), *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity, Second Edition*. (pp. 21-34). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198733522.013.3>
- Krohs, U. (2021). The epistemology of biomimetics: the role of models and of morphogenetic principles. *Perspectives on Science*, 29(5), 583-601.
- Margulieux, L. E., McCracken, W. M., & Catrambone, R. (2016). A taxonomy to define courses that mix face-to-face and online learning. *Educational Research Review*, 19, 104-118. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.07.001>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Nipyrakis, A., Stavrou, D. (2022). Integration of ICT in Science Education Laboratories by Primary Student Teachers. In: Papadakis, S., Kalogiannakis, M. (eds) *STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education*. Lecture Notes in Educational Technology. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1_4)
- National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda*

*for research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>

# Η Δημιουργική Επίλυση του Προβλήματος μέσα από STEAM Δραστηριότητες

**Κωνσταντινίδου Μαρίνα<sup>1</sup>, Κώτσης Κωνσταντίνος<sup>2</sup>**

[Konstantinidou.marina1@gmail.com](mailto:Konstantinidou.marina1@gmail.com), [kkotsis@uoi.gr](mailto:kkotsis@uoi.gr)

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός ΠΕ87.09, ΠΕ70, MsC, 1<sup>ο</sup> ΕΠΑΛ Ρεθύμνου

<sup>2</sup>Καθηγητής, τμήμα ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι Steam δραστηριότητες χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στην τυπική και μη τυπική εκπαίδευση. Επίσης υπάρχουν, πλέον, αρκετές μελέτες που συζητάνε τα οφέλη τους στους μαθητές και το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο. Η παρούσα μελέτη αποτελεί ένα μέρος μιας ευρύτερης έρευνας για τη δημιουργικότητα των παιδιών και το πώς αναπτύσσεται/εκδηλώνεται μέσα από τις STEAM δραστηριότητες. Πρόκειται για μια ποιοτική έρευνα, και πιο συγκεκριμένα αφορά μελέτη περίπτωσης που πραγματοποιήθηκε στον οργανισμό STEM Education στο παράρτημα της Θεσσαλονίκης. Η διάρκεια της έρευνας ήταν τρεις μήνες και τα τμήματα των παιδιών ήταν πρώτες τάξεις του δημοτικού Α-Β και Γ. Η μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε ήταν η παρατήρηση ανοιχτών και κλειστών μαθημάτων Steam και το εργαλείο ανάλυσης των δεδομένων ήταν το Atlas. Γενικότερα, μέσα από την έρευνα είδαμε το πώς τα παιδιά εργάζονται σε ομαδικό επίπεδο, ανταλλάσσουν ιδέες και αναδείχθηκε το ζήτημα της δημιουργικής σκέψης των παιδιών μέσα από τη δημιουργική επίλυση των προβλημάτων που προκύπτουν κατά τη διδασκαλία.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Δημιουργική επίλυση προβλήματος, Steam εκπαίδευση

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπαίδευση είναι σημαντική για τις αναπτυσσόμενες χώρες γιατί είναι ζωτικής σημασίας για την πρόοδο της χώρας. Στην εκπαίδευση έχουν αλλάξει πολλά πράγματα σήμερα σε σχέση με το παρελθόν. Η τεχνολογική κατάσταση της οικονομίας και της κοινωνίας, ευθύνονται εν μέρει για την αλλαγή στην εκπαίδευση. Το παλιό εκπαιδευτικό σύστημα δεν επαρκεί πλέον για να το υποστηρίξει τη νέα γενιά (Bureekhampun & Mungmee, 2020).

Μέσα από έρευνα των Bureekhampun & Mungmee, (2020) παρουσιάζεται μια νέα πολιτική της κυβέρνησης της Ταϊλάνδης που σχετίζεται με την οικονομική ανάπτυξη που χρησιμοποιήθηκε για τη βελτίωση καθώς και την προώθηση της οικονομίας και της καινοτομίας. Η πολιτική στόχευε στην προώθηση της ανάπτυξης πολλών πτυχών της χώρας και ως εκ τούτου και στην εκπαίδευση της Ταϊλάνδης στον 21ο αιώνα. Η εκπαίδευση επικεντρώνεται στη δημιουργία μαθησιακών δεξιοτήτων που θα βοηθήσουν τα παιδιά να είναι η δύναμη που θα επηρεάσει την ανάπτυξη της χώρας.

Τα παιδιά προσχολικής ηλικίας έχουν μια φυσική επιθυμία να εξερευνήσουν θέματα STEM. Σε αντίθεση με τη δημοφιλή πεποίθηση, τα παιδιά προσχολικής ηλικίας θέλουν να γνωρίζουν, να σκέφτονται και να δημιουργούν ιδέες για το πώς λειτουργεί ο φυσικός, κοινωνικός και βιολογικός κόσμος γύρω τους. Εξερευνούν, πειραματίζονται και εργάζονται με εργαλεία, λύνουν προβλήματα, συγκρίνουν πράγματα και ρωτούν για γεγονότα και κανόνες. Στην πραγματικότητα, τα παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι έτοιμα, πρόθυμα και ικανά να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες STEM παρά την αντίληψή μας ότι είναι ανίκανα.

Ως εκ τούτου, θα πρέπει να εισαχθούν στις έννοιες STEM από μικρή ηλικία. Τα μικρά παιδιά κάνουν συνδέσεις επιστήμης και μαθηματικών πειραματιζόμενοι και εξερευνώντας υλικά. Με αυτόν τον τρόπο, η εκπαίδευση STEM τους παρέχει ουσιαστική μάθηση για τη διαχείριση μελλοντικών μαθησιακών εμπειριών (Aktürk & Demircan, 2017).

Η διοργάνωση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων STEAM είναι σημαντικό να ενσωματώνουν γνώσεις σε διαφορετικούς τομείς. Είναι δύσκολο να δημιουργηθεί μια καινοτομία για μαθητές δημοτικού που χρησιμοποιεί πολλές δεξιότητες. Αυτό συμβαίνει γιατί τα εξάχρονα παιδιά διαφέρουν σε νοημοσύνη, δεξιότητες και συναισθήματα. Έλλειψη ενός συνόλου δραστηριοτήτων που επιτρέπουν στους μαθητές να μάθουν μαζί μέσω του παιχνιδιού και της συμμετοχής στη δημιουργική και καινοτόμο σκέψη, στην εξάσκηση των δεξιοτήτων σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων και ομαδικής εργασίας. Επομένως, υπάρχει ανάγκη να ενθαρρυνθεί η δημιουργία ενός συνόλου μαθησιακών

δραστηριοτήτων με την εφαρμογή εκπαίδευσης STEAM και να χρησιμοποιηθεί η εκπαίδευση STEAM για την αξιολόγηση της μαθησιακής τους επιτυχίας (Bureekhamrun & Mungmee, 2020).

Η μάθηση STEAM στο εκπαιδευτικό σύστημα έχει ως στόχο να ενσωματώσει τις γνώσεις, τις δεξιότητες, τις επιστημονικές μεθόδους, την τεχνολογία, τη μηχανική, τις τέχνες και τα μαθηματικά για την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για την επιστήμη και την έκφραση των γνώσεων μέσω μιας μορφή τέχνης που κάνει τη μάθηση πιο διασκεδαστική. Οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη φαντασία τους για να δημιουργήσουν νέα πράγματα, να μοιραστούν ιδέες και να συνεργαστούν ώστε να υποστηρίξουν τις δημιουργικές καινοτομίες κατασκεύασαν. Τα στάδια που ακολουθούνται κατά την εκπαίδευση STEAM είναι: (1) Παρουσίαση μιας κατάστασης ή ιστορίας που προκαλεί τους μαθητές για να επιλύσουν το πρόβλημα, (2) Οι μαθητές ξεκινούν τη διαδικασία σκέψης και αναπτύσσουν πολλούς τρόπους για να προβάλλουν τη δημιουργικότητά τους ενώ οι δάσκαλοι ενθαρρύνουν τους μαθητές να είναι ελεύθεροι με δημιουργική σκέψη κατά τη διαδικασία, και με απώτερο στόχο τη δημιουργία κάποιου προϊόντος (3) Η διαδικασία των μαθητών που εκφράζουν τα συναισθήματά τους, παρουσιάζοντας τους καρπούς της δουλειάς τους (Bureekhamrun & Mungmee, 2020).

### **Δημιουργικότητα ή Χαρισματικότητα;**

Τα τελευταία χρόνια, η έννοια της δημιουργικότητας έχει γίνει πολύ σημαντική. Για παράδειγμα, ένας μεγάλος όγκος βιβλιογραφίας σε θέματα διοίκησης έχει επικεντρωθεί όλο και περισσότερο στον τρόπο βελτίωσης της δημιουργικότητας στο χώρο εργασίας ως απάντηση στις μεταβαλλόμενες συνθήκες (Villalba, 2008).

Αρχικά θα πρέπει να κατανοήσουμε ότι η δημιουργικότητα και η χαρισματικότητα είναι συνυφασμένες έννοιες καθώς η δημιουργικότητα αποτελεί βασικό στοιχείο της χαρισματικότητας (Kaufman et al., 2012. Kettler & Bower, 2017).

Έχουν γίνει αρκετές μελέτες σε παγκόσμιο επίπεδο οι οποίες αφορούν τη χαρισμάτικη των παιδιών και έχουν δημιουργηθεί διάφορα μοντέλα για την κατανόηση της. Εμείς σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με κάποια από αυτά τα οποία μας βοηθούν να κατανοήσουμε τη σύνδεση μεταξύ της δημιουργικότητας και της χαρισματικότητας.

Ο Sternberg (2005) προσδιόρισε στη θεωρία του WICS (Wisdom, Intelligence, Creativity, Synthesized), συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που πρέπει να πληρούνται ώστε να αξιολογηθεί η δημιουργικότητα του ατόμου.

- 1) Επαναπροσδιορισμός προβλήματος
- 2) Αμφισβήτηση και ανάλυση των υποθέσεων
- 3) Συνειδητοποίηση ότι οι δημιουργικές ιδέες δεν «πωλούνται μόνες τους»
- 4) Αναγνώριση του ρόλου της γνώσης στη δημιουργική διαδικασία
- 5) Προθυμία/τάση να ξεπεράσει κανείς τα εμπόδια
- 6) Την προθυμία να πάρει ρίσκο
- 7) Δεκτικότητα στην αμφισημία
- 8) Αυτο-αποτελεσματικότητα
- 9) Εσωτερικά κίνητρα
- 10) Προθυμία/τάση καθυστέρησης της ικανοποίησης
- 11) Θάρρος (Τζάλλα, 2018).

### **Η επίλυση προβλημάτων μέσα από τις STEAM δραστηριότητες**

Η επίλυση προβλημάτων είναι μία διαδικασία πολύ σημαντική για τη ζωή μας, την οποία, μπορεί κάποιος να την εξασκήσει μέσω της παρατήρησης και ως εκ τούτου θα μπορούσαμε να πούμε ότι " η ικανότητα επίλυσης προβλήματος ορίζεται ως η ικανότητα που βελτιώνεται κάθε φορά που συναντάμε ένα πρόβλημα με αποτέλεσμα να αποκτούμε τα εφόδια ώστε να ξεπεραστεί ένα πρόβλημα ή ένα εμπόδιο". Είναι πολύ σημαντικό αυτή η ικανότητα να αναπτυχθεί σε μικρή ηλικία καθώς θεωρείται σημαντική κατά την ανάπτυξη των παιδιών. Πρακτικά αυτό σημαίνει, ότι τα παιδιά τα οποία μπορούν να επιλύσουν προβλήματα που συναντούν στη ζωή τους και στην καθημερινότητά τους είναι ικανά να προσαρμοστούν πιο εύκολα στο περιβάλλον και την κοινωνία. Η περιέργεια είναι ένα έμφυτο ταλέντο που έχουν τα παιδιά από τη μικρή ηλικία κατά την οποία αρχίζουν να αναρωτιούνται να παρατηρούν να ερευνούν να εκτιμούν και να αναζητούν μία λύση δηλαδή σαν επιστήμονες. Για αυτό είναι σημαντικό να διατηρήσουμε ζωντανή την περιέργεια αυτή των μικρών

παιδιών ώστε να τους προσφέρει ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών ευκαιριών.

Η μεθοδολογία STEAM είναι ένα σημαντικό εργαλείο ώστε οι μαθητές να βελτιώσουν την κριτική και αναλυτική του σκέψη καθώς και τις δεξιότητες επικοινωνίας με τους συνομηλίκους τους με απώτερο σκοπό να επιλύσουν τα προβλήματα.

Διαφαίνεται ότι τα στοιχεία της εκπαίδευσης STEAM ακολουθούν τη φυσική διαδικασία μάθησης των παιδιών (ερωτήματα, εξερεύνηση, πειραματισμός, επίλυση προβλημάτων) και για αυτό θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα παιδιά μέσω της εκπαίδευσης μαθαίνουν από μόνα τους.

Παράλληλα, έχει διαπιστωθεί και η διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού που χρησιμοποιεί η μεθοδολογία STEAM ότι έχει κοινά στοιχεία με τα στάδια επίλυσης προβλημάτων. Για να γίνει αυτό είναι σημαντικό να συνδυαστούν όλοι οι κλάδοι της εκπαίδευσης STEAM. Χρησιμοποιώντας τη διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού θα μπορούν τα παιδιά να επιλύσουν τα προβλήματα της καθημερινής τους ζωής (Beyza A. M. & Remziye C., 2021). Στον πίνακα 1 αναφέρονται οι λύσεις των προβλημάτων και τα βήματα της διαδικασίας του μηχανικού σχεδιασμού τα οποία φαίνεται να είναι παρόμοια (Beyza A. M. & Remziye C., 2021).

**Πίνακας 1.** Σύγκριση διαδικασίας μηχανικού σχεδιασμού και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Beyza A. M. & Remziye C., 2021).

Διαδικασία τεχνικού σχεδιασμού	Βήματα επίλυσης προβλημάτων
Προσδιορισμός της ανάγκης ή του προβλήματος	Αναγνώριση του προβλήματος που εξηγεί το πρόβλημα
Προσδιορισμός των αναγκών	Συλλογή πληροφοριών για το πρόβλημα
Δημιουργία πιθανών λύσεων	Προσδιορισμός των πιθανών λύσεων
Επιλογή της καλύτερης δυνατής λύσης	Εφαρμογή της καταλληλότερης λύσης
Κάνοντας ένα προσχέδιο	Δοκιμή και αξιολόγηση της λύσης
Αξιολόγηση της λύσης	
Υποβολή της λύσης	
Επανασχεδιασμός	
Λήψη απόφασης	

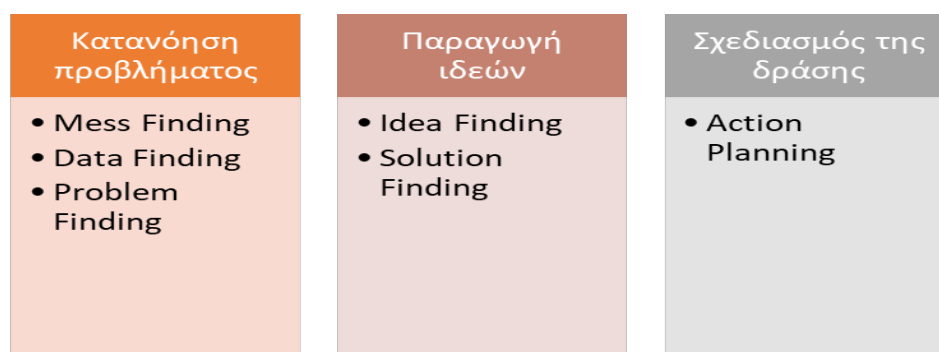
### Μοντέλο δημιουργικής επίλυσης του προβλήματος

Στην έννοια της δημιουργικής επίλυσης του προβλήματος σημαντικό ζήτημα είναι να προσδιοριστεί ο όρος "πρόβλημα". Σύμφωνα με τον Hermann (1995) «το πρόβλημα» αφορά μία κατάσταση η οποία πρέπει να αλλάξει να μπορεί να βελτιωθεί η να τροποποιηθεί ώστε να υπάρξει άλλος αξιολογικός χαρακτηρισμός. Αφορά κυρίως καταστάσεις της καθημερινής ζωής οι οποίες θα πρέπει να τροποποιηθούν για να μπορούν να εξυπηρετήσουν τους συγκεκριμένους διδακτικούς στόχους και σκοπούς. Η διαδικασία επίλυσης αναφέρετε στο δομημένο σενάριο ενός προβλήματος το οποίο επιλέγει ο εκπαιδευόμενος να επεξεργαστεί. Με αυτό τον τρόπο καταλήγουμε να έχουμε διαφορετικούς τρόπους επίλυσης από τους εκπαιδευόμενους για το ίδιο πρόβλημα. Για να θεωρήσουμε ότι έχουμε ένα πρόβλημα θα πρέπει να υπάρχουν τα παρακάτω στοιχεία: θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μία πρόκληση ώστε να έχει πολλές πιθανές λύσεις. Ο τρόπος με τον οποίον ο

εκπαιδευόμενος στο πρόβλημα δεν θα πρέπει να τον περιορίζει για να βρει την επίλυση του και θα πρέπει να σχετίζεται με πραγματικά γεγονότα, ακόμη και αν αυτά προσεγγίζονται με θεωρητικό τρόπο. Είναι πιθανό να έχει περισσότερα υπό ερωτήματα ώστε να βοηθάνε στην ανάλυση των παραμέτρων του. Τέλος, θεωρείται αναγκαίο να έχει νόημα για αυτόν που το επιλέγει ώστε να έχει και το κίνητρο για την επίλυση του.

### Τα στάδια της δημιουργικής επίλυσης προβλήματος

Παρακάτω θα αναλύσουμε τα στάδια της δημιουργικής επίλυσης ενός προβλήματος σύμφωνα με τον Treffinger (1995) που έχει ως στόχο να βοηθήσει τον άνθρωπο να βρει λύσεις σε προβλήματα μέσω της δημιουργικής του σκέψης (Νεοφωτίστου, 2017).



Σχήμα 1: Τα Στάδια της δημιουργικής επίλυσης του προβλήματος.

Τα στάδια μπορούν να παραγγελθούν με οποιαδήποτε σειρά αρκεί να εξυπηρετούν μια συγκεκριμένη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων και με αυτόν τον τρόπο να καλύπτουν τις ανάγκες (Νεοφωτίστου, 2017).

### Ανάλυση μαθημάτων

Παρακάτω θα προσπαθήσουμε να αναδείξουμε τη δημιουργική επίλυση του προβλήματος στα ανοιχτά μαθήματα που παρακολουθήσαμε:

Πίνακας 3: Ανάλυση Μαθημάτων 2 & 3<sup>α</sup>

<b>Μάθημα</b>	2 & 3 (Μοχλός) Ημιδομημένο
<b>Τάξη</b>	Γ
<b>Πρόβλημα Ομάδα Α</b>	Ομάδα Α: Πώς θα κρατάμε το ψαλίδι; Πώς θα γίνει λειτουργικό;
<b>Παραγωγή Ιδεών</b>	Να βάλουμε μανιβέλα. Να δέσουμε μολύβια Να βάλουμε λάστιχα από ρόδες (σαμπρέλες) Να βάλουμε λάστιχα τροφίμων
<b>Σχέδιο Δράσης</b>	Καταλήγουν στην ιδέα με τα λαστιχάκια τροφίμων το οποίο τους φαίνεται πιο ιδανικό, και όντως λειτουργήσε.

Πίνακας 4: Ανάλυση Μαθημάτων 2 & 3<sup>β</sup>

<b>Μάθημα</b>	2 & 3 (Μοχλός)	
<b>Τάξη</b>	Ημιδομημένο	
<b>Πρόβλημα</b> <b>Ομάδα Β</b>	Ομάδα Β: Πώς φτιάξουμε τη βαλίτσα;	Πώς θα γίνει πιο εμπορική η βαλίτσα;
<b>Παραγωγή Ιδεών</b>	Για να γίνει λειτουργική θέλει χερούλι, σώμα, ρόδες	Να βάλουμε χερούλι που ανοιγοκλείνει.
<b>Σχέδιο Δράσης</b>	Έβαλαν οδοντωτό χερούλι για να την κρατάνε καλύτερα Έβαλαν τακάκια για να μην γλιστράει Βάλανε και φερμουάρ για να γίνει πιο όμορφη	Βάζουν στην αρχή τουβλάκια όμως δεν μπορούν. Τους βοηθάει η Εκπαιδευτικός να δοκιμάσουν και άλλα πράγματα. Τελικά βάζουν δυο ξυλάκια.

**Πίνακας 4:** Ανάλυση Μαθημάτων 2 & 3<sup>α</sup>

<b>Μάθημα</b>	6 (Πύλη)	
<b>Τάξη</b>	Γ2	
<b>Πρόβλημα</b>	Δεν έφταναν τα κομμάτια για να φτιάξουν δυο πόρτες	Πώς θα ανοιγοκλείνει;
<b>Παραγωγή Ιδεών</b>	Να κάνουν πιο μικρές τις πόρτες. Να κάνουν μια πόρτα	Να βάλουμε πολλά γρανάζια και να κουνάει το ένα το άλλο Με τροχαλία και σκοινί
<b>Σχέδιο Δράσης</b>	.Πάλι δεν έφταναν τα τουβλάκια για δύο όμοιες μικρές πόρτες και για αυτό έκαναν μια.	Δοκίμασαν πρώτα την τροχαλία και εφόσον λειτούργησε, παρέμειναν σε εκείνη την ιδέα.

**Πίνακας 5:** Ανάλυση Μαθήματος 7

<b>Μάθημα</b>	7 (Πισίνα-Νεροτσουλήθρα)	
<b>Τάξη</b>	Γ2	
<b>Πρόβλημα</b>	Πώς θα εντάξουν τον κοχλία του Αρχιμήδη στην κατασκευή τους;	Πώς θα βάλουμε μια καινοτομία στην κατασκευή; (Το έθεσε η εκπαιδευτικός)
<b>Παραγωγή Ιδεών</b>	Να κάνουμε τη νεροτσουλήθρα στριφογυριστή.	Εφόσον δεν είχαν βρει τρόπο να ανεβαίνουν οι ήρωες τους,

		αποφάσισαν να την κάνουμε προσβάσιμη για όλους
<b>Σχέδιο Δράσης</b>	.Δυστυχώς δεν κατάφεραν να κάνουν τη νεροτσουλήθρα στριφογυριστή και για αυτό επέλεξαν να εντάξουν τον Κοχλία του Αρχιμήδη στον βατήρα.	Βάλανε τους ήρωες σε σαμπρέλες (ως σωσίβια) τα οποία έδεσαν με ένα σχοινί στη μανιβέλα ώστε να τους τραβάνε επάνω στην αφετηρία της τσουλήθρας.

**Πίνακας 6:** Ανάλυση Μαθήματος 8α

<b>Μάθημα</b>	8 (Δορυφόρος)	
<b>Τάξη</b>	Γ	
<b>Πρόβλημα B ομάδα</b>	Πως θα κάνουν τα «φωτοβολταικά» (περύγια) του δορυφόρου να γυρνάν; Με ποια απλή μηχανή;	Πως θα γυρνάνε και τα δύο περύγια;
<b>Παραγωγή Ιδεών</b>	Με μία μανιβέλα και γρανάζια	Να βάλουμε δυο μανιβέλες
<b>Σχέδιο Δράσης</b>	.Μετά από δοκιμή είναι λειτουργικό μόνο το ένα	Δυστυχώς δεν υπάρχουν δυο μανιβέλες στο κουτί των παιδιών και τα παιδιά χρειάζεται να προσαρμοστούν στη νέα συνθήκη και να κατασκευάσουν μία μανιβέλα

**Πίνακας 7:** Ανάλυση Μαθήματος 8β

<b>Μάθημα</b>	8 (Δορυφόρος)	
<b>Τάξη</b>	Γ	
<b>Πρόβλημα A ομάδα</b>	Τα «φωτοβολταικά» δε γυρνάνε. Πέφτουν.	
<b>Παραγωγή Ιδεών</b>	Να μεγαλώσουμε το σώμα του δορυφόρου γιατί είναι βαριά Να τα μικρύνουμε	
<b>Σχέδιο Δράσης</b>	Δεν υπήρχαν επαρκή κομμάτια για να μεγαλώσουν το σώμα του δορυφόρου και έτσι κατέληξαν στο να μικρύνουν τα φωτοβολταικά (περύγια), το οποίο και δούλεψε.	

**Πίνακας 7:** Ανάλυση Μαθήματος 9

<b>Μάθημα</b>	9	
<b>Τάξη</b>	Γ	
<b>Πρόβλημα A ομάδα</b>	Πως θα κάνουν το ασανσέρ να ανεβοκατεβαίνει;	
<b>Παραγωγή Ιδεών</b>	Δυσκολεύτηκαν και περιορίστηκαν σε ιδέες όπως γρανάζια κα τροχαλία	
<b>Σχέδιο Δράσης</b>	.Αφού δοκίμασαν και τα δύο γιατί δεν μπορούσαν να αποφασίσουν είδαν ότι η τροχαλία με ένα σκοινάκι δούλεψε και έτσι το ασανσέρ ανεβοκατέβαινε	



## Συμπεράσματα

Μέσα από την παραπάνω ανάλυση των ανοιχτών μαθημάτων που παρακολουθήσαμε διαπιστώνουμε ότι τα παιδιά τα οποία ασχολούνται με τις steam δραστηριότητες, έρχονται αντιμέτωπα με προβλήματα τα οποία πρέπει να λύσουν για να προχωρήσουν τη διαδικασία. Παράλληλα όμως διακρίναμε ότι τα παιδιά είχαν δημιουργικές ιδέες τις οποίες πρέπει να εφαρμόσουν/δοκιμάσουν να δουν εάν βοηθούν στην επίλυση του προβλήματος και έπειτα να τις υιοθετήσουν.

Μέσα από την παρατήρηση, διαπιστώσαμε ότι οι μαθητές προσπαθούσαν να κάνουν την κατασκευή τους χρήσιμη και καινοτόμα ή αλλιώς «εμπορική» γεγονός που αποδεικνύει την δημιουργικότητα τους.

Η δημιουργική επίλυση του προβλήματος είναι μια ικανότητα του ανθρώπου η οποία εξελίσσεται με την εξάσκηση και είναι χρήσιμη για τη μετέπειτα πορεία του ανθρώπου, ο οποίος αντιμετωπίζει σε καθημερινή βάση προβλήματα.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Aktürk, A., A. & Demircan, O., H. (2017). A Review of Studies on STEM and STEAM Education in Early Childhood. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*.18 (2), 757-776.
- Beyza A. M. & Remziye C. (2021). The effects of STEM activities on the problem-solving skills of 6-year-old preschool children. *European Early Childhood Education Research Journal*. 1-14.
- Bureekhampun, S. & Mungmee, T. (2020). STEAM education for preschool students: Patterns, activity designs and effects. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1201-1212
- Kaufman, J. C., Plucker, J. A., & Russell, C. M. (2012). Identifying and Assessing Creativity as a Component of Giftedness. *Journal of Psychoeducational Assessment* <http://doi.org/10.1177/0734282911428196>
- Kettler, T. & Bower, J. (2017). Measuring Creative Capacity in Gifted Students: Comparing Teacher Ratings and Student Products. *Gifted Child Quarterly (GCQ)* 6 (4). 290-299. <https://doi.org/10.1177/0016986217722617>
- Villalba, E. (2008). On Creativity Towards an Understanding of Creativity and its Measurements <http://doi.org/10.2788/>
- Νεοφωτίστου, Ε. (2017). *Διερευνώντας τη δυναμική της μεθοδολογίας STEAM στην ανάπτυξη της δημιουργικότητας, μέσα από την επίλυση προβλήματος*. Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Πειραιάς.
- Τζάλλα, Α. (2018). *Διαστάσεις της χαρισματικότητας και της δημιουργικότητας*. Μεταπτυχιακή εργασία. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Ιωάννινα.

# STEAM, το «Α» μεταξύ του «Ε» και του «Μ» - Kandinsky: Η Μουσική των Σχημάτων και ο Ήχος των Χρωμάτων

**Θεοδωρακοπούλου Ευσταθία**

[efitheodora@gmail.com](mailto:efitheodora@gmail.com)

Μαθηματικός, 2<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Γέρακα, Πρότυπο Γυμνάσιο Αναβρύτων

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το διαθεματικό project που παρουσιάζεται παρακάτω, αποτελεί μία καινοτόμα πρόταση για ένα δημιουργικό τρόπο διδασκαλίας επιστημονικών θεμάτων στη Β/θμια εκπαίδευση.

Το εκπαιδευτικό σενάριο, βασίστηκε στο πλαίσιο της επιμόρφωσης Β' επιπέδου των Τ.Π.Ε., αλλά εμπνεύστηκε από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα «Erasmus+KA227-Στρατηγικές Σύμπραξης στη Σχολική Εκπαίδευση, Creative STEAM project, Increase of the secondary school student's interest to STEAM through theatre», στόχος του οποίου είναι να προσελκύσει περισσότερο τους μαθητές στα μαθήματα των θετικών επιστημών, παντρεύοντας την Τέχνη με την Επιστήμη. Και λέγοντας Τέχνη εννοούμε οποιαδήποτε μορφή με την οποία αυτή μπορεί να εκφραστεί, από πίνακα ζωγραφικής, φωτογραφία, βίντεο, μουσική, animation, θέατρο, γλυπτική έως διάφορες κατασκευές. Στο συγκεκριμένο διδακτικό σενάριο γίνεται μια εισαγωγή στα γεωμετρικά σχήματα της Ευκλείδειας Γεωμετρίας, μέσα από τον εμπνευστή της αφηρημένης τέχνης, Καντίνσκυ, προσπαθώντας μέσα από τα μάτια του να ακούσουμε τη μουσική που ο ίδιος άκουγε όταν ζωγράφιζε τους πίνακές του. Οι μαθητές μέσα από βίντεο και εικόνες, γνώρισαν το βίο, το έργο και την τεχνοτροπία του μεγάλου ζωγράφου, αναγνώρισαν τα γεωμετρικά σχήματα μέσα στους πίνακές του και κατόπιν έβγαλαν τα σχήματα αυτά από τις δύο διαστάσεις τους και τα αναπαρήγαγαν στο χώρο τρισδιάστατα.

Η όλη διαδικασία, ο καινοτόμος τρόπος εμπλοκής των μαθητών στο μάθημα και η διαφορετική προσέγγιση της ενότητας, προσέλυσε το ενδιαφέρον όλων των μαθητών της τάξης, ακόμα και των πιο ακαδημαϊκά αδυνάτων, και άφησε θετικό αποτύπωμα, βελτιώνοντας παράλληλα τις στάσεις και τις πεποιθήσεις που είχαν οι μαθητές για τα Μαθηματικά.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Καντίνσκυ, αφηρημένη τέχνη, επίπεδα γεωμετρικά σχήματα

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρουσίαση του εκπαιδευτικού σεναρίου που ακολουθεί, πραγματοποιήθηκε με την υποστήριξη του ΙΚΥ, την Πέμπτη 2 Δεκεμβρίου 2021, στο πλαίσιο της τρίτης ημέρας της δεύτερης διακρατικής συνάντησης εταίρων στην Αθήνα του ευρωπαϊκού προγράμματος ERASMUS+ KA227 "Creative STEAM" ( <https://stemproject.eu/> ) στο 2<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Γέρακα, με την παρουσία των εταίρων μας: του συντονιστή μας, τον κ. Καμτσή Ν. από το «Κέντρο Σπουδών Λαϊκού Θεάτρου, "Τόπος Αλλού"», την «Action Synergy», τους καθηγητές από Πανεπιστήμιο της Girona και τους εκπαιδευτικούς από σχολεία της Girona της Ισπανίας, τον εκπρόσωπο από τη «Mobilizing expertise» από την Σουηδία και τους καθηγητές από τη Σουηδία, το «CEIPES» και τους καθηγητές από την Ιταλία.

Το STEAM είναι μια εκπαιδευτική προσέγγιση της μάθησης που χρησιμοποιεί την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική, τις τέχνες και τα μαθηματικά ως μοχλούς για να καθοδηγήσουν τους μαθητές στην έρευνα, τον διάλογο και την κριτική σκέψη, ένας στόχος ιδιαίτερα σημαντικός στην εκπαιδευτική διαδικασία. Είναι ένας τρόπος να διδαχθούν οι μαθητές πώς όλα σχετίζονται μεταξύ τους, στο σχολείο και στη ζωή. Είναι σαφώς πιο διασκεδαστικό από τις παραδοσιακές μορφές μάθησης και δίνει μεγαλύτερη σημασία σε όλους τους τύπους μαθητών, διότι βασίζεται στους φυσικούς τρόπους με τους οποίους οι άνθρωποι μαθαίνουν και ενδιαφέρονται για τα πράγματα. Δεν είναι απλά μια «προσθήκη» ή μια «προέκταση» του STEM. Είναι μια διεπιστημονική μεθοδολογία μάθησης που παρέχει έναν τρόπο διδασκαλίας με θεματολογία από την πραγματική ζωή. Πιο συγκεκριμένα επιδιώκει να κάνει πιο ελκυστικά τα μαθήματα θετικών επιστημών στους μαθητές και να βελτιώσει τις βασικές δεξιότητές τους σ' αυτά. Οι τομείς στους οποίους επιδρά μια τέτοια διαδικασία είναι πολλοί και απαραίτητοι για την ολοκληρωμένη ανάπτυξη του νέου ανθρώπου. Η μάθηση γίνεται γνώση και εμπειρία και ο ρόλος του σχολείου ξεφεύγει από την εξειδίκευση και την κατάρτιση, καλλιεργεί σε βάθος και προσφέρει παιδεία με όλη τη σημασία της λέξης. Μέσα από αυτή την τεχνοτροπία αναδεικνύεται ο σημαντικός ρόλος που παίζει το «Α» ανάμεσα στο «Ε» και στο «Μ»,

του «STEAM» (Καμτσής, 2021).

Είναι πολλαπλώς διαπιστωμένο ότι οι τέχνες αξιοποιούν και διευρύνουν τη φαντασία, την εφευρετικότητα, τη δημιουργικότητα και την αντίληψη των μαθητών, καλλιεργούν τη γλωσσική επικοινωνία και ανάπτυξη και βοηθούν στην απόκτηση νέων γνώσεων (Γεωργαντά, 2015). Οι μαθητές μέσα από τη συνεργασία καλλιεργούν κοινωνικές δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας. Έρευνες έχουν καταδείξει τη συμβολή των τεχνών στην απόκτηση θετικής στάσης των μαθητών προς το σχολείο. Όταν μάλιστα αξιοποιούνται μέσα στα πλαίσια διαθεματικών σχεδίων, συμβάλλουν στην προσφορά υψηλής ποιότητας μάθησης (Bamford, 2006) και μάλιστα δημιουργικής καθώς η γνώση που επιτυγχάνεται είναι ολόπλευρη και σφαιρική (αισθητική, δημιουργική, γνωστική, νοητική, συναισθηματική, κοινωνική). Έτσι, οι μαθητές αναπτύσσουν την προσωπικότητά τους και αποδίδουν νόημα στον κόσμο γύρω τους (Βάος, 2008).

Η αρχή στην οποία βασίζεται αυτή η μελέτη και οι προτάσεις που γίνονται, βασίζονται στο ότι η πραγματική, πρωτοποριακή και εμπνευσμένη επιστημονική έρευνα, στην πρωτογενή της μορφή είναι τέχνη. Ο πρωτοπόρος επιστήμονας χρησιμοποιεί κατά κόρον την φαντασία του και την έμπνευση του για να μπορέσει να μπει σε «οικόπεδα» που δεν έχουν εξερευνηθεί και άρα είναι εντελώς άγνωστα. Κάνει υποθέσεις και οι υποθέσεις περιέχουν το υποθετικό επίρρημα ΕΑΝ. Το ΕΑΝ είναι η αρχή των πάντων στην τέχνη. Είναι η κινητήρια δύναμη που ενεργοποιεί την φαντασία. Η φαντασία έχει τη δική της λογική. Φαντασία και λογική συνεργάζονται και αναμιγνύονται με θαυμαστό και ιδανικό τρόπο, για να φτάσει ο επιστήμονας σε ένα συμπέρασμα που θα αποδειχτεί ή θα δεν θα αποδειχτεί με το επιστημονικό πείραμα (Καμτσής, 2021).

Ο John Dewey (1980) επισήμανε ότι η αισθητική εμπειρία που αποκτούμε με την επαφή με τις τέχνες, αποτελεί το κατεξοχήν μέσο για την ανάπτυξη της φαντασίας, την οποία θεωρεί θεμελιώδες στοιχείο της διεργασίας της μάθησης. Η γνώση που προσφέρει είναι ευρύτερη και βαθύτερη από τους συνήθεις τρόπους μάθησης και αποτελεί σημαντική πρόκληση για σκέψη. Η συμβολή όλων των μορφών Τέχνης είναι σημαντική για την προσωπική ανάπτυξη των ατόμων, τη διαμόρφωση αξιών και στάσεων, την απόκτηση πολυεπίπεδης γνώσης, διαπίστωση που έχει γίνει από τις αρχές κιόλας του 20ου αιώνα (Γεωργαντά, 2015).

Στην παρακολούθηση ενός έργου τέχνης (εικαστικού, θεατρικού, μουσικού κ.λπ.) δημιουργείται στον θεατή ένας «διάλογος» μέσα του, όπου οι εντυπώσεις από το έργο τέχνης, τα συναισθήματα που του δημιουργεί, οι εμπειρίες που ήδη έχει, οι μνήμες του ξυπνά συνομιλούν μεταξύ τους και επιστρατεύουν την κριτική του σκέψη. Με αυτόν τον τρόπο η τέχνη προχωρεί το άτομο ένα βήμα μπροστά και προάγει τον ανθρωπισμό και τα υψηλά ιδανικά του. Εισάγοντας την τέχνη στη διδασκαλία, κάνοντας το STEM → STEAM, επιδιώκονται τα ίδια ακριβώς πράγματα (Καμτσής, 2021).

Είναι λοιπόν φανερό ότι οι τέχνες αποτελούν σημαντικό κομμάτι της εκπαίδευσης λόγω της μεγάλης παιδαγωγική τους προσφοράς.

Τα τελευταία χρόνια η Εκπαίδευση μέσω της Τέχνης αλλά και η αξιοποίηση της Τέχνης στην Εκπαίδευση γίνεται ολοένα και πιο συστηματική (Βρεττός, 1999).

Θεμελιώδης υπήρξε επίσης η συνεισφορά του Howard Gardner (1990), που υποστήριξε ότι η αισθητική εμπειρία είναι σημαντική για τη γνωστική ανάπτυξη του ατόμου και ότι αν θέλουμε να μιλάμε για άτομα με ολοκληρωμένη προσωπικότητα, το εκπαιδευτικό σύστημα οφείλει να καλλιεργεί όσο το δυνατόν περισσότερα από τα είδη νοημοσύνης που διαθέτει ο άνθρωπος. Για να μπορέσουμε επομένως να πετύχουμε την πολύπλευρη ενδυνάμωση της νοημοσύνης, απαιτείται διευρυμένη χρήση της τέχνης (Γεωργαντά, 2015).

Η δράση και η συνεργασία, είναι το κλειδί για να:

- είναι το μάθημα βιωματικό και να διατηρεί τον ομαδοσυνεργατικό του χαρακτήρα
- καλλιεργείται την κριτική σκέψη,
- ανοιχθούν νέοι ορίζοντες στα παιδιά,
- αναπτυχθεί η φαντασία τους και η ευαισθησία τους,
- τους κάνει (μέσα από διάλογο) να εκφραστούν ελεύθερα,
- εκφράσουν την άποψή τους όποια και αν είναι αυτή και η οποία θα προκύψει μέσα από την κριτική τους σκέψη,
- συνομιλήσουν και να «αναμετρηθούν» με τις απόψεις των άλλων μαθητών και άρα να αναπτύξουν τις σχέσεις και την κοινωνικότητά τους (Καμτσής, 2021).

Κατά τον Eisner (2002), κάποια από τα «μαθήματα» που η τέχνη διδάσκει είναι τα εξής:

- μαθαίνει στα παιδιά να κρίνουν, αντίθετα από την υπόλοιπη διδακτέα ύλη όπου υπάρχουν μόνο σωστές και λάθος απαντήσεις,
- διδάσκει τους μαθητές ότι τα προβλήματα δεν έχουν πάντα μόνο μία λύση,
- δείχνει ότι υπάρχουν πολλοί τρόποι να ερμηνεύσει κανείς τον κόσμο,
- εξοικειώνει τα παιδιά με τη ρευστότητα των πραγμάτων, τους μαθαίνει να παραδίνονται στις απροσδόκητες πιθανότητες του έργου καθώς αυτό ξεδιπλώνεται,
- διδάσκει στους μαθητές ότι μικρές διαφορές μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες επιπτώσεις
- τους βοηθά να αποκτήσουν μοναδικές εμπειρίες και μέσα από αυτές να ανακαλύψουν το εύρος και την ποικιλία των πραγμάτων που είναι ικανοί να κάνουν (Γεωργαντά Β., 2015).

Στο project αυτό συμμετείχαν καθηγητές μαθηματικών, φυσικών επιστημών, τεχνολογίας, πληροφορικής και όσοι είναι εξοικειωμένοι με την τεχνική του θεάτρου, και μέσω των δράσεων τους στην τάξη απευθύνθηκαν σε όλους τους μαθητές του σχολείου.

Στόχος του ήταν η ενσωμάτωση της χρήσης τεχνικών θεάτρου καθώς και όλων των μορφών της τέχνης, στη διδασκαλία των μαθημάτων θετικών επιστημών στο Γυμνάσιο, μέσω της ανάπτυξης των κατάλληλων εργαλείων, διδακτικών σεναρίων, παραδειγμάτων και βέλτιστων πρακτικών. Πιο συγκεκριμένα, σε κάθε τάξη ο εκπαιδευτικός με τους μαθητές του, ξεκινώντας από τον χώρο της τέχνης:

- μίλησαν ξεχωριστά για κάθε ένα έργο τέχνης του μεγάλου ζωγράφου και πρωτοπόρου δημιουργού της αφηρημένης τέχνης, Καντίνσκυ,
- ανέλυσαν τις λεπτομέρειές του,
- συγκεντρώθηκαν σε επιμέρους στοιχεία του,
- συμπέραναν και υπέθεσαν πράγματα που είναι πέρα από την απεικόνιση του καλλιτέχνη,
- και τελικά κατέληξαν σε επιστημονικά συμπεράσματα εγκαταλείποντας το καλλιτεχνικό περιβάλλον και ατμόσφαιρα (Καμτσής, 2021).

Σπουδαία είναι και η συνεισφορά των ΤΠΕ στη μαθησιακή διαδικασία. Σημαντικοί παράγοντες για την παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ θεωρούνται:

- το ενδιαφέρον των μαθητών για τον υπολογιστή, που λειτουργεί ως κίνητρο μάθησης,
- η ενεργός συμμετοχή των μαθητών μέσω αλληλεπιδραστικών δραστηριοτήτων, και
- η επιλογή της κατάλληλης εφαρμογής λογισμικού για τη δημιουργία ή ενίσχυση των νοητικών μοντέλων τους, (Γεωργαντά, 2015).

Η παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ επιτυγχάνεται σε ένα ολοκληρωμένο μαθησιακό πλαίσιο, το οποίο περιλαμβάνει διδακτικά σενάρια διδασκαλίας, όπως το παρακάτω.

## **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ**

Οι συγκεκριμένες διαθεματικές διδακτικές διδασκαλίες και παρεμβάσεις, πραγματοποιήθηκαν σε ογδόντα μαθητές της Α΄ και Β΄ τάξης του 2<sup>ου</sup> Γυμνασίου Γέρακα, το σχολικό έτος 2021-2022, στο μάθημα των Μαθηματικών και διήρκεσαν τέσσερις διδακτικές ώρες. Προαπαιτούμενη γνώση ήταν η γνώση των επιπέδων σχημάτων, οι ορισμοί τους και η κατασκευή τους με γεωμετρικά όργανα.

Βασικός στόχος ήταν οι μαθητές μέσα από βιωματικές δραστηριότητες, με οπτικοακουστικά μέσα, με κατασκευές και χρήση των Τ.Π.Ε., να ενεργοποιηθούν, να εμπλακούν και να πειραματιστούν στο μάθημα των Μαθηματικών, γνωρίζοντας παράλληλα έναν σπουδαίο ζωγράφο, τον Καντίνσκυ (1866 – 1944), δημιουργό της αφηρημένης τέχνης, ο οποίος είχε μια ιδιαίτερη αντίληψή της, σύμφωνα με την οποία κάθε έργο του, ανάλογα με τα σχήματα και τα χρώματα που περιείχε, εξέπεμπε τη αντίστοιχη μουσική.

Ειδικότερα επιδιώχθηκε οι μαθητές:

- να γνωρίσουν τη ζωή και το έργο του μεγάλου ζωγράφου, να μνηθούν στο μοναδικό τρόπο που αυτός ζωγράφιζε και να «ακούσουν» τη μουσική που αναδύεται μέσα σχήματα των έργων του,
- να αναγνωρίζουν τα επίπεδα γεωμετρικά σχήματα μέσα στους πίνακες του Καντίνσκυ και να τα αντιληφθούν οπουδήποτε γύρω τους τα συναντούσαν,
- να γίνουν μικροί ζωγράφοι και κατασκευάσουν τους δικούς τους πίνακες ζωγραφικής, μιμούμενοι την τεχνοτροπία του διάσημου ζωγράφου,
- να εμπνευστούν από τα έργα του Καντίνσκυ και να τα αποδώσουν όπως αυτοί τα φαντάζονταν στο χώρο, σε τρεις διαστάσεις, κατασκευάζοντας γλυπτά από μακετόχαρτο

και φύλλα κανσόν, κομμένα σε γεωμετρικά σχήματα διαφόρων σχημάτων και χρωματικών αποχρώσεων,

- να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι τα μαθηματικά υπάρχουν παντού γύρω μας και δεν είναι μόνο ορισμοί, αποδείξεις και ασκήσεις.

Ένας πίνακας κρεμασμένος ανάποδα ήταν η αφορμή να ξεδιπλωθεί το ταλέντο του Καντίσκου στην αφηρημένη τέχνη. Με την ίδια αφορμή παρουσιάστηκαν στους μαθητές πολλοί γνωστοί πίνακες του Καντίσκου, (σχήματα 1, 2, 3, 4, 5, 6 και 7) καθώς και βίντεο με τη βιογραφία και την τεχνοτροπία του:

- Βασίλι Καντίνσκι (Wassily Kandinsky) <https://www.youtube.com/watch?v=cRca-x0zpg&t=13s>
- The Noisy Paint Box <https://www.youtube.com/watch?v=TDLi0bLA6HM> ,
- What's the Sound of Colour?, <https://www.youtube.com/watch?v=2xDnxkzQtdI> (προσπελάστηκαν στις 02/08/2022),

προκειμένου να γνωρίσουν τη ζωή του, τα στάδια που ακολούθησε η τεχνοτροπία του, από που ξεκίνησε και που έφτασε, από ποιους επηρεάστηκε στην πορεία του και πως τελικά κατέληξε «να ζωγραφίζει τη μουσική που άκουγε». Οι μαθητές εντυπωσιάστηκαν από τις αρχές που διέπονταν τα έργα του, αφού όπως χαρακτηριστικά ο ίδιος είχε πει:

- «Όταν ακούω ήχους, βλέπω χρώμα και όταν βλέπω χρώμα, ακούω μουσική».
- «Το χρώμα είναι το πληκτρολόγιο, τα μάτια είναι οι αρμονίες, η ψυχή είναι το πιάνο με πολλές χορδές. Ο καλλιτέχνης είναι το χέρι που παίζει, αγγίζοντας το ένα ή το άλλο πλήκτρο, για να προκαλέσει δονήσεις στην ψυχή».
- «Ο ήχος των χρωμάτων είναι τόσο ξεκάθαρος που θα ήταν δύσκολο να βρεις κάποιον που θα εξέφραζε το έντονο κίτρινο με νότες βάσης ή το σκούρο lake με το πρίμα».
- «Όσο πιο βαθύ γίνεται το μπλε, τόσο πιο έντονα καλεί τον άνθρωπο προς το άπειρο, ξυπνώντας μέσα του μια επιθυμία για το αγνό και, τέλος, για το υπερφυσικό... Όσο πιο φωτεινό γίνεται, τόσο περισσότερο χάνει τον ήχο του, μέχρι να μετατραπεί σε σιωπηλή ακινησία και γίνεται λευκό».



*Σχήμα 1: Πολυχρωμία στο τρίγωνο.*



*Σχήμα 2: Σύνθεση VIII, (Composition VIII), 1923.*



*Σχήμα 3: Κίτρινο - κόκκινο – μπλε, (1925)*



*Σχήμα 4: Διαγώνιος γραμμή, (1923).*



*Σχήμα 5: Κύκλοι σε κύκλο, (1923).*



*Σχήμα 6: Μπλε πίνακας, (1923).*



*Σχήμα 7: Σημεία στην καμπύλη, (1927)*

Στη συνέχεια παρουσιάστηκε ένα βίντεο το οποίο έδινε μία πιθανή μουσική ερμηνεία μερικών Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

έργων του διάσημου καλλιτέχνη, με ταυτόχρονη κίνηση των σχημάτων του εκάστοτε πίνακα, ώστε αυτός να συντίθεται και να αποσυντίθεται από τα επιμέρους στοιχεία του, ενώ ακούγεται η μουσική που αυτά εξέπεμπαν:

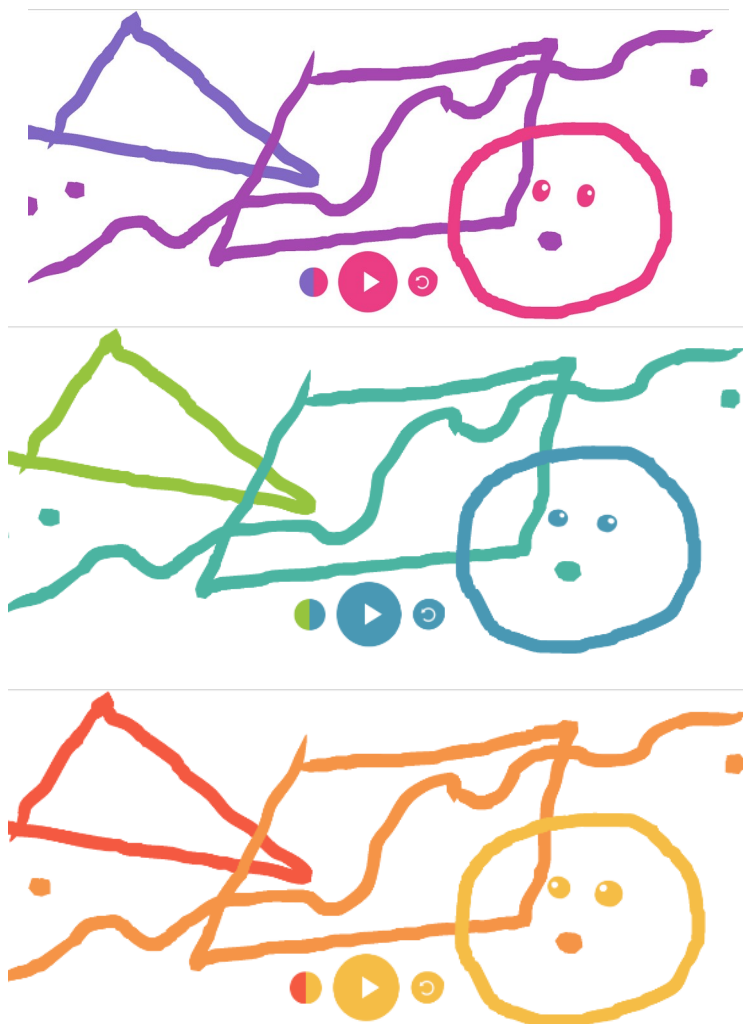
Wassily Kandinsky - The Creator <https://www.youtube.com/watch?v=43YsRHdxIq4>  
Kandinsky Composition VIII - YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=aWjRIBF91Mk>

Αφού ολοκληρώθηκε η παρουσίαση των βίντεο με τη ζωή και τα έργα του Καντίνσκυ, ρωτήθηκαν οι μαθητές τι τους έκανε εντύπωση, τι τους άρεσε περισσότερο και τι κατάλαβαν από τον τρόπο που ζωγράφιζε τα έργα του. Επιπλέον τους ζητήθηκε να ανακαλύψουν τα επίπεδα σχήματα της Ευκλείδειας Γεωμετρίας, όπως τρίγωνα, τετράγωνα, κύκλους, ημικύκλια, αλλά και ευθείες, καμπύλες, και σημεία μέσα στους πίνακες, μέσα στην τάξη, στο σπίτι, στο σχολείο και οπουδήποτε γύρω μας.

Κατόπιν οδηγήθηκαν στο εργαστήριο υπολογιστών και χρησιμοποίησαν μια μουσική εφαρμογή η οποία έδινε τη δυνατότητα στους μαθητές να ζωγραφίσουν διάφορα σχήματα, να τα χρωματίσουν διαλέγοντας κάποιες τυποποιημένες αποχρώσεις, να πειραματιστούν με τις αλλαγές χρωμάτων και σχημάτων και μετά να ακούσουν τη μουσική των έργων τους (σχήμα 8).

<https://musiclab.chromeexperiments.com/Kandinsky/> (προσπελάστηκε την 02/08/2022).



**Σχήμα 8:** Μουσική εφαρμογή, διαφορετικά σχήματα ή χρώματα → διαφορετική μουσική.

Την επόμενη διδακτική ώρα, οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων, η κάθε ομάδα διάλεξε έναν πίνακα που την εντυπωσίασε και προσπάθησε εμπνεόμενη από τον Καντίνσκυ, κάνοντας τη δική της εικαστική παρέμβαση, να τον αποδώσει σε καμβά ή ακουαρέλα, χρησιμοποιώντας χρώματα, μαρκαδόρους, νερομπογιές, τέμπερες ή παστέλ (σχήμα 9).



**Σχήμα 9:** Ένας από τους πίνακες των μαθητών.

Αφού οι μαθητές έγιναν «μικροί Καντίνσκυ» και κατασκεύασαν τους δικούς τους πίνακες ζωγραφικής, «έβγαλαν» τα σχήματα από το επίπεδο και τα επανασύνδεσαν στο χώρο αυτή τη φορά.

Αρχικά ζωγράφισαν με τη βοήθεια χάρακα, γνώμονα και διαβήτη πάνω σε χρωματιστά χαρτόνια κανσόν αρκετά σχήματα (τετράγωνα, τρίγωνα, ορθογώνια, κύκλους ημικύκλια, τραπέζια, παραλληλόγραμμα και τυχαία σχήματα) και τα έκοψαν με ψαλίδι (σχήμα 10).



**Σχήμα 10:** Οι μαθητές ζωγραφίζουν και κόβουν τα σχήματα.

Κατόπιν τους μοιράστηκαν μακετόχαρτα διαστάσεων 30 εκ. X 30 εκ. και 10 εκ. X 20 εκ. Στο τετράγωνο μακετόχαρτο έγινε περίπου στο κέντρο μία σχισμή προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως βάση στήριξης του γλυπτού, στην οποία σφηνώθηκε το δεύτερο πιο μικρό κομμάτι σαν κεντρική κολώνα πάνω στην οποία έγιναν εγκοπές και προσαρμόστηκαν τα διάφορα γεωμετρικά σχήματα από χρωματιστά χαρτόνια που οι μαθητές είχαν από πριν κόψει (σχήμα 11).



**Σχήμα 11:** Η βασική κολώνα τοποθετείται στο κέντρο της βάσης .



Συνεχίζοντας την ίδια διαδικασία, δηλαδή κόνοντας ψαλιδιές στα ήδη τοποθετημένα σχήματα και προσαρμόζοντας πάνω σε αυτά και υπόλοιπα σχήματα, «χτίστηκαν» τα δημιουργήματα των μαθητών. Στο παρακάτω σχήμα 12, παρουσιάζονται μερικά από τα έργα που υλοποίησαν οι μαθητές:



*Σχήμα 12: Μερικά από τα τρισδιάστατα έργα των μαθητών*

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ**

Σε όλες τις διδακτικές παρεμβάσεις υπήρξε ανατροπή του διδακτικού συμβολαίου. Από το συνηθισμένο

δασκαλοκεντρικό μάθημα, περάσαμε σε ένα διαφορετικό μαθητοκεντρικό μάθημα, το οποίο συμπληρώθηκε με Τ.Π.Ε, τόσο για την παρουσίαση του μαθήματος, όσο και για την χρήση της μουσικής εφαρμογής, το οποίο ολοκληρώθηκε με ομαδικές καλλιτεχνικές δράσεις.

Μέσα από το παραπάνω διδακτικό σενάριο, οι μαθητές κατάφεραν:

- να αναγνωρίζουν τα επίπεδα σχήματα μέσα στους πίνακες του Καντίνσκυ και όπου αλλού γύρω τους τα συναντούσαν,
- να γίνουν μικροί ζωγράφοι και κατασκευάσουν τους δικούς τους πίνακες ζωγραφικής, μιμούμενοι την τεχνοτροπία του μεγάλου ζωγράφου,
- να γνωρίσουν ένα μεγάλο ζωγράφο.

Στο τέλος μοιράστηκαν στους μαθητές ερωτηματολόγια, προκειμένου να αξιολογήσουν τον καινούριο τρόπο διδασκαλίας και το όλο project.

Οι μαθητές μέσα από την παραπάνω διαθεματική διαδικασία προσέγγισης του μαθήματος, γνώρισαν έναν τρόπο διδασκαλίας που σύμφωνα με τα λεγόμενά τους, τους ενέπλεξε στη διαδικασία της μάθησης κρατώντας αμείωτο το ενδιαφέρον τους, άρχισαν να αντιλαμβάνονται την ύπαρξη των Μαθηματικών γύρω μας και τη συμβολή τους στην καθημερινότητα.

Επιπροσθέτως η συνεργασία τους, το μοίρασμα και ο ομαδοκεντρικός χαρακτήρας του μαθήματος, εμπλουτισμένος με τις νέες τεχνολογίες και τα οπτικοακουστικά μέσα με τα οποία οι σύγχρονοι μαθητές έχουν εξοικείωση, έκανε το μάθημα ενδιαφέρον, αφήνοντας θετικό αποτύπωμα. Ήταν χαρούμενοι και περίμεναν με αγωνία την επόμενη ώρα διδασκαλίας, με την προϋπόθεση ότι αυτή θα τελούσαν με τον ίδιο καινοτόμο τρόπο διδασκαλίας. Κερδήθηκε λοιπόν το ενδιαφέρον των μαθητών, που είχε σαν αποτέλεσμα την ενεργή συμμετοχή τους στο μάθημα. Όλη η παραπάνω διάδραση μπόρεσε μέσα από τις συζητήσεις που έγιναν με τους μαθητές, να αλλάξει προς το θετικό τις στάσεις και τις πεποιθήσεις τους για τα Μαθηματικά και τον τρόπο που αυτά διδάσκονται στην ελληνική σχολική τάξη. Απόρροια αυτής της θετικής αντιμετώπισης, είναι το γεγονός ότι με το μάθημα ασχολήθηκαν όλοι οι μαθητές, ακόμα και οι πιο ακαδημαϊκά αδύνατοι. Όλα τα παραπάνω αφορούν τους 79 από τους 80 μαθητές στους οποίους εφαρμόστηκε το διδακτικό σενάριο. Μόνο ένας μαθητής αντιμετώπισε επιφυλακτικά τη διαδικασία. Συγκεκριμένα έγραψε στις απαντήσεις του ερωτηματολογίου: «Η κυρία μας προσπαθεί να συνδυάσει τα Μαθηματικά με την τέχνη, αλλά αυτό δεν γίνεται γιατί αυτά τα δύο είναι άσχετα».

Επιπλέον, αρκετοί μαθητές (70% του συνόλου της τάξης) μέτριας γενικά επίδοσης, μετά το συγκεκριμένο καινοτόμο σενάριο διδασκαλίας και τα επόμενα που ακολούθησαν, παρουσίασαν μεγάλη άνοδο στις μαθησιακές τους επιδόσεις στα Μαθηματικά, 10% των οποίων επισφραγίστηκε με άριστα γραπτά στις ενδοσχολικές Προαγωγικές και Απολυτήριες Εξετάσεις του Ιουνίου 2022.

Επιβεβαιώνεται κατ' αυτόν τον τρόπο, αυτό που έχει προκύψει από έρευνες στο παρελθόν και τώρα (Θεοδωρακοπούλου, 2005), ότι οι στάσεις και οι πεποιθήσεις (beliefs) που έχουν οι μαθητές για

το αντικείμενο που τους διδάσκεται και η γνώμη που έχουν σχηματίσει για τον καθηγητή τους και το μοντέλο διδασκαλίας που αυτός εφαρμόζει στη σχολική τάξη, επηρεάζουν άμεσα την ενασχόλησή τους με το μάθημα και τις επιδόσεις τους σε αυτό.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ ιδιαίτερα:

- τη Διευθύντρια του 2<sup>ου</sup> Γυμνασίου Γέρακα, κα Περτσινίδου Κυριακή, η οποία με τους ανοιχτούς ορίζοντες που τη χαρακτηρίζουν, τη δημιουργικότητά της, την αστείρευτη προσπάθειά της και το όραμά της για ένα σύγχρονο σχολείο, με παρότρυνε, με υποστήριξε και με ενθάρρυνε να εμπλακώ σε αυτό το τόσο δημιουργικό και καινοτόμο project,
- τον συντονιστή του προγράμματος ERASMUS+KA227 “Creative STEAM”, κ. Καμτσή Νικόλαο, διευθυντή του Κέντρου Σπουδών Λαϊκού Θεάτρου “Τόπος Αλλού”, ο οποίος με το δημιουργικό πολυτάλαντο πνεύμα του, το ευρύ πεδίο γνώσεων που διαθέτει σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα, τις καινοτόμες ιδέες του, τα πρωτοπόρα διδακτικά σενάρια που μας παρουσίασε και την αστείρευτη έμπνευσή του, με μύησε σε καινούρια κανάλια διδασκαλίας, που σημάδεψαν οριστικά τον μετέπειτα τρόπο διδασκαλίας μου.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Βάος, Α. (2008). *Μαθήματα διδακτικής εικαστικών Τεχνών*, Αθήνα: Εκδόσεις Τόπος.
- Βρεττός, Ι.Ε. (1999). *Εικόνα & Σχολικό Εγχειρίδιο. Επιλογή, Μεθοδολογική Προσέγγιση*, Αθήνα Ανάγνωση.
- Γεωργαντά, Β. (2015). Προσεγγίζοντας τα γεωμετρικά σχήματα στη Α' Δημοτικού μέσα από τους πίνακες του Βασίλι Καντίνσκυ, *Πρακτικά συνεδρίου του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ), της Ανωτάτης Σχολής Καλών Τεχνών (ΑΣΚΤ) και της Στέγης Γραμμάτων & Τεχνών του Ιδρύματος Ωνάση με θέμα «Τέχνη & Εκπαίδευση: Διδακτικές και Παιδαγωγικές προσεγγίσεις στο Σχολείο του 21ου αιώνα»*, Αθήνα, σσ. 45-53.
- Θεοδωρακοπούλου, Ε. (2005). Στάσεις και πεποιθήσεις των μαθητών για τα Μαθηματικά Τον Καθηγητή των Μαθηματικών Το Μοντέλο διδασκαλίας που εφαρμόζεται, *Πρακτικά 22<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Μαθηματικής Παιδείας*, σσ. 779. Λαμία.
- Καμτσής Ν. (2021). *The important role of A between E and M, Suggestions for a creative way of teaching science in secondary education*. Ανακτήθηκαν στις 21 Ιουλίου 2022 από τη διεύθυνση <https://stemproject.eu/>, <https://stemproject.eu/entering-the-territory-of-steam/>
- Bamford, A. (2006). *The wow factor: global research compendium on the impact of the arts in education*, New York: Waxmann.
- Dewey, J. (1980). *Art as experience*. USA: The Penguin Group.
- Eisner, E. (2002). *The arts and the creation of mind*. USA: Yale University Press.
- Gardner H. (1990). *Art Education and Human Development*, Los Angeles: The Getty Center for Education in the Arts.
- Βιογραφικά βίντεο του Καντίνσκυ, ανακτήθηκαν στις 2 Αυγούστου 2022 από τις διευθύνσεις:
- Βασίλι Καντίνσκυ, <https://www.youtube.com/watch?v=cRca-x0zpg&t=13s>,
  - *The Noisy Paint Box*, <https://www.youtube.com/watch?v=TDLi0bLA6HM>,
  - *What's the Sound of Colour?*, <https://www.youtube.com/watch?v=2xDnxkzQtdI>
  - Wassily Kandinsky, [https://www-wassilykandinsky-net.translate.google/quotes.php?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=el&\\_x\\_tr\\_hl=el&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www-wassilykandinsky-net.translate.google/quotes.php?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=el&_x_tr_hl=el&_x_tr_pto=sc)
- Bauhaus Movement, αποσύνθεση και επανασύνθεση των πινάκων του Καντίνσκυ, με την πιθανή αντίστοιχη μελωδία τους:
- Wassily Kandinsky - The Creator, ανακτήθηκε στις 2 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://www.youtube.com/watch?v=43YsRHdxIq4>
  - Kandinsky Composition VIII, Ανακτήθηκε στις 2 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://www.youtube.com/watch?v=aWjRIBF91Mk>
  - Circles in a Circle - Wassily Kandinsky, ανακτήθηκε στις 2 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://www.youtube.com/watch?v=12I85IEkrA4>
- Bauhaus Movement, ανακτήθηκε στις 2 Αυγούστου 2022 από τη διεύθυνση <https://www.youtube.com/c/bauhaus-classics24>
- Chrome Music Lab – Kandinsky, μουσική εφαρμογή, ανακτήθηκε στις 2 Αυγούστου 2022 από τη <https://www.youtube.com/watch?v=12I85IEkrA4>
- Πρακτικά Εργασιών του 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την Εκπαίδευση STEM - Τόμος Α

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

### **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ:**

1. Περιγράψτε κάποια από τα πράγματα που κάνατε στη δραστηριότητα. Τι ευχαριστηθήκατε περισσότερο; Γιατί;
2. Παρακαλώ, γράψτε κάποια από τα πράγματα ή τις έννοιες που μάθατε στην δραστηριότητα. Πιστεύετε ότι έχουν ενδιαφέρον;
3. Πιστεύετε ότι το μάθημα, μέσα από αυτή τη δραστηριότητα ήταν διαφορετικό από ένα συνηθισμένο μάθημα; Τι ήταν διαφορετικό;
4. Πιστεύετε ότι αυτού του είδους τα μαθήματα σας βοηθούν να μαθαίνετε;
5. Βρήκατε εύκολο να συνεργαστείτε με άλλους; Είχατε προβλήματα; Αν ναι, τι κάνατε για να βελτιώσετε την κατάσταση;
6. Θέλετε να κάνετε περισσότερα μαθήματα με αυτόν τον τρόπο; Γιατί ναι; Γιατί όχι;

# «Μια Οικοσυμμαχία για την Αειφορία» eTwinning Έργο

**Σαμουτιάν Μαργαρίτα<sup>1</sup>, Δούμα Τριανταφυλλιά (Λίλιαν)<sup>2</sup>, Κασβίκη Ανδριάννα<sup>3</sup>, Καγκέλη Ελένη<sup>4</sup>, Βασιλοπούλου Μαρία<sup>5</sup>, Τάρλα Ευθυμία<sup>6</sup>, Παναγιώτου Κωνσταντίνα<sup>7</sup>, Μαντέλου Μαρία<sup>8</sup>**

<sup>1</sup>Νηπιαγωγός, Νηπιαγωγείο Αυλωναρίου  
<sup>2</sup>Νηπιαγωγός, 1<sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο Λουτρών Αιδηψού  
<sup>3</sup>Προϊσταμένη, 2<sup>ο</sup> Νηπιαγωγείου Νέας Αρτάκης  
<sup>4</sup>Προϊσταμένη, Νηπιαγωγείο Καράβου  
<sup>5</sup>Προϊσταμένη, Νηπιαγωγείο Μαντουδίου  
<sup>6</sup>Νηπιαγωγός, Νηπιαγωγείο Μαντουδίου  
<sup>7</sup>Προϊσταμένη, 33<sup>ο</sup> Νηπιαγωγείου Χαλκίδας  
<sup>8</sup>Νηπιαγωγός, Νηπιαγωγείο Αγίου Κωνσταντίνου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το eTwinning έργο «Μια Οικοσυμμαχία για την Αειφορία» αποτελεί μια συνεργασία 16 νηπιαγωγείων της Στερεάς Ελλάδας και Αττικής που εστίασαν στην καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21ου αιώνα μέσα από την προσέγγιση της έννοιας της αειφορίας. Οι δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν συνδέθηκαν με τους 4 θεματικούς κύκλους των εργαστηρίων δεξιοτήτων και είχαν ως σκοπό την ευαισθητοποίηση των σχολικών κοινοτήτων σε ζητήματα που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος, τη μέριμνα του εαυτού, το σεβασμό της πολιτιστικής κληρονομιάς και την αποδοχή της διαφορετικότητας. Η πρόταση παρουσιάζει τις συνεργατικές δράσεις που οργάνωσαν οι ομάδες της Οικοσυμμαχίας για τον κύκλο «Δημιουργώ και Καινοτομώ» που συνδέεται με την STEAM Εκπαίδευση και τη Ρομποτική, τις οποίες πραγματοποίησαν στο πλαίσιο του 4ου Μαθητικού Διαγωνισμού Ανοιχτών Τεχνολογιών της ΕΕΛΛΑΚ. Για την υποστήριξη του σχεδίου οι φορείς έλαβαν δωρεάν τεχνολογικό και ρομποτικό εξοπλισμό. Πιο συγκεκριμένα, τα σχολεία έκαναν έρευνα πεδίου σχετικά με τα μνημεία της περιοχής τους και ανίχνευσαν περιβαλλοντικά ζητήματα γύρω από αυτά. Στη συνέχεια, χαρτογράφησαν και κωδικοποίησαν διαδρομές, κατασκεύασαν μακέτες, προγραμμάτισαν ρομπότ και έφτιαξαν σχέδια δράσης με τις προτάσεις-λύσεις τις οποίες εφάρμοσαν. Τελικό αποτέλεσμα η δημιουργία ενός τουριστικού οδηγού με περιβαλλοντικά μηνύματα. Αποτέλεσμα αυτής της σύμπραξης ήταν η καλλιέργεια του σεβασμού των ιστορικών μνημείων.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** εργαστήρια δεξιοτήτων, πολιτιστική κληρονομιά, STEAM.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σημερινή εποχή, όλο και περισσότερο είναι επιτακτική η ανάγκη για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής καθώς η Γη αντιμετωπίζει πληθώρα προβλημάτων λόγω των ανθρώπινων παρεμβάσεων. Πιο συγκεκριμένα, τα προβλήματα εντοπίζονται στη διατάραξη της ισορροπίας του φυσικού περιβάλλοντος, γεγονός που επηρεάζει όλα τα οικοσυστήματα αλλά και την ανθρώπινη δραστηριότητα σε ό,τι αφορά στην υγεία, την οικονομία, τον πολιτισμό και την κοινωνική έκφραση εν γένει. Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι η αειφόρος ανάπτυξη μπορεί να οδηγήσει σε λύσεις ως προς την αντιμετώπιση των προαναφερθέντων ζητημάτων που θα οδηγήσουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής (Λιαράκου & Φλογαΐτη, 2007).

Σε αυτή την έντονα οικολογική αλλά και κοινωνική κρίση, η εκπαιδευτική διαδικασία αποκτά εξέχουσα σημασία, καθώς η επιστημονική κοινότητα επιβεβαιώνει ότι οι μαθητές/τριες θα πρέπει να καλλιεργήσουν δεξιότητες τέτοιες που θα τους/τις βοηθήσουν να προσαρμοστούν αλλά και να αντιμετωπίσουν με έμπρακτες λύσεις την νέα κατάσταση (Αγγελίδης, 1993). Η δύναμη της εκπαίδευσης και η καλλιέργεια στάσεων και αξιών για ένα αειφόρο μέλλον επιβεβαιώνεται και από τον Sterling (2001) ο οποίος θεωρεί ότι η πρόωπη παιδική ηλικία είναι η καταλληλότερη ηλικία για την εισαγωγή της έννοιας της αειφορίας.

Σκοπός της σύγχρονης εκπαίδευσης είναι να υποστηρίξει τους μαθητές ώστε να αναπτύξουν γνώσεις, δεξιότητες, ικανότητες και στάσεις και συγχρόνως να τους βοηθήσει να γίνουν ενεργοί και υπεύθυνοι πολίτες (Papadakis, 2016). Οι παιδαγωγικές δράσεις της σύγχρονης εκπαίδευσης ενισχύονται με τη συνεχώς αναπτυσσόμενη χρήση των ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορίας και

Επικοινωνιών) με αποτέλεσμα να αναπτύσσουν περισσότερο τη δημιουργικότητα των εμπλεκόμενων και να προωθούν την καινοτομία στην εκπαίδευση (Ellison, 2009).

Στο σημείο αυτό αξίζει να τονιστεί ότι η έννοια της αειφορίας έχει έναν διαρκώς δυναμικά μεταβαλλόμενο χαρακτήρα καλούμενη κάθε φορά να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας (Φλογαίτη, 2011). Απαιτήσεις οι οποίες βασίζονται στις αλληλοεξαρτήσεις περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων (UNESCO, 2014b). Για το λόγο αυτό η έννοια της Αειφόρου Ανάπτυξης είναι ιδιαίτερος σημαντική στην εκπαιδευτική διαδικασία ως προς τη δημιουργία ενός Αειφόρου Σχολείου, που θέτει στο επίκεντρο το/τη μαθητή/τρια και στοχεύει στην καλλιέργεια και ανάπτυξη της κριτικής και δημιουργικής σκέψης του/της, στη λήψη αποφάσεων μέσα από δημοκρατικές διαδικασίες και στο άνοιγμα του σχολείου προς την τοπική κοινωνία και τη συνεργασία του με διάφορους φορείς (Αγγελίδου & Κρητικού, 2010). Έτσι, ο φορέας αποκτά υψηλή συνοχή όπου τα μέλη του νιώθουν αποδεκτά και δραστηριοποιούνται συμμετέχοντας στα σχολικά δρώμενα (Βαβουράκη κ. ά., 2007, Ζαχαρίου κ.ά., 2008). Παράλληλα, το ίδιο διαπιστώνει και η UNESCO (2014) όπου τονίζεται ότι στόχος του Αειφόρου Σχολείου είναι «ο μετασχηματισμός της κοινωνίας».

Με άλλα λόγια, ο σκοπός του Αειφόρου Σχολείου ενισχύεται από δράσεις που αφορούν στην υιοθέτηση οικολογικών πρακτικών για τη μείωση του οικολογικού αποτυπώματος, για την ενίσχυση της βιώσιμης διατροφής, την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση. Επίσης, βασίζεται και σε δράσεις πολιτιστικού περιεχομένου που στοχεύουν στην ανάδειξη αξιών όπως ισότητα, δημοκρατική εκπαίδευση, αποδοχή της διαφορετικότητας, κ.α. καθώς και ενέργειες για την καλύτερευση των συνθηκών των σχολικών μονάδων ώστε μελλοντικά να μετατραπούν σε βιώσιμους φορείς. Όλα τα παραπάνω αποτέλεσαν πρακτικές των Αειφόρων Σχολείων στη Μεγάλη Βρετανία και Αυστραλία, όπου και πρωτοεφαρμόστηκαν, υποστηρίζοντας την εκπαίδευση των μαθητών, των εκπαιδευτικών, αλλά και της ευρύτερης κοινότητας με τρόπο τέτοιο που θα οδηγούσε στη βελτίωση των συνθηκών ζωής τους (Gough, 2005).

Στην Ελλάδα, τα Καινοτόμα Προγράμματα προσπαθούν να προωθήσουν τις πρακτικές που ακολουθούνται στα Αειφόρα Σχολεία εντάσσοντας δράσεις που ευαισθητοποιούν πολιτισμικά και περιβαλλοντικά τους μαθητές (Σπυροπούλου et al., 2010). Για παράδειγμα, οι δράσεις πολιτισμικού περιεχομένου προσελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών και συμβάλλουν στην κατανόηση της ιστορίας και του πολιτισμού αλλά και στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς ενός τόπου. Οι μαθητές/τριες μέσα από δραστηριότητες γύρω από μνημεία, μουσεία και αξιοθέατα, καλλιεργούν την παρατηρητικότητα τους, διατυπώνουν υποθέσεις, συνδέουν το παρόν με το παρελθόν, αναπτύσσουν κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, συνεργάζονται, μαθαίνουν να σέβονται και να διατηρούν-προστατεύουν τα αντικείμενα αυτά ως φορείς πολιτισμού (Νάκου, 2002; Νικονάνου, 2005).

Επιπρόσθετα, η θεσμοθέτηση της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη στην Ελλάδα έγινε με την σχετική εγκύκλιο του Υπουργείου Παιδείας (Αρ. Πρωτ. 170596/ΓΔ4/13-10-2016), ώστε η έννοια της αειφορίας να διατρέχει όλα τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, προωθώντας το διεπιστημονικό χαρακτήρα των δράσεών της και στοχεύοντας στην ολιστική ανάπτυξη των μαθητών/τριών. Ανάπτυξη όπου καλλιεργούνται οι δεξιότητες του 21ου αιώνα, οι δεξιότητες ζωής για μία υγιή και αρμονική διαβίωση. Συνοψίζοντας, η Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη θα πρέπει να αποτελεί επιλεκτική βάση όλων των φορέων οι οποίοι χαράσσουν εκπαιδευτική πολιτική.

Η προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία αποτελούν την πιο κατάλληλη περίοδο για τη διαμόρφωση αντιλήψεων και στάσεων, οι οποίες θα ακολουθήσουν τους μαθητές και στην ενήλικη ζωή τους (Τσουκαλά & Καζαζάκη, 2017). Για το λόγο αυτό, οι δράσεις που επικεντρώνονται σε αυτή την ηλικιακή ομάδα οφείλουν να συμβαδίζουν με τις ικανότητες και τις αναπτυξιακές ανάγκες των μαθητών (Ιωαννίδου, 2017). Οι σχεδιασμένες δραστηριότητες εστιάζουν στην προαγωγή της ανακάλυψης, της διερεύνησης, της έρευνας, της αναζήτησης, της παρατηρητικότητας, της αξιολόγησης πληροφοριών, της δημιουργικότητας, της επίλυσης προβλημάτων, οι οποίες στοχεύουν στην ενεργητική εμπλοκή των μαθητών.

Για όλους λοιπόν τους προαναφερθέντες λόγους, δημιουργήθηκε το δίκτυο «Μια Οικοσυμμαχία για την Αειφορία» με τη συνεργασία 16 σχολείων από Εύβοια, Φθιώτιδα και Αθήνα, με σκοπό να ενισχύσει συστηματικά και οργανωμένα την καθημερινότητα των σχολικών κοινοτήτων ώστε να δημιουργηθούν Αειφόρα Σχολεία με μαθητές/τριες που θα γίνουν μελλοντικά ενεργοί πολίτες έτοιμοι να αναλάβουν δράση.

## ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Τα 16 νηπιαγωγεία της Στερεάς Ελλάδας και της Αττικής που συνεργάστηκαν στο eTwinning έργο «Μια Οικοσυμμαχία για την Αειφορία» κατάφεραν να εντάξουν με επιτυχία και τους τέσσερις (4) θεματικούς κύκλους των Εργαστηρίων Δεξιότητων στο έργο και οι μαθητές να υιοθετήσουν στη πράξη με βιωματικό τρόπο τις δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα.

Βασικός σκοπός η κατάκτηση της έννοιας της Αειφορίας και η ευαισθητοποίηση όλων των εμπλεκομένων των σχολικών κοινοτήτων που συμμετείχαν στις αρνητικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, στην εύρεση τρόπων προστασίας του περιβάλλοντος, στη γνωριμία των μνημείων της περιοχής τους και την αξία της πολιτιστικής κληρονομιάς, της αυτομέριμνας και του σεβασμού της διαφορετικότητας.

Σημαντικά στοιχεία ανάμεσα στις πολλαπλές δράσεις που πραγματοποιήθηκαν, αποτέλεσαν συγκεκριμένα αντικείμενα, τα οποία προσέλκυσαν το ενδιαφέρον των μαθητών και συνέβαλαν στην κατανόηση της ιστορίας και του πολιτισμού. Χαρακτηριστικά των αντικειμένων αυτών αποτέλεσαν η αυθεντικότητα, όπου τα παιδιά έγιναν τα ίδια «μάρτυρες» ιστορικής σημασίας αλλά και το περιεχόμενο, καθώς μπόρεσαν να περιγράψουν την ιστορία των μνημείων με διαφορετικό τρόπο, ενισχύοντας την παρατηρητικότητα, την περιγραφή, τη διατύπωση υποθέσεων κλπ. Επιπροσθέτως, οι μαθητές/τριες ήρθαν σε επαφή με την ιστορικότητα, η οποία αποτελεί τη σύνδεση του παρελθόντος με το παρόν και μέσα από τους κατάλληλους εκπαιδευτικούς στόχους, κατάφεραν να καλλιεργήσουν τις δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα σε συνδυασμό με την ασφαλή χρήση της τεχνολογίας.

Η πρόταση αυτή επικεντρώνεται στην παρουσίαση των συνεργατικών δράσεων που οργάνωσαν οι ομάδες της Οικοσυμμαχίας για το θεματικό κύκλο των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων με τίτλο: «Δημιουργώ και Καινοτομώ» που συνδέεται με την STEAM Εκπαίδευση και τη Ρομποτική. Με τις δράσεις τα σχολεία συμμετείχαν και στον 4ο Μαθητικό Διαγωνισμό Ανοιχτών Τεχνολογιών της ΕΕΛΛΑΚ και βραβεύτηκαν για τα αποτελέσματα των δράσεων. Για την υλοποίηση της πρότασης τα νηπιαγωγεία έλαβαν δωρεάν τεχνολογικό και ρομποτικό εξοπλισμό.

Όπως αναφέρθηκε, σκοπός του συγκεκριμένου έργου ήταν η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των σχολικών κοινοτήτων και η δημιουργία βιώσιμων πόλεων/χωριών, μέσα από την επεξεργασία των 17 Παγκόσμιων Στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα, επιδιώχθηκε οι μαθητές:

- να αναζητήσουν μνημεία με τη βοήθεια των γονέων τους στην περιοχή που διαμένουν
- να κατανοήσουν την έννοια των μνημείων και να κάνουν διαχωρισμό των ευρημάτων τους
- να δημιουργήσουν αφίσες και άλλο σχετικό υλικό με τα αποτελέσματα
- να ψηφίσουν το μνημείο που αντιπροσώπευσε την ομάδα τους
- να συλλέξουν πληροφορίες μέσα από συνεντεύξεις με ειδικούς ή συγγενικά τους πρόσωπα
- να συνεργαστούν σε μικρές ή μεγάλες ομάδες και να επικοινωνήσουν τις ιδέες τους
- να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές για να μεταβούν εικονικά στο μνημείο (Google Maps & Google Earth)
- να χρησιμοποιήσουν τις διαδρομές που σχεδίασαν προκειμένου να φτάσουν στον προορισμό τους
- να παρατηρήσουν τα προβλήματα που συνδέονται με το μνημείο και να τα καταγράψουν χρησιμοποιώντας τεχνολογικό εξοπλισμό (τάμπλετ)
- να προτείνουν λύσεις και να εφαρμόσουν μια από αυτές
- να κατασκευάσουν το μνημείο τους με διάφορα υλικά
- να δημιουργήσουν μια αναπαράσταση σε μακέτα
- να κωδικοποιήσουν τις διαδρομές και να προγραμματίσουν τα ρομπότ
- να αφηγηθούν την ιστορία του μνημείου χρησιμοποιώντας ψηφιακά εργαλεία
- να παρουσιάσουν την περιβαλλοντική τους πρόταση στη μακέτα που έχουν δημιουργήσει και να στείλουν τα δικά τους μηνύματα
- να αντιληφθούν την έννοια της κυκλικής οικονομίας και της βιώσιμης ανάπτυξης μέσα από τις λύσεις που πρότειναν
- να φτιάξουν το δικό τους τουριστικό οδηγό και τον αλγόριθμο της οικοσυμμαχίας
- να ανατροφοδοτήσουν τις δράσεις τους και να αξιολογήσουν τα αποτελέσματά τους
- να κάνουν διάδοση των προϊόντων τους και
- να καλλιεργήσουν το σεβασμό για τη διατήρηση μνημείων.

Γενικότερα, τα νήπια δούλεψαν πάνω σε περιβαλλοντικά θέματα ανοίγοντας κι ένα διάλογο επικοινωνίας με την τοπική κοινότητα.

Οι δράσεις που σχεδιάστηκαν υποστηρίχθηκαν από μια πληθώρα μεθόδων προκειμένου να υποστηρίξουν την βιωματική μάθηση, αλλά και την εκπαιδευτική διαδικασία. Οι δραστηριότητες υποστήριξαν το διάλογο, τη συζήτηση, τις αφηγήσεις, την έρευνα πεδίου, την εργασία σε μικρές και μεγάλες ομάδες, την ανίχνευση στοιχείων, την καταγραφή αποτελεσμάτων, τις υποθέσεις, την δοκιμή και επαλήθευση των ευρημάτων, την εξαγωγή συμπερασμάτων και την πρόταση λύσεων, την αφήγηση ιστοριών σχετικών με τα μνημεία, τις συνεντεύξεις από ειδικούς, τη χρήση εξοπλισμού και τις εξορμήσεις στη φύση, την ανατροφοδότηση και αξιολόγηση των δράσεων, βοηθώντας τους μαθητές να αναπτύξουν την επικοινωνία και την συνεργασία μέσα από ομαδοκεντρική μάθηση. Έτσι, οι μαθητές σε ομάδες έθεσαν κοινούς στόχους, υλοποίησαν συνεργατικές δράσεις, εμπλούτισαν τα ερεθίσματα τους κι εκφράστηκαν σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο. Επίσης, καλλιέργησαν δεξιότητες του 21ου αιώνα αφού συμμετείχαν ενεργητικά στην εκπαιδευτική διαδικασία και αναζήτησαν εναλλακτικούς τρόπους δράσης για την προσέγγιση των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης.

Παράλληλα, οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στο πρόγραμμα συνεργάστηκαν και έδρασαν υποστηρικτικά προκειμένου να ξεπεραστούν τυχόν δυσκολίες, να καλυφθούν ανάγκες κι ενδιαφέροντα των μαθητών και να επιτευχθούν με αποτελεσματικότητα οι στόχοι του προγράμματος. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι Τ.Π.Ε. διευκόλυναν την υλοποίηση και τη διάχυση του έργου, ενώ ενίσχυσαν και την εξοικείωση χρήσης τεχνολογικών μέσων βοηθώντας τους εμπλεκόμενους να αποκτήσουν ψηφιακό εγγραμματισμό.

Είναι βέβαιο ότι, οι δράσεις που έλαβαν χώρα ήταν σύμφωνες με τις αρχές και τη μεθοδολογία του Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγραμμάτων Σπουδών για το Νηπιαγωγείο (Δ.Ε.Π.Π.Σ., 2003), καθώς αποτελούν διεπιστημονικές δραστηριότητες που συνδέονταν με την καθημερινότητα των σχολικών κοινοτήτων.

Πιο συγκεκριμένα, οι τάξεις των νηπιαγωγείων που συμμετείχαν στο έργο μετατράπηκαν σε χώρο δημιουργικής σκέψης, έρευνας, έκφρασης και υλοποίησης πολλών συνεργατικών δράσεων. Η εισαγωγή στο έργο έγινε με την διερεύνηση της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών σχετικά με την έννοια του "μνημείου". Κάθε ομάδα δημιούργησε το δικό της αραχνόγραμμα, αποτυπώνοντας τις ιδέες των νηπίων. Στη συνέχεια κάθε σχολείο πρότεινε μια λέξη ή φράση προκειμένου να δημιουργηθεί ένας online ψηφιακός κατάλογος με θέμα τα "μνημεία", ανοιχτός για επεξεργασία, συζήτηση, μελέτη και ανατροφοδότηση σε όλη τη διάρκεια υλοποίησης του έργου. Όλες οι ομάδες αναζήτησαν πληροφορίες τόσο σε βιβλία, όσο και στο διαδίκτυο και απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο, με ενσωματωμένες εικόνες, προκειμένου να διαπιστωθεί η εμπέδωση της έννοιας του μνημείου. Στη συνέχεια οι μαθητές, με τη βοήθεια της οικογένειάς τους, έκαναν έρευνα πεδίου, αναζητώντας στην περιοχή που διαμένουν σημεία με φυσική ή πολιτιστική - ιστορική σημασία, είτε με φυσική παρουσία, είτε διαδικτυακά. Όλο το υλικό με τις φωτογραφίες και τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκε, αποτέλεσε σημείο αναφοράς και συζήτησης για περαιτέρω διερεύνηση. Έπειτα κάθε σχολική ομάδα, με χρήση συγκεκριμένου ψηφιακού εργαλείου, πραγματοποίησε διαδικτυακή ψηφοφορία, επιλέγοντας και εστιάζοντας σε ένα αντιπροσωπευτικό μνημείο της περιοχής τους. Παράλληλα συγκέντρωσε και κατέγραψε, μέσω ιδεοθύελλας, τις πληροφορίες που ήδη γνώριζαν τα παιδιά σε έναν εννοιολογικό χάρτη για οπτικοποίηση της γνώσης.

Σε επόμενη φάση όλες οι ομάδες χρησιμοποιώντας την εφαρμογή Google Earth Pro εντόπισαν τα μνημεία που βρίσκονται στην περιοχή τους (εκείνα που είχαν δει στις φωτογραφίες που έφεραν στην προηγούμενη φάση, αλλά και άλλα καινούργια). Η εφαρμογή τους μετέφερε εικονικά σε αυτά, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να παρατηρήσουν τη διαδρομή, αλλά και τυχόν προβλήματα που θα μπορούσαν να συναντήσουν. Η ψηφιακή ξενάγηση προς το μνημείο που εκπροσωπούσε η κάθε ομάδα αποθηκεύτηκε και με την βοήθεια εργαλείων της εφαρμογής αποτυπώθηκε σε βίντεο. Για τη συλλογή του υλικού χρησιμοποιήθηκε ένας ψηφιακός τοίχος. Έπειτα, με το εργαλείο Google Maps οι ομάδες σχεδίασαν ηλεκτρονικά την διαδρομή που θα ακολουθούσαν για να φτάσουν στο σημείο ενδιαφέροντος, την εκτύπωσαν και την αναπαρέστησαν ομαδικά ή ατομικά σε χαρτί ώστε να αποτελέσει χάρτη-οδηγό για τη δια ζώσης επίσκεψη στο μνημείο. Οι μαθητές κατά την διάρκεια του περιπάτου παρατήρησαν, συζήτησαν, ερεύνησαν και ανακάλυψαν προβλήματα στην διαδρομή, αλλά και στον χώρο του αξιοθέατου. Για να συλλέξουν λεπτομέρειες χρησιμοποίησαν τεχνολογικό εξοπλισμό, όπως τάμπλετ ή κινητά. Η επιστροφή στο νηπιαγωγείο βρίσκει τις ομάδες να καταγράφουν και πάλι την πορεία που ακολούθησαν, εμπλουτισμένη αυτή την φορά με περισσότερες πληροφορίες. Αποτέλεσμα της έρευνας ήταν η δημιουργία μιας παρουσίασης που περιλάμβανε την έρευνα πεδίου κοντά στο μνημείο.

Σε συνέχεια των δραστηριοτήτων (τρίτη φάση) και μετά την επιστροφή των παιδιών από τις επισκέψεις τους στα μνημεία, οι ομάδες προκειμένου να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους αναζήτησαν περαιτέρω πληροφορίες μέσα από συνεντεύξεις. Στόχος ήταν η σύγκριση των προβλημάτων που εντόπισαν κοντά στο αξιοθέατο με αυτά που υπήρχαν στο παρελθόν. Έτσι, παππούδες, γιαγιάδες, γονείς, ντόπιοι κάτοικοι και ειδικοί γίνονται συνοδοιπόροι σε αυτό το ταξίδι γνώσης. Οι συζητήσεις έλαβαν χώρα είτε στο χώρο των νηπιαγωγείων, είτε μέσω διαδικτύου, με τα προσκεκλημένα πρόσωπα να εξιστορούν όσα γνωρίζουν για την ιστορία των μνημείων. Μέσα από τις ερωτήσεις που έθεσαν οι μαθητές διεύρυναν τις γνώσεις τους και έλυσαν αρκετές από τις απορίες που είχαν.

Σε επόμενη φάση, μετά από τις πληροφορίες που συγκέντρωσαν για τα προβλήματα στο χώρο των μνημείων, οι ομάδες συζήτησαν και δημιούργησαν ένα σχέδιο δράσης στο οποίο πρότειναν λύσεις. Για παράδειγμα, για την διαχείριση των απορριμμάτων πρότειναν την ανακύκλωση ή την κομποστοποίηση, για την αυξημένη κατανάλωση ενέργειας είχαν ως πρόταση τη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Επίσης, για τη δυσκολία πρόσβασης στα μνημεία πρότειναν την τοποθέτηση σήμανσης. Από την άλλη πλευρά, για την έλλειψη πρασίνου ανέφεραν τη δημιουργία κήπων ή για την ύπαρξη αγριόχορτων των καθαρισμό των χώρων ως προληπτική ενέργεια για τις φωτιές. Ακολούθως, κάθε σχολείο δημιούργησε μία τρισδιάστατη μακέτα του μνημείου του και του περιβάλλοντος χώρου, συμπεριλαμβανομένου των σημείων προς βελτίωση για την περιοχή αυτή. Οι μαθητές χρησιμοποίησαν αποκλειστικά ανακυκλώσιμα υλικά για την κατασκευή της. Πέραν αυτού, τα νήπια στα βίντεο που δημιούργησαν αφηγήθηκαν τα ευρήματά τους και προχώρησαν στην επίδειξη τρόπων επίλυσης των ζητημάτων βασισμένα στο σχέδιο δράσης τους. Στη φάση αυτή αξιοποιήθηκε ρομποτικός εξοπλισμός για την υποστήριξη της δράσης.

Στην έκτη φάση, οι μαθητές δίνουν φωνή στα μνημεία που έχουν επιλέξει να αντιπροσωπεύουν τις ομάδες τους. Με την εφαρμογή chatterpix ζωντανεύουν τα αξιοθέατά τους δημιουργώντας ένα βίντεο το οποίο αποκαλύπτει σημαντικές πληροφορίες για τον τρόπο κατασκευής και χρήσης τους. Επίσης, στο τέλος κάθε αφήγησης αποκαλύπτονται μηνύματα για τη μετάβαση στο επόμενο μνημείο. Το συγκεκριμένο υλικό συγκεντρώνεται σε μια πολυμεσική αφίσα. Στο επόμενο στάδιο, οι ομάδες κωδικοποιούν τα συγκεκριμένα βίντεο προκειμένου να δημιουργήσουν ένα διαδραστικό χάρτη με QR κώδικες. Ο χάρτης αυτός αποτελεί ένα νέο ερέθισμα για τα νήπια τα οποία προσπαθούν να ακολουθήσουν τα σωστά βήματα για να ολοκληρώσουν τη διαδρομή χρησιμοποιώντας τον τεχνολογικό και ρομποτικό εξοπλισμό τους. Πιο ειδικά, οι μαθητές έχουν σαν αποστολή να σκανάρουν τους κώδικες και να προγραμματίσουν το ρομποτάκι τους να εκτελέσει τη σωστή διαδρομή: να ξεκινήσει από ένα Μνημείο-Αφετηρία, να περάσει από όλα τα αξιοθέατα ακολουθώντας τις οδηγίες και να φτάσει στο τελικό σημείο, συνθέτοντας τον αλγόριθμο της οικοσυμμαχίας.

## **ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ-ΔΙΑΧΥΣΗ**

Το δίκτυο «μια Οικοσυμμαχία για την Αειφορία» κατάφερε να δημιουργήσει μια εκπαιδευτική κοινότητα και μέσα από τη συνεργασία, την επικοινωνία και την αλληλοϋποστήριξη να πετύχει τους στόχους που είχε θέσει. Βασικός στόχος η ανταλλαγή καλών πρακτικών και η απόκτηση δεξιοτήτων μέσα από την αξιοποίηση της πλατφόρμας του eTwinning. Η οδηγός-εμπυχωτρία ήταν μια ζέβρα, με την βοήθεια της οποίας οι μαθητές εισήγαγαν την εκπαιδευτική ρομποτική στην μαθησιακή διαδικασία, προωθώντας τη STEAM Εκπαίδευση μέσα από την επεξεργασία του τρίτου θεματικού κύκλου «Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία» των εργαστηρίων δεξιοτήτων. Τα νήπια μέσα από την έρευνα πεδίου, τη χρήση τεχνολογικού και ρομποτικού εξοπλισμού και την αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων κατάφεραν να αποσαφηνίσουν την έννοια των φυσικών ή πολιτιστικών μνημείων και να προτείνουν λύσεις για τη διαχείριση των προβλημάτων που ανακάλυψαν στην περιοχή τους. Το δίκτυο προσέγγισε την "αειφορία" με την υλοποίηση διεπιστημονικών δράσεων, αλλά και την σύνδεσή τους με την καθημερινή ζωή των μαθητών.

Η ανατροφοδότηση των δραστηριοτήτων ήταν συνεχής και δημιουργήθηκαν εκπαιδευτικά παιχνίδια που ευνοούσαν την εμπέδωση της νέας γνώσης (Escape Room, Scratch Jr). Παράλληλα, στις σελίδες του eTwinning υπήρχε σχολιασμός των δράσεων από όλες τις ομάδες. Η τελική αξιολόγηση είχε δυο μορφές: α) την ψηφοφορία των μαθητών για την ανάδειξη του αγαπημένου τους εργαστηρίου και β) την παρουσίαση της ανάλυσης SWOT από τους εκπαιδευτικούς.

Η διάδοση των αποτελεσμάτων του σχεδίου από τα συμμετέχοντα νηπιαγωγεία, έγινε μέσω των παρακάτω τρόπων: 1) επίσημοι ιστότοποι των σχολείων, 2) αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής



δικτύωσης των σχολείων, 3) δημοσιεύσεις σε: α) Ηλεκτρονικές εφημερίδες: <http://apopsignomi.blogspot.com/2022/05/4o.html#more> και <https://eviathema.gr/evoianews/to-4o-nipiagogeio-vasilikoy-symmetechei-ston-4o-panellinio/69451/> β) ειδησεογραφικό site: <http://www.eviatopblog.gr/2022/05/4-4.html#more>, 4) ενημέρωση των γονέων με επιστολές και οδηγίες για την συμβολή τους στο πρόγραμμα, 5) προώθηση των δράσεων στην τοπική κοινότητα με διαμοιρασμό φυλλαδίων ή την πρόσκληση ειδικών, 6) παρουσίαση των δράσεων σε σεμινάριο που διοργανώθηκε από τις συντονίστριες εκπαιδευτικού έργου του ΠΕΚΕΣ Στερεάς Ελλάδας με τίτλο «ΔΙΑΧΥΣΗ ΚΑΛΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ STEAM - ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ».

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κύρια συμπεράσματα από την κοινή δράση και τη συνεργασία των 16 σχολείων της Οικοσυμμαχίας πάνω στη θεματική «Δημιουργώ και Καινοτομώ» μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- αναδείχθηκαν οι δημοκρατικές διαδικασίες και ο διάλογος καθώς οι μαθητές επέλεξαν τα μνημεία του τόπου τους μέσα από ψηφοφορία,
- με την έρευνα πεδίου οι μαθητές αναζήτησαν την γνώση - πληροφορία (μνημείου-αξιοθέατου) αποκτώντας ενεργό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία,
- καλλιεργήθηκαν δεξιότητες κριτικής και υπολογιστικής σκέψης, κωδικοποίησης και προγραμματισμού αφού οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με τις νέες τεχνολογίες στην εκπαιδευτική διαδικασία,
- τα νήπια έγιναν χρήστες τεχνολογικού εξοπλισμού (κινητές συσκευές) και ανέδειξαν τη σχέση τεχνολογίας και εκπαίδευσης.

Η δημιουργία του τουριστικού οδηγού αποτέλεσε το μέσο ενημέρωσης των τοπικών κοινωνιών για την προστασία και την διατήρηση των μνημείων, ενώ θα μπορούσε να αξιοποιηθεί και μελλοντικά ως εργαλείο διάδοσης της πολιτιστικής κληρονομιάς. Επιπλέον, η ομαδοκεντρική προσέγγιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας ενίσχυσε την καλλιέργεια και ανάπτυξη δεξιοτήτων επικοινωνίας, συνεργασίας, ανταλλαγής ιδεών και καλών πρακτικών. Τέλος, η διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης, αλλά και η αξιοποίηση της καθημερινότητας των σχολικών κοινοτήτων κινητοποίησε το ενδιαφέρον των εμπλεκόμενων, οι οποίοι ανέλαβαν δράση.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αγγελίδης Π., Ζ. (1993). *Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*. Θεσσαλονίκη: ART OF TEXT.
- Βαβουράκη, Α., Κούτρα, Χ., Λουκά, Ε., Μπούρας & Σ. Σπυροπούλου, Δ. (2007) Καινοτόμα προγράμματα στην εκπαίδευση. *Επιθεώρηση εκπαιδευτικών θεμάτων*, τεύχος 13.
- Ζαχαρίου, Α., Καΐλα Μ. & Κατσικίς, Α. (2008). Αειφόρο Σχολείο: Διαπιστώσεις, Επιδιώξεις και Προοπτικές. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 1(3), 269-288.
- Λιαράκου, Γ. & Φλογαΐτη, Ε. (2007). *Από την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Προβληματισμοί, τάσεις και προτάσεις*. Νήσος.
- Νάκου, Ε., (2002). Το επιστημονικό υπόβαθρο της σχέσης Μουσείου, Εκπαίδευσης και Ιστορίας. Στο *Κόκκινος, Γ. & Αλεξάκη, Ε., Διεπιστημονικές Προσεγγίσεις στη Μουσειακή Αγωγή*. Αθήνα: Μεταίχμιο, σσ. 115-128
- Νικονάνου, Ν., (2005). Ο ρόλος της Μουσειοπαιδαγωγικής στα σύγχρονα μουσεία. *Τετράδια Μουσειολογίας*, τ.2, σσ. 18-25
- Σπυροπούλου, Δ., Αναστασάκη, Α., Δεληγιάννη, Δ., Κούτρα, Χ., & Μπούρας, Σ. (2010). *Τα καινοτόμα προγράμματα στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση: λειτουργική διεισδυτικότητα και βιωσιμότητα*.
- Φλογαΐτη, Ε. (2011). *Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ellison, S. (2009). Hard-wired for innovation? Comparing two policy paths toward innovative schooling. *International Education*, 39(1), 30-48.
- Gough, A. (2005). Sustainable schools: Renovating educational processes. *Applied Environmental Education and Communication* 4: 339–351.
- Papadakis, S. (2016). Creativity and innovation in European education. Ten years eTwinning. Past, present and the future. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 8(3-4), 279-296.
- Sterling, S. (2001). Sustainable Education: Revisioning learning and change. *Green Books for the Schumacher Society*.
- UNESCO. (2014b). *Shaping the Future We Want. UN Decade of Education for Sustainable Development*

## **An implementation of the STEM epistemology in a Training Framework for in-vehicle networks**

**Chaidoulis Ioannis, Psycharis Sarantos, Karanikolas Nikitas**

[ichaidoulis@uniwa.gr](mailto:ichaidoulis@uniwa.gr), [spsycharis@aspete.gr](mailto:spsycharis@aspete.gr), [nnk@uniwa.gr](mailto:nnk@uniwa.gr)

PhD Candidate, Informatics & Computer Engineering, University of West Attica

Professor, Department of Education, School of Pedagogical & Technological Education (ASPETE)

Professor, Informatics & Computer Engineering, University of West Attica

### **Abstract**

*This paper has two aims: (a) is a study and proposition for changes, based in the STEM epistemology, in some lab lessons of the training framework, concerning the Electrical & Electronic and Mechanical Sector of Universities, the Electrical & Electronic and Mechanical Sector of the Vocational High School (EPAL) and the Mechatronics Specialty of the Vocational Training Institutes and Lifelong Learning Centers (IEK & KEDIVIM) in Greece (and not only them) and (b) is a first step in the construction of a modular, low cost microcontroller based computer system that can implement a large scenario variety both in education and industry. Both the teaching and the learning process are implemented through motivational technics based on the latest educational theories on how to keep your audience more intrigue and make their learning most efficient and pleasant. Arduino, ESP32 & 8266, Raspberry Pi and STM32, micro-controllers, some shields, sensors, actuators and some parts and measurement devices are the hands-on partners that motivate the students to be involved in the whole project that looks simply but it is based in computational experiment methodology and requires engineering knowledge and way of thinking and must combine pieces from different knowledge bases. It is the first of its kind, so it will be tested this year and we will have the actual results next year to make the comparisons with our today predictions, based on our experience.*

**Keywords:** *Mechatronics, STEM, CAN bus, microcontrollers*

### **Introduction**

Taking under consideration that the latest trend in the scientific approach is the multidisciplinary and that the STEM learning is based in inquiry (Psycharis et al, 2017) and coexistence of both computational thinking, mathematical and engineering knowledge and combines the scientific results with modern pedagogical practices we designed and propose these changes in the training framework.

Mechatronics field is a complex challenge because of the nature of the topic and is the proper topic for our scenario. You must also add the challenges of the smart cities, homes or mobility that demand complex solutions from next generation of engineers. The topics include electrical, electronic, mechanical engineering, control theory and automation as also ICT and offer the chances for students to practice and deepen their knowledge and be engaged in the so-called STEM competencies.

Design, tasks, calculations, and problem solving in mechatronics require cognitive and operational knowledge and practical experience in systems analysis and design. As a result, there is strong demand for project-based education using top of its time practical material (Psycharis et al, 2013). The paper presents an educational framework designed for students of all ages aimed at the emulation of real vehicle behaviors covering the ECU (Electric control Unit), sensors, actuators, and the in-vehicle network level.

According to (Psycharis et al, 2013) during the computational experiment, learner is engaged in three spaces, namely:

1. The hypotheses space, where the students, in cooperation with the teacher, decide, clarify, and state the hypotheses of the problem to be studied, as well as the variables included in the problem and the possible relations between the variables.
2. The experimental space, which includes the model and the method of simulation for the problems under study. In this space the learners are engaged in the scientific method writing models according to the variables they included and the interaction laws that govern the phenomenon. In this space students collect the data from their model and analyze them, while they try to connect them with the theory they have been taught.
3. The prediction space, where the results, conclusions or solutions formulated in the experimental space, are checked through the analytical (Mathematical, Engineering) solution as well as with data from the real world. Computational experiment favors the inquiry-based teaching approach and advances the metacognitive experience of students. STEM methodology follows the so-called trans-disciplinary approach which focus on the “integrated” approach to teach the four disciplines included in the STEM cognitive areas.

Also (Kelley & Knowles, 2016), sees STEM methodology as an integrated system that includes Situated Learning, Engineering Design, Scientific Inquiry, Technological Literacy, and Mathematical Thinking. Teaching by combining the computational experiment, the STEM approach and the inquiry process can transfer the scientific knowledge to real problems, and this can help towards conceptual understanding (Psycharis et al, 2013).

Additionally, according to our experience many school and University laboratories are not so sufficient equipped with all the necessary instruments and accessories that would let them carry out all those complicated and so necessary experiments for the understanding and learning of the curriculum. So, we had to design and propose a solution that could be easily adapted and due to its low cost and modular construction it is very easy to use it and in many other different uses.

We concluded that a mix of different microcontrollers and open-source software combined with some very known and widely accepted corporate lab applications would be the perfect solution that covers the greatest amount of the laboratories of our country.

## **The proposals for the lab lessons of the training framework**

The lab lessons we make the proposals are as follows: (I) Professional Lyceums (EPAL) – (i) Electrical and Electronics Sector – Robotics, (ii) Mechanical Sector – Control and diagnostics technology – (II) Institutes of Vocational Training (IEK & KEDIVIM) (i) Mechatronics Sector - Structure and function of computing units, Elements of communication theory and system networks in vehicles (III) University – (i) Electrical and Electronics Sector – Automotive Electrical and Electronic Systems, (ii) Mechanical Sector – Mechatronics and those are just indicative.

Although the lab environment is by its nature a hands-on experience of a group of students that does not mean that it acquires the principles, we show earlier that the STEM methodology demands and thus we must make the appropriate alternations to the classic approach of the usual exercises. The main change we believe that will bring the best result is the establishment of a new way of thinking and planning of every exercise.

Till now the methodology we followed was this: each group of students had a paper with detailed instructions of the exercise it was expected to execute, in some exercises there was a short introduction from the lab education stuff that was presenting the theoretical base and maybe give some technical advice, following there was the execution and the measurements that was requested and finally there was an always written report that had to be delivered in about a week.

This was a good setup that worked well for decades but it has grown old and needs some needy modifications due to modern technology and other society changes. People nowadays are familiar with the technological gadgets like the smartphones and tablets and all the others but lacks in the use of their mind and knows a lot of information but does not really learn many things or can solve real world problems using scientific methodologies and based to facts to reach a meaningful conclusion.

So, what we propose is a new way of lab exercise execution, where the group of students will receive a paper describing the scope and the outcome that is expected from them to achieve, give then some possible informative sources and a framework that they could possibly follow to cooperate and reach their goal. Also, there would be a declaration that the lab stuff would be there to give any help providing them with the components that they will need and as mentors and consultants in their effort.

### **A draft of a standard teaching script for a laboratory exercise**

- **Learning Design for: Lesson framework standard through Bloom's objectives, SOLO with Topic “CAN bus Lab - Familiarity, Characteristics, Problem Solving”.** (Learning Designer, 2022)

- **Context**

Topic: Mechatronics In-vehicle networks (CAN bus)

Total learning time: 3 hours

Designed learning time: 2 hours and 45 minutes

Size of class: 5-15 depending to laboratory's capacity

Description: In the Electronic Systems laboratory, they will design, implement, and adjust all the operating parameters of a central control unit that receives the readings of the engine water temperature from a sensor and, depending on its level, activates or not the car's radiator fan. They will also check various cases of failure or damage to any of the individual components.

Mode of delivery: Classroom-based

- **Aims**

The purpose of this course is for students to gain a more substantial acquaintance and contact for communication through a CAN bus network and the cooperation of a sensor with the central control unit, to discover deeper knowledge of the structure and operation of the cooling temperature control system of the engine as well as the possible damages it may face.

- **Outcomes**

**Knowledge:** Students should be able to describe the structure and operation of the engine cooling system. To explain the control mechanism of its operation. To be able to report and deal with possible damage to it.

**Application:** Identify the parts and connections that make up the cooling mechanism. Identify engine problems caused by the cooling system. Be able to check the settings of the cooling mechanism control system.

**Affective learning outcomes:** To gain a global view of one of the main operating mechanisms of the engine and its control systems.

- **Teaching-Learning activities**

- **Phase 1: Checking students' pre-conceptions (10 + 5 minutes)**

*Practice          5 minutes          15 Students          Teacher present          Face to face (not online)*

Students answer a 10-minute prior knowledge detection quiz.

*Investigate      10 minutes      15 Students      Teacher present      Face to face (not online)*

Read on the attached web pages information about the cooling mechanism of an internal combustion engine. We will then discuss the information you have collected for 10 minutes.

- *Linked resources*

- *Notes:*

**Keywords:** Engine cooling circuit, thermostat, water pump, temperature sensor, Electronic Control Unit, CAN bus, cooling fan, radiator, antifreeze, overflow tank, radiator cap, heater radiator, collars, pipes, water manifolds, dashboard indicator. This exercise is carried out in groups of three or four people, depending on the equipment available in the laboratory.

- **Phase 2: Formulation (space) of hypotheses: (20 minutes)**

*Investigate      7 minutes      15 Students      Teacher present      Face to face (not online)*

To facilitate the process and as an initial stimulus, we show the YouTube video "How Engine Cooling System Works" on the screen using the projector, that has an approximately duration of 7.5 minutes.

- *Linked resources*

*Discuss          12 minutes          Students          Teacher present          Face to face (not online)*

A discussion of approximately 17.5 minutes follows to formulate the hypotheses from the groups

of students. They have been taught in the previous lessons how the engine cooling mechanism works, the control mechanism operation as well as its possible damages and failures. The questions of the discussion are: a. how CAN bus network communicates? b. how does a sensor communicate with the control unit? c. how does an actuator come into operation? d. what potential problems might arise? e. how do I inform about them?

● **Phase 3: Research – Data – Data Analysis (80 minutes)**

*Read Watch Listen*                      15 Students    *Teacher present*    *Face to face (not online)*

Macroscopically, the topic of the workshop is the control system of the engine cooling mechanism, its composition, the parts that make it up, the processes that take place during its execution and its possible problems or failures. Linking a problem through Computational Science

*Read Watch Listen*    10 minutes    15 Students    *Teacher present*    *Face to face (not online)*

We identify the teaching topic with a 10-minute discussion and formulate the objectives accordingly after exploring the students' prior understandings and initial assumptions. Necessary Equipment: personal computers connected to a lan, microcontrollers and their accompanying boards, sensors, actuators, interconnection board (breadboard), various materials (cables, interconnections, optical indicators, etc.), internet connection.

*Produce*            30 minutes    15 Students    *Teacher present*    *Face to face (not online)*

The groups of students design each one of them the most suitable control circuit for the operation of the cooling circuit and implement it. It also builds a driver information circuit with visual display.

*Investigate*        20 minutes    15 Students    *Teacher present*    *Face to face (not online)*

Work on the circuit they have built (Refrigeration Circuit Worksheet - 20 minutes) Here the students will proceed to set the various operating parameters of their control circuit and verify its correct operation.

*Investigate*        20 minutes    15 Students    *Teacher present*    *Face to face (not online)*

Problem analysis and resolution project sheet (20 minutes). Students will test and diagnose various types of engine cooling control circuit faults and the results are recorded on the answer sheet.

● **Notes:**

Experiment space: Our purpose in this phase is computational thinking. They will work with real conditions of specification, design, construction. They will regulate their construction. They will identify possible causes of damage, try different ways of correction, and draw valuable conclusions which they will later apply in practice and to similar problems. Students investigate information on how the engine cooling circuit is used. To check the validity of the results we should refer to what the theory proposes for the problems formulated above. Then we will clarify the students' initial guesses and contrast them with what they learned from the specific teaching unit to proceed with the process of metacognition - reflection.

● **Phase 4: Discussion – Applications – Metacognition (Self-Assessment) (25 minutes)**

*Read Watch Listen*    12 minutes    15 Students    *Teacher present*    *Face to face (not online)*

The self-assessment sheet is given to the student with a time limit of 15 minutes to complete it.

The sheet contains short tasks and assessment questions. This is followed by a 15-minute discussion about "what the students were saying before and what they are saying now..." (metacognition).

*Collaborate*      *13 minutes*      *15 Students*      *Teacher present*      *Face to face (not online)*

Self-assessment quiz

● *Notes:*

Self-Assessment and Metacognition - Reflection Worksheet (15 + 15 minutes discussion) All of the above is attached to a final worksheet along with the students' initial guesses which they must evaluate appropriately and support or reject with reasons after the percentage of new knowledge gained. Then follows the discussion on the results and any clarification of questions. Students should, through the light of new knowledge, proceed in the process of metacognition and consolidate the correct answers that describe any problem, rejecting myths, beliefs, and wrong initial guesses. The teacher can let the students discuss their answers among themselves first and then realize whether the students used all the material given to them, if there were obscure points that require clarification or any other issue and then subtly intervene in the discussion to maximize the educational effect, as a good coach has control over the whole group. Its main concern is the highlighting of metacognition, what the students thought before and what after the laboratory activity and always in a revealing way as much as possible so that the knowledge object is better impressed on the student's mind.

● ***Phase 5: Assessment and feedback (25 minutes)***

*Practice*      *15 minutes*      *15 Students*      *Teacher present*      *Face to face (not online)*

Assessment quiz

*Read Watch Listen*      *10 minutes*      *15 Students*      *Teacher present*      *Face to face (not online)*







Groups are given 15 minutes to complete the assessment QUIZ and another 10 minutes for discussion. Quiz creation gives the teacher perspective on the lesson and feedback on what their students have and haven't learned. It also informs the students about which subjects they have mastered and which they need to return to for improvement. The Quiz includes closed type questions, and the student is asked to answer them in the time.

● *Notes:*

The students collaboratively perform the evaluation quiz, which aims to further consolidate their knowledge and experience in the relevant calculation programs and to obtain more information about the taught subject. At this stage, the teacher collects the project and self-evaluation sheets completed by the groups from the previous phase (4th). He also collects the evaluation sheets of this phase and evaluates them in his office. Conclusions: In this work, the design of a standard laboratory exercise was developed in the electronic systems laboratory of a mechatronics department. We implement a creative activity with problem solving and experiment using computational science. Students act independently and by solving a problem they realize the importance of the answers they have given themselves to the problems posed by the educational scenario. The advantages of this method become clear that the student acted independently, used the computer and additional materials and systems on his own and gained confidence in his abilities.

● ***Representations of the learning experience***



	<b>Learning through</b>	<b>minutes</b>	<b>%</b>
	Acquisition (Read, Watch, Listen)	32	19
	Investigation	57.5	35
	Discussion	12.5	8
	Practice	20	12
	Collaboration	13	8
	Production	30	18

### **The ECU and the in-vehicle design framework**

Initially the goal was to create a modular system that could serve the purpose of aiding the students throughout the development of an electronic control unit of a vehicle, the connecting network (CAN bus for starter), the sensors, the actuators, and the dashboard indicators.

The goals are for the students: a) understand and familiarize with the basic development process of an automotive ECU, b) inspect that the outcome functions according to the specified standards and c) search, find, repair a malfunction and check that it has restored the erroneous situation. For this, we assign a project to each student group that represents the usually limited functionality of the vehicle's embedded controller. The task specification describes the desired outcome, and they must choose the parts (sensors, actuators, analogue & digital I/O etc.) and the communication roles of the unit. Based on the specification the group must analyze the problem, design a system capable of fulfilling these tasks and predict the possible issues that may occur during its operation.

We tried to best simulate the real-world development process. The areas and skills involved in the group project are:

Understanding and analyzing functional specifications following “client’s” requests

Knowledge of standard vehicular networks CAN/LIN/Flex Ray/Real time Ethernet

Creation of a CAN communication bus via a specific microcontroller and the proper circuits

Test and inspection of the CAN bus via instruments (Oscilloscopes, Dataloggers, Multimeters etc. according to the lab’s abilities)

Algorithms, Software, Applications testing

Failure search, effect analysis and error handling

New test case design

Documentation and reporting

The paper makes proposals for both the hardware and software-related parts of this emulation environment and for alternatives.

#### **A. Design tasks**

Each student group task represents a well-defined task of a specific vehicle ECU. They share the



feature of CAN communication, and each must interact with at least one of the other units by providing status information or sending/receiving commands. ECU functionalities involved in the tasks can be, but not limited to them, the following (under the lab's equipment permittance):

1. Driver Console Display (DCD) Warnings: DCD shows various warnings for open machine cover, doors, port baggage, sunroof (if any), gas refill cover, parking brake enabled etc.
2. Driver Console Display (DCD) Info: DCD shows critical driving info-vehicle speed, engine RPM, daily distance covered, total kilometers of the vehicle, maybe distance from the front car etc.
3. Driver Console Display (DCD) Power chain info: DCD also shows oil and water temperature with the appropriate optical and maybe sound signal - gas, oil, and water level with their signaling.
4. Electric Window Lift (EWL): EWL controls an electric window with two direction inputs and a PWM signal. With a quick (less than 500msec) input it must fully open the window, otherwise it drives it until the input button stops pressing. Failures that may occur - limit switches malfunction, window becomes stuck, drive motor fails etc.
5. Turn Signal (TS): TS unit drives four signal lamps with info provided by their control switches and the hazard warning switch. ECU also considers the steering wheel angle, provided as simple analogue input. The system monitors the lamps state and can emulate malfunctions.
6. Headlight Control (HLC): HLC implements the standard low or full-beam functions driven by digital IO, and cornering light is controlled by info acquired from the CAN bus. Measurement of lamp states is used for error handling purposes.
7. Central Lock (CL): CL unit controls the locking system of the vehicle based on control inputs and the doors state.

## **B. Framework Overview**

Our work to design and implement a framework like this must unite information, data, and behaviors from many vehicle subsystems if we want to be as close to the reality as it goes. And it turns a little more complicated as it must also combine electrical, electronic, and mechanical knowledge. Add at last the error and malfunction conditions that must include as well, and those are unique per task.

All the previous requests are for the core environment. We must consider the connections to sensors, actuators (Saleem A. et al, 2011), and display dashboards. Those are best to be independently connected to the framework so we can separately emulate failures, and error conditions and other problems that can be produced as in a working vehicle.

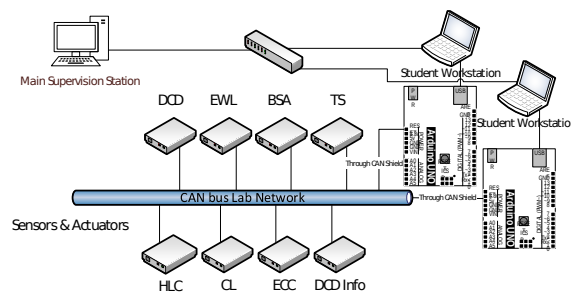
Starting the idea of implementing this framework we decided to use the CAN bus for the communication of the ECUs between them and with the peripheral parts (actuators etc.). There are also other networks partnering the CAN bus that we intend to add in the future.

Most of the time the ECU's main functionality is simple but it has also to detect, log and deal with errors generated from various sources and then due to the real time nature of the problem its complexity and difficulty exponents. The ability to simulate those erroneous situations prepares the students with the experience to plan alternative ways of facing those problems efficiently.

## **C. The educational vehicle network**

We have already note that we want to establish the ECU's communication through the CAN bus. Thus, each ECU must be programmed to exchange messages with at least one more and by this demand we force the different tasks to form a like “real” vehicle network environment which can be extended with a main advisory unit as you can see in figure 1.

This type of interaction matches what really happens in the real world as you can recall your hand pressing the control of your car alarm and at the same time the central door lock system is activated, your windows also close and there is an optical signal of two short blinks from your turning lights and a characteristic sound. All those are the result of the interconnection between different systems of your vehicle parts and their communication through the in-vehicle network that connect them. This is the outcome that we want to succeed and in our laboratory through all these simulations.



**Figure1** Lab CAN network

#### D. Hardware Framework and Implementation

We studied some of the solutions that were close to what we wanted to achieve but we finally choose to use a mix of some of the “low cost” microcontroller platforms as at (Karanikolas et al, 2018) like Arduino (Uno & Mega 2560) combined with the ESP (ESP32-ESP8266) family for the interconnection with the sensors, actuators and the CAN bus network communication and as the master mind that could supervise and make more complex tasks we chose either the STM32 (STM32 Nucleo-64) family or the Raspberry Pi (Raspberry Pi 4).

We tried to disconnect the design platform that the group will use, and it is part of the laboratory equipment that they will use (if there is any) from our framework as we only need analogue or digital I/O for the interaction and a CAN interface for the communication. If there is not any other equipment available, we can use only the earlier mentioned microcontroller combination.

Probably you will need and some other additional parts such as an Arduino CAN shield (CAN-BUS Shield V2 & V2 SKU) maybe an Ethernet shield (Ethernet Shield 2) or USB micro-SD card readers and of course enough applications, luckily the most of them are open source.

#### Conclusions and future expansion possibilities

We presented in this paper a STEM based proposal for changes to some lab lessons of the training framework.

We offered also a standard didactic scenario as a first impression of how we think and face the changes we want to establish. As we already said this is the first attempt of our proposal, so we must wait at least this educational year to implement and measure the results that it has to offer.

As you can see the main idea of the changes are based to teamwork for the students and the role of mentor to the educational stuff. It also requires a vast amount of time for the outcome to come as the teams must work hard to achieve that their construction work as ordered, communicate with each

other, and can face at least the simpler errors.

The Educational system must provide the industry with technicians and engineers that can survive in the interdisciplinary environment that arises in the modern times we live, starting with the Mechatronics that combines electrical, electronic, mechanical and software engineering.

To make this a little bit clearer let's examine the standard template we included in our paper. The group of students must initially use structural decomposition, that is break down the problem into the sub-pieces and resolving each one separately (Rich Peter et al, 2019). Following they must use their mechanical knowledge of how the cooling system works, add their electrical ones of how a fan and a temperature sensor work and how we can control them, also based on their electronic ones they must decide which microcontroller will fit best in their project and with the proper add on establish the communication through the CAN bus and finally use their computational knowledge to program the microcontroller to perform the wanted tasks and make the proper checks.

This is the practical view of how you implement the interdisciplinarity and how we include the transversal ideas from the STEM epistemology and this is our view of how we imagine the whole training framework.

## References

- Karanikolas Nikitas, Antonios Liaramantzas & Leonidas Theodorakopoulos (2018) Cheap and efficient Solar Energy: Software and Electronics. In *Proceedings of 22nd Pan-Hellenic Conference on Informatics (PCI'18)*. ACM, New York, NY, USA, 5 pages. DOI: [10.1145/3291533.3291566](https://doi.org/10.1145/3291533.3291566)
- Kelley, T.R., Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *IJ STEM Ed* 3, 11 DOI: [10.1186/s40594-016-0046-z](https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z)
- Learning Designer, UCL Knowledge Lab, UCL Institute of Education 2013-2022, [Learning Designer \(ucl.ac.uk\)](https://www.ucl.ac.uk/learning-designer)
- Psycharis S et al (2018) Physical Computing, Computational Thinking, and Computational Experiment in Engineering Pedagogy: An implication for the Engineering Education Epistemology, Conference Paper
- Psycharis S et al (2017) Unfolding the Curriculum: Physical Computing, Computational Thinking and Computational Experiment in STEM's Transdisciplinary Approach, *CIE 2017-EJERS, European Journal of Engineering Research and Science*
- Psycharis S, Kotzampasaki E, (2017) A didactic scenario for implementation of computational thinking using inquiry game learning, ICEEL: International Conference on Education & E-Learning, DOI: [10.1145/3160908.3160918](https://doi.org/10.1145/3160908.3160918)
- Psycharis, S., Botsari, E., Mantas, P., and Loukeris, D. (2013). The impact of the computational inquiry-based experiment on metacognitive experiences, modelling indicators and learning performance. *Computers & Education*, vol.72, 90-99 DOI: [10.1016/j.compedu.2013.10.001](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.001)
- Rich Peter et al (2019) A Framework for Decomposition in Computational Thinking, ITiCSE, Aberdeen, Scotland Uk, ACM, DOI: [10.1145/3304221.3319793](https://doi.org/10.1145/3304221.3319793)
- Saleem A. et al (2011) Mechatronic system design course for undergraduate programs, European

Journal of Engineering Education, 36:4, 341-356, DOI: [10.1080/03043797.2011.593094](https://doi.org/10.1080/03043797.2011.593094)

Tamas Becsi et al (2015) Educational Frameworks for Vehicle Mechatronics, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, DOI: [10.1109/TITS.2015.2480958](https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2480958)

### **Hardware parts**

Arduino Uno [Arduino Uno Rev3 — Arduino Official Store](#) Accessed 8/10/2022

Arduino Mega 2560 [Arduino Mega 2560 Rev3 — Arduino Official Store](#) Accessed 8/10/2022

ESP32 – ESP8266 [Development Boards | Espressif Systems](#) & [NodeMcu -- An open-source firmware based on ESP8266 wifi-soc.](#) Accessed 8/10/2022

STM32 Nucleo-64 [NUCLEO-F030R8 - STM32 Nucleo-64 development board with STM32F030R8 MCU, supports Arduino and ST morpho connectivity - STMicroelectronics](#) Accessed 8/10/2022

Raspberry Pi 4 [Buy a Raspberry Pi 4 Model B – Raspberry Pi](#) Accessed 8/10/2022

CAN-BUS Shield V2.0 [CAN-BUS Shield V2.0 - Seeed Wiki \(seeedstudio.com\)](#) Accessed 8/10/2022

CAN-BUS Shield V2 SKU DFR0370 [CAN-BUS Shield V2 SKU DFR0370 -DFRobot](#) Accessed 8/10/2022

Arduino Ethernet Shield 2 [Arduino Ethernet Shield 2 — Arduino Official Store](#) Accessed 8/10/2022