

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

Τόμ. 13 (2024)

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

13<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία  
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023



## ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Γεώργιος Στύλος,

Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδας Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ  
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



Ιωάννινα  
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



**STEM Digitalis: Ανάπτυξη ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων για STEM εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών**

Νικόλαος Καπελώνης, Ελένη Μποτζάκη, Χαρά Μπιτσάκη, Ιωάννης Μεταξάς, Αλκίνοος-Ιωάννης Ζουρμπάκης, Κωνσταντίνος Χαλκιαδάκης, Αθανασία Κοκολάκη, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου

doi: [10.12681/codiste.6958](https://doi.org/10.12681/codiste.6958)

## **STEM DIGITALIS: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΓΙΑ STEM ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ**

Νικόλαος Καπελώνης<sup>1</sup>, Ελένη Μποτζάκη<sup>2</sup>, Χαρά Μπιτσάκη<sup>3</sup>, Ιωάννης Μεταξάς<sup>4</sup>, Αλκίνοος-  
Ιωάννης Ζουρμπάκης<sup>5</sup>, Κωνσταντίνος Χαλκιαδάκης<sup>6</sup>, Αθανασία Κοκολάκη<sup>7</sup>, Αιμιλία  
Μιχαηλίδη<sup>8</sup>, Δημήτρης Σταύρου<sup>9</sup>

<sup>1</sup>Υποψ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης – ΚΕΜΕ, <sup>2</sup>Υποψ. Διδακτόρισα ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης – ΚΕΜΕ,

<sup>3</sup>Υποψ. Διδακτόρισα ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης – ΚΕΜΕ, <sup>4</sup>Υποψ. Διδάκτορας Τμήμα Χημείας Παν. Κρήτης –  
ΚΕΜΕ, <sup>5</sup>Υποψ. Διδάκτορας ΠΤΠΕ Παν. Κρήτης, <sup>6</sup>Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Ρεθύμνου, <sup>7</sup>Μεταδιδακτορική  
Ερευνήτρια ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης – ΚΕΜΕ, <sup>8</sup>Επίκουρη Καθηγήτρια ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης – ΚΕΜΕ,

<sup>9</sup>Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης – ΚΕΜΕ

[kapelonis@uoc.gr](mailto:kapelonis@uoc.gr)

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

*Η παρούσα εργασία περιγράφει το πρόγραμμα “STEM DIGITALIS” που αποτελεί μια κοινοπραξία μεταξύ πέντε ακαδημαϊκών ιδρυμάτων στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού σχεδίου Erasmus+ για ανταλλαγή καλών πρακτικών στην Γ/θμια Εκπαίδευση. Σκοπός του προγράμματος είναι η ανάπτυξη μικτών και εξ αποστάσεως περιβαλλόντων μάθησης για εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης σε προηγμένα STEM αντικείμενα όπως η κλιματική αλλαγή, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κ.λπ.. Ειδικότερα, διερευνήθηκαν τα κριτήρια επιλογής ψηφιακών εργαλείων για ψηφιοποίηση STEM δραστηριοτήτων, καθώς και οι πιθανές δυνατότητες και περιορισμοί των ψηφιοποιημένων STEM δραστηριοτήτων που αναπτύχθηκαν.*

*Λέξεις κλειδιά:* STEM Εκπαίδευση, Ψηφιακά Περιβάλλοντα Μάθησης, Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών

## **STEM DIGITALIS: DEVELOPMENT OF DIGITAL LEARNING OBJECTS FOR PRE-SERVICE TEACHERS' STEM EDUCATION**

Nikolaos Kapelonis<sup>1</sup>, Eleni Botzaki<sup>2</sup>, Chara Bitsaki<sup>3</sup>, Ioannis Metaxas<sup>4</sup>, Alkinoos-Ioannis  
Zourmpakis<sup>5</sup>, Constantinos Chalkiadakis<sup>6</sup>, Athanasia Kokolaki<sup>7</sup>, Emily Michailidi<sup>8</sup>, Dimitris  
Stavrou<sup>9</sup>

<sup>1</sup>PhD candidate, University of Crete-UCRC, <sup>2</sup>PhD candidate, University of Crete-UCRC, <sup>3</sup>PhD candidate,  
University of Crete-UCRC, <sup>4</sup>PhD candidate, University of Crete-UCRC, <sup>5</sup>PhD candidate, University of  
Crete, <sup>6</sup>Laboratory Center of Science of Rethymnon, <sup>7</sup>Post-doc researcher, University of Crete-UCRC,

<sup>8</sup>Assistant Professor, University of Crete-UCRC, <sup>9</sup>Professor, University of Crete-UCRC

[kapelonis@uoc.gr](mailto:kapelonis@uoc.gr)

## ABSTRACT

*The present study describes the project “STEM DIGITALIS” which constitutes a collaboration of five academic institutions under the European Erasmus+ program for the exchange of good practices in higher education. The main purpose of the project is the development of blended and distance learning environments for prospective primary and secondary science teachers education in contemporary STEM topics such as climate change, renewable energy sources, etc. Specifically, the criteria for selecting digital tools for digitization of STEM activities were explored as well as the potential affordances and limitations of the digitized STEM activities that were developed.*

**Keywords:** STEM Education, Digital Learning Environments, Teacher Education

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πανδημία επηρέασε όλες τις εκφάνσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας και ιδιαίτερα τον τομέα της εκπαίδευσης όπου παρατηρήθηκε μια σχεδόν υποχρεωτική μετατροπή όλων των προσφερόμενων μαθημάτων σε διαδικτυακή μορφή σε όλες τις βαθμίδες. Για τους/τις διδάσκοντες/ουσες μαθημάτων που σχετίζονται με τις θετικές επιστήμες (STEM πεδία), η διαμόρφωση εικονικών περιβαλλόντων μάθησης αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση, μιας και τα συγκεκριμένα μαθήματα στηρίζονται σε σημαντικό βαθμό σε hands – on δραστηριότητες που είθισται να διεξάγονται σε δια ζώσης διδασκαλίες βασισμένες στη διερευνητική προσέγγιση με χρήση ιδιαίτερου εξοπλισμού (Baincakova & Bernard 2020).

Εν τούτοις, η αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών κατά την υλοποίηση STEM διδασκαλιών θεωρείται ότι μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στη διαμόρφωση δυναμικών, αλληλεπιδραστικών και διερευνητικών περιβαλλόντων μάθησης. Πιο συγκεκριμένα, για τη διαμόρφωση ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης που να ακολουθούν αρχές μάθησης μέσω διερεύνησης, προτείνονται ποικίλες κατηγορίες ψηφιακών τεχνολογιών για κάθε φάση διερεύνησης (Zacharia et al., 2015). Αναλυτικότερα, οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να παρέχουν πρόσβαση σε πραγματικά εργαλεία και εργαστηριακό εξοπλισμό μέσα από απομακρυσμένα εργαστήρια (remote labs), καθώς και μέσα από εικονικά εργαστήρια (virtual labs) (de Jong et al., 2013), υποστηρίζοντας τη διεξαγωγή πειραματικών διαδικασιών και επιστημονικών πρακτικών, όπως τον έλεγχο των μεταβλητών, τη συλλογή δεδομένων, την εξαγωγή συμπερασμάτων κ.λπ. (Sokoloff et al. 2007). Ακόμη, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας με στόχο τη γνωστική υποστήριξη (π.χ. προσομοιώσεις, οπτικοποιήσεις φαινομένων κ.ά.) και τη διευκόλυνση της αλληλεπίδρασης των εμπλεκόμενων στην μαθησιακή διαδικασία, αλλά και με το περιεχόμενο, φαίνεται να συμβάλλει στην ενίσχυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων και του ενδιαφέροντος (Nortvig et al., 2018).

Μια προσέγγιση, που μπορεί να υποστηρίξει τον σχεδιασμό STEM διδασκαλιών με αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων, είναι εκείνη της Μικτής Μάθησης (Blended Learning) που συνδυάζει τόσο διαδικτυακές (online), όσο και δια ζώσης (face-to-face) διδακτικές δραστηριότητες, στοχεύοντας στη δημιουργία πιο ευέλικτων τρόπων εκπαίδευσης, καθώς και την ενίσχυση της εξατομικευσης (Boelens et al., 2018). Η δόμηση των μαθημάτων κατά αυτόν τον τρόπο, πέρα από την αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων, μπορεί να υποστηρίξει και τον συνδυασμό διαφόρων παιδαγωγικών προσεγγίσεων σε μια διδασκαλία, όπως τη μάθηση μέσω διερεύνησης, την επίλυση προβλημάτων, την συνεργατική μάθηση κ.ά. (Baerler et al., 2014), δημιουργώντας ένα περιβάλλον ενεργούς μάθησης (Nayar et al., 2020). Συνεπώς, η Μικτή Μάθηση μπορεί να αξιοποιηθεί για τη μεταφορά STEM διδασκαλιών σε ψηφιακή μορφή, διατηρώντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της STEM προσέγγισης σε ένα ψηφιακό περιβάλλον μάθησης.

Ωστόσο, τα ερευνητικά δεδομένα σχετικά με τον τρόπο ανάπτυξης και αξιολόγησης ψηφιακών STEM διδασκαλιών εξ αποστάσεως ή/και Μικτής Μάθησης είναι αρκετά περιορισμένα (Ibáñez & Delgado-Kloos

2018). Οι διδάσκοντες/ουσες καλούνται να αξιοποιήσουν ένα συνδυασμό γνώσεων και δεξιοτήτων που αφορούν ποικίλες διαστάσεις, όπως την αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών, την STEM προσέγγιση, την εξ αποστάσεως και την μικτή μάθηση (Altawalbeh & Al-Ajlouni, 2022 · Dziuban et al., 2018). Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη για συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη και παροχή υποστηρικτικού υλικού, προκειμένου να είναι σε θέση να δομήσουν ένα γόνιμο ψηφιακό περιβάλλον μάθησης που να υποστηρίζει την εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών σε σύγχρονα STEM αντικείμενα, ιδιαίτερα όταν αξιοποιείται σε ένα πλαίσιο εξ αποστάσεως ή/και μικτής μάθησης.

Επομένως, το ευρωπαϊκό Erasmus+ πρόγραμμα “STEM DIGITALIS” αποσκοπεί στην ανάπτυξη μικτών ή/ και εξ αποστάσεως περιβαλλόντων μάθησης για μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης σχετικά με σύγχρονα STEM αντικείμενα. Για την επίτευξη των παραπάνω, στο πλαίσιο του προγράμματος αναπτύχθηκαν α. 5 ψηφιακά διδακτικά σενάρια για σύγχρονα STEM αντικείμενα, β. στρατηγικές διδασκαλίας και μάθησης σε ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης βασιζόμενες σε ένα πλαίσιο 5 διαστάσεων καθώς γ. προτάσεις εκπαίδευσης μελλοντικών εκπαιδευτικών σε σύγχρονα STEM αντικείμενα μέσα από την αξιοποίηση ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα STEM DIGITALIS (<https://stemdigitalis-project.eu/>) αποτελεί μια κοινοπραξία στην οποία συμμετέχουν πέντε πανεπιστήμια και συγκεκριμένα το Πανεπιστήμιο Κρήτης (Ελλάδα) ως συντονιστής, το Leibniz Universitaet Hannover (Γερμανία), το Tallinn University (Εσθονία), το Dublin City University (Ιρλανδία) και το Rijksuniversiteit Groningen (Ολλανδία). Για την υλοποίηση του προγράμματος ακολουθήθηκε μια πορεία τεσσάρων φάσεων:

*Φάση Α:* Σε πρώτη φάση αναπτύχθηκαν πέντε ψηφιακά διδακτικά σενάρια διάρκειας οκτώ έως δώδεκα ωρών το καθένα για τα ακόλουθα σύγχρονα STEM αντικείμενα, i. Κλιματική Αλλαγή (Climate Change), ii. Αξία & Ποιότητα του Νερού (Value & Quality of water), iii. Ωκεάνιες μπαταρίες και ενεργειακές φάρμες (Ocean Batteries and Energy Farms), iv. Οικιακή Ενέργεια (Energy at Home), και v. Συμβολομετρία (Interferometry). Για τη ψηφιοποίηση των δραστηριοτήτων στα προαναφερθέντα διδακτικά σενάρια αξιοποιήθηκαν ποικίλα μέσα, όπως διαδραστικά βίντεο (H5P), εργαλεία html, εφαρμογές σε κινητές συσκευές - App Inventor, εργαλεία επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented reality – AR), Infographics και το Unity 3D για διαμόρφωση περιβαλλόντων εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality – VR) και παιχνιδοποίησης.

*Φάση Β:* Αυτή η φάση αφορά στην ανάπτυξη στρατηγικών διδασκαλίας και μάθησης για την αποτελεσματική αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών κατά τη διδασκαλία σύγχρονων STEM αντικειμένων καθώς και τη διαμόρφωση αποτελεσματικών μικτών ή/ και εξ αποστάσεως περιβαλλόντων μάθησης. Με το πέρας των Φάσεων Α και Β, τα ψηφιακά αυτά διδακτικά σενάρια καθώς και οι διδακτικές στρατηγικές που διαμορφώθηκαν από τα μέλη της κοινοπραξίας, δοκιμάστηκαν διακρατικά σε ποικίλα εκπαιδευτικά πλαίσια των συμμετεχουσών χωρών, καθώς και σε ένα πανευρωπαϊκό θερινό σχολείο που διοργανώθηκε στο τέλος του πρώτου έτους του προγράμματος (Ιούλιος 2022). Ακόμη, δεδομένα που συλλέχθηκαν από το θερινό σχολείο, αξιοποιήθηκαν για την αναδιαμόρφωση και την οριστικοποίηση των διδακτικών σεναρίων, ώστε να ακολουθήσει η ενσωμάτωσή τους στην ανοιχτή πλατφόρμα στη Φάση Γ.

*Φάση Γ:* Στη φάση αυτή, το ψηφιακό διδακτικό υλικό ενσωματώθηκε σε μια πλατφόρμα ανοικτής πρόσβασης, αξιοποιώντας τις στρατηγικές διδασκαλίας που διαμορφώθηκαν κατά το πρώτο έτος του προγράμματος. Η λειτουργία και η αποτελεσματικότητα της πλατφόρμας αξιολογήθηκε κατά την υλοποίηση πέντε διαδικτυακών σεμιναρίων (online joint seminars) (Απρίλιος – Ιούνιος 2023) σε καθένα από τα πανεπιστήμια

της κοινοπραξίας διάρκειας μιας εβδομάδας το καθένα και μέσω ενός webinar διάρκειας τριών ημερών (Σεπτέμβριος 2023) σε ερευνητές και διδάσκοντες των συνεργαζόμενων πανεπιστημιακών ιδρυμάτων.

**Φάση Δ:** Κατά την τελευταία φάση του προγράμματος, τα αποτελέσματα από την ανάπτυξη και αξιολόγηση των διδακτικών σεναρίων, των στρατηγικών διδασκαλίας και μάθησης, καθώς και της ανοικτής πλατφόρμας συνέβαλαν στη διαμόρφωση κατευθυντήριων γραμμών για την ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης σχετικά με STEM αντικείμενα, αλλά και προτάσεων προς τους φορείς εκπαιδευτικής πολιτικής για την προώθηση της εκπαίδευσης μελλοντικών και εν ενεργεία εκπαιδευτικών σε σύγχρονα STEM αντικείμενα μέσα από την αξιοποίηση ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Ψηφιοποίηση STEM δραστηριοτήτων

Κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη των ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης στα πλαίσια του προγράμματος “STEM DIGITALIS”, επιλέχθηκαν ποικίλα ψηφιακά εργαλεία τα οποία βάσει των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους θεωρείται ότι μπορούν να υποστηρίξουν τη διδασκαλία σύγχρονων STEM αντικειμένων σε μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς. Παρακάτω ακολουθεί (βλ. Πίνακας 1) μια αποτύπωση των ψηφιακών εργαλείων και πόρων που αξιοποιήθηκαν ή/και αναπτύχθηκαν από τους εταίρους στα πλαίσια των πέντε ψηφιακών διδακτικών σεναρίων του προγράμματος.

Πίνακας 1: Εργαλεία για την ψηφιοποίηση των STEM δραστηριοτήτων

Κατηγορία	Εργαλεία	Σενάριο
<b>Περιβάλλοντα μάθησης με εμπύθιση</b> ( <i>Immersive Learning Environments</i> )	• Εικονικό εργαστήριο	Συμβολομετρία
	• Εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας	Ωκεάνιες μπαταρίες και ενεργειακές φάρμες, Κλιματική Αλλαγή
	• Εκπαιδευτικό Παιχνίδι ( <i>Serious game</i> )	Κλιματική Αλλαγή
	• Διαδικτυακή πλατφόρμα παιχνιδιού	Ωκεάνιες μπαταρίες και ενεργειακές φάρμες
<b>Παραμετροποιήσιμοι ψηφιακοί πόροι</b> ( <i>Configurable digital resources</i> )	• Προσομοιώσεις	Οικιακή Ενέργεια
	• Διαδραστικά πειράματα οθόνης ( <i>interactive screen experiments</i> )	Συμβολομετρία
	• Λογισμικό Γεωμετρίας	Συμβολομετρία
	• Αριθμομηχανή ( <i>graphic calculator</i> )	Οικιακή Ενέργεια
<b>Επεξεργαστές πραγματικών δεδομένων</b> ( <i>Real data processors</i> )	• Υπολογιστής ανθρακικού αποτυπώματος	Κλιματική Αλλαγή
	• Διαδικτυακό λογισμικό ανάλυσης και απεικόνισης δεδομένων	Αξία & Ποιότητα του Νερού
	• Εργαλεία html για γραφική αναπαράσταση ποσοτήτων ως συνάρτηση του χρόνου	Κλιματική Αλλαγή
<b>Εννοιολογική χαρτογράφηση</b> ( <i>Concept mapping</i> )	• Εννοιολογικοί χάρτες	Αξία & Ποιότητα του Νερού, Οικιακή Ενέργεια
<b>Εργαλεία διαμοιρασμού σε πραγματικό χρόνο</b> ( <i>Real time sharing tools</i> )	• Διαδικτυακά κοινόχρηστοι πίνακες • Διαδικτυακά κοινόχρηστα σημειωματάρια • Επεξεργάσιμα έγγραφα μέσω διαδικτύου	Αξία & Ποιότητα του Νερού, Συμβολομετρίας, Ωκεάνιες μπαταρίες και ενεργειακές φάρμες, Κλιματική Αλλαγή
<b>Διαδραστικοί πόροι βίντεο και εικόνας</b> ( <i>Interactive video and image resources</i> )	• Διαδραστικά βίντεο	Κλιματική Αλλαγή
	• Διαδραστικές εικόνες και χάρτες	Κλιματική Αλλαγή, Αξία & Ποιότητα του Νερού

<b>Διαδικτυακοί πόροι (Online resources)</b>	• Ιστοσελίδες	Αξίας & Ποιότητας του Νερού
	• Ανοιχτή πλατφόρμα δημιουργίας βιβλίου	Οικιακή Ενέργεια
<b>Πόροι βίντεο και ήχου (Video and Audio resources)</b>	• Βίντεο • Podcasts	Ωκεάνιες μπαταρίες και ενεργειακές φάρμες, Συμβολομετρία

Πιο αναλυτικά, η διδακτική αξιοποίηση των προαναφερθέντων εργαλείων στα ψηφιακά σενάρια του προγράμματος ήταν η ακόλουθη:

- «Περιβάλλοντα μάθησης με εμπύθιση»: Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται όλα τα περιβάλλοντα μάθησης που διαθέτουν το χαρακτηριστικό της εμπύθισης και έχουν στόχο την ενεργή εμπλοκή των μελλοντικών εκπαιδευτικών. Τα περιβάλλοντα που διαμορφώθηκαν για να υποστηρίξουν τα σενάρια που αναπτύχθηκαν, ποικίλουν βάσει του βαθμού εμπύθισης τους. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο περιβάλλον θα μπορούσε να έχει τη μορφή παιχνιδιού (βλ. Εικόνα 1), στο οποίο οι χρήστες καλούνται να συλλέξουν χρήσιμες πληροφορίες και δεδομένα, ενώ παράλληλα τους παρέχεται αυτονομία για εξερεύνηση του συγκεκριμένου εικονικού περιβάλλοντος (βλ. Εικόνα 1).

Εικόνα 1: Εκπαιδευτικό Παιχνίδι (Serious game, Unity 3D)



- «Παραμετροποιήσιμοι ψηφιακοί πόροι»: Αυτή η κατηγορία ψηφιακών πόρων και εργαλείων παρέχει τη δυνατότητα στους/στις χρήστες να χειρίζονται και να τροποποιούν τις ποικίλες παραμέτρους ενός πειράματος, ενός μοντέλου ή ενός φαινομένου, λαμβάνοντας τα αντίστοιχα δεδομένα γεγονός που συμβάλλει στην ολιστική προσέγγιση ενός φαινομένου σε μια διδασκαλία Φ.Ε.. Ένα παράδειγμα εργαλείου που εντάσσεται σε αυτή την κατηγορία είναι οι προσομοιώσεις που αξιοποιήθηκαν στο σενάριο Οικιακή Ενέργεια.

- «Επεξεργαστές πραγματικών δεδομένων»: Η κατηγορία αυτή αφορά σε εργαλεία για την επεξεργασία και την αναπαράσταση πραγματικών δεδομένων. Τα εργαλεία αυτά παρέχουν τη δυνατότητα στους/στις μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς να επεξεργάζονται δεδομένα πραγματικού κόσμου και να εξάγουν συμπεράσματα για τα αντίστοιχα θέματα. Παράδειγμα τέτοιου εργαλείου αποτελεί η γραφική παράσταση της Εικόνας 2, η οποία αποτυπώνει πραγματικά δεδομένα σχετικά τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα σε συνάρτηση με τον χρόνο.

Εικόνα 2: Εργαλείο html γραφική αναπαράσταση διοξειδίου του άνθρακα ως συνάρτηση του χρόνου

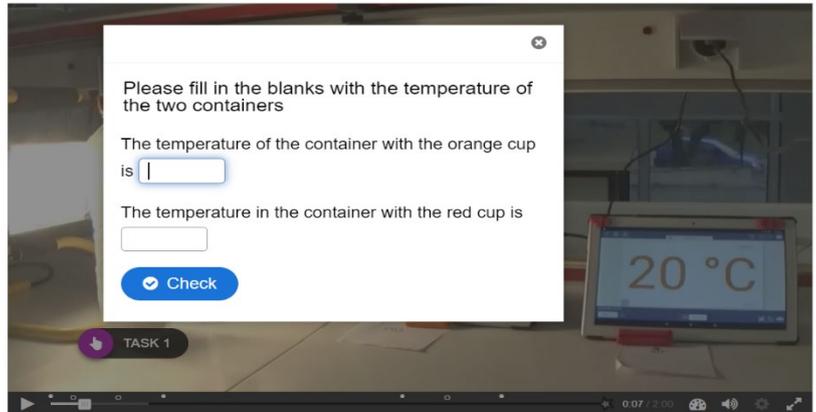


- «Εννοιολογική χαρτογράφηση»: Οι εννοιολογικοί χάρτες παρέχουν τη δυνατότητα στους/στις μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς να αναπαραστήσουν γραφικά πώς διαφορετικές έννοιες μπορεί να

σχετίζονται μεταξύ τους. Επιπλέον, οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί μπορούν να εργαστούν ατομικά ή ομαδικά κατά την διαμόρφωση των εννοιολογικών χαρτών.

- «*Εργαλεία διαμοιρασμού σε πραγματικό χρόνο*»: Τα εργαλεία αυτά διευκολύνουν την ομαδική εργασία και επιτρέπουν στους/στις εκπαιδευτικούς να εργαστούν συλλογικά σε κοινά αρχεία.

- «*Διαδραστικοί πόροι βίντεο και εικόνας*»: Εικόνα 3: Περιβάλλον διαδραστικού βίντεο - πειράματος



Μια άλλη κατηγορία ψηφιακών πόρων που περιλαμβάνονται στα σενάρια STEM DIGITALIS ήταν τα διαδραστικά βίντεο, οι διαδραστικές εικόνες και οι διαδραστικοί χάρτες. Αυτοί οι πόροι αποτελούσαν έναν πιο διαδραστικό τρόπο για τους/τις μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν πληροφορίες και δεδομένα που θα χρησιμοποιούσαν αργότερα κατά τη διάρκεια του σεναρίου. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν τα διαδραστικά βίντεο-πειράματα, τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν τη μάθηση μέσω διερεύνησης επιτρέποντας τη διεξαγωγή υποθέσεων, την καταγραφή μετρήσεων, τον έλεγχο των υποθέσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων, ενώ παράλληλα υπερβαίνουν τους περιορισμούς χρόνου και εξοπλισμού, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.

- «*Διαδικτυακοί πόροι*»: Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται όσοι πόροι αξιοποιήθηκαν σε κάθε σενάριο (π.χ. ιστότοποι), για να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες με οργανωμένο τρόπο στους/στις μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς.
- «*Πόροι βίντεο και ήχου*»: Η κατηγορία αυτή σχετίζεται με όσους πόρους παρείχαν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με το επιστημονικό περιεχόμενο σε κάθε σενάριο, ώστε να μπορέσουν να το επεξεργαστούν οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί με μεγαλύτερη ευκολία.

### Πλαίσιο 5 διαστάσεων για δόμηση δραστηριοτήτων

Τα ψηφιακά διδακτικά σενάρια που αναπτύχθηκαν από την κοινοπραξία του προγράμματος “STEM DIGITALIS” για STEM εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών, αποτελούνται από δραστηριότητες που προωθούν την ενεργό εμπλοκή των μαθητευομένων, παρέχοντάς τους την ευκαιρία να εργάζονται ατομικά και ομαδικά, υιοθετώντας στοιχεία μαθητοκεντρικής προσέγγισης. Ακόμη, οι δραστηριότητες διαμορφώθηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε οι περισσότερες να μπορούν να εφαρμοστούν σύγχρονα και ασύγχρονα, αξιοποιώντας τόσο αναλογικά, όσο και ψηφιακά εργαλεία ανάλογα με το πλαίσιο διεξαγωγής τους, το οποίο μπορεί να είναι οι δια ζώσης ή εξ αποστάσεως διδασκαλίες, καθώς και οι διδασκαλίες μικτής μάθησης.

Από την ανάλυση αυτού του υλικού, διαμορφώθηκε ένα πλαίσιο που προτείνεται για τη δόμηση δραστηριοτήτων βάσει πέντε (5) διαστάσεων (βλ. Εικόνα 1). Πιο αναλυτικά, οι διαστάσεις που χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψη είναι οι ακόλουθες:

- «Προσέγγιση»: Αυτή η διάσταση ορίζει βάσει της στοχοθεσίας της κάθε δραστηριότητας, το αν θα εφαρμοστεί η μαθητοκεντρική ή δασκαλοκεντρική προσέγγιση. Για παράδειγμα, όταν απαιτείται η άμεση παροχή πληροφορίας στους/στις μαθητευόμενους/ες εφαρμόζεται η δασκαλοκεντρική προσέγγιση, ενώ όταν στόχος της δραστηριότητας είναι η ενεργός εμπλοκή των μαθητευόμενων, υιοθετείται η μαθητοκεντρική προσέγγιση.
- «Τρόπος διεξαγωγής δραστηριότητας»: Αυτή η διάσταση ορίζει αν οι δραστηριότητες πραγματοποιούνται σε εξ αποστάσεως ή σε δια ζώσης πλαίσιο, ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες.
- «Συγχρονισμός»: Μέσα από αυτή τη διάσταση ορίζεται το αν μια δραστηριότητα πραγματοποιείται σύγχρονα ή ασύγχρονα. Κάποια από τα κριτήρια που θέτει ο εκπαιδευτικός, προκειμένου να ορίσει το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, σχετίζονται με το αν θεωρεί ότι πρέπει να δοθεί άμεσα ανατροφοδότηση στον/στην μαθητευόμενο/η, καθώς και αν το περιεχόμενο της δραστηριότητας απαιτεί από τον/την μαθητευόμενο/η να εργαστεί με τον δικό του/της ρυθμό.
- «Κοινωνική Πτυχή»: Οι δραστηριότητες που βασίζονται στη μαθητοκεντρική προσέγγιση μπορεί να παρέχουν την ευκαιρία στους/στις μαθητευόμενους/ες να εργάζονται είτε ατομικά, είτε ομαδικά. Αυτό ορίζεται βάσει των στόχων της κάθε δραστηριότητας, δηλαδή το αν στοχεύει στο να παρέχει την ευκαιρία στον/στην μαθητευόμενο/η να αντιμετωπίσει μόνος/η τις προσωπικές δυσκολίες του/της, ή αν επιδιώκει την καλλιέργεια της συνεργασίας και την ανταλλαγή απόψεων.
- «Πολυμέσα»: Μέσα από αυτή την διάσταση ορίζεται η χρήση αναλογικών ή ψηφιακών εργαλείων. Ακόμη, μια δραστηριότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση είτε αναλογικών, είτε ψηφιακών εργαλείων και οργάνων, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες.

Η αξιοποίηση αυτού του πλαισίου μπορεί να συμβάλλει στη δόμηση δραστηριοτήτων που να υποστηρίζουν την επικοινωνία, τη συνεργασία, καθώς και την ενεργό εμπλοκή των μαθητευόμενων ακόμη και σε περιβάλλοντα εξ αποστάσεως ή/και Μικτής Μάθησης.

### Προτάσεις εκπαίδευσης εκπαιδευτικών σε σύγχρονα STEM αντικείμενα

Έπειτα από την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την εφαρμογή των διδακτικών σεναρίων και των στρατηγικών αφενός στα πανεπιστημιακά ιδρύματα της κοινοπραξίας και αφετέρου στο θερινό σχολείο που υλοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος προέκυψαν οι ακόλουθες προτάσεις για την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών σε σύγχρονα STEM αντικείμενα μέσω της αξιοποίησης ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης:

Εικόνα 4: Πλαίσιο 5 διαστάσεων για δόμηση δραστηριοτήτων



1. Κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη STEM διδακτικού υλικού με ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών που θα απευθύνεται σε μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς προτείνεται η επιλογή θεμάτων από το πεδίο των φυσικών επιστημών που να υποστηρίζουν την διερεύνηση και την επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου και της κοινωνίας, προκαλώντας το ενδιαφέρον τους και ενισχύοντας την ενεργό εμπλοκή των μαθητευόμενων.
2. Επιπλέον, αναγνωρίζοντας την σημασία της αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών στην μαθησιακή διαδικασία, προτείνεται η επιλογή εργαλείων που να μπορούν να συμβάλλουν στη διαμόρφωση ενός ψηφιακού περιβάλλοντος μάθησης, που να ενισχύει την διαδραστικότητα, που θα προσαρμόζεται στις εκάστοτε εκπαιδευτικές ανάγκες, θα παρέχει προσβασιμότητα χωρίς αποκλεισμούς και θα είναι ευέλικτο να καλύψει ανάγκες εξ αποστάσεως ή μικτής μάθησης.
3. Παράλληλα, τα ψηφιακά περιβάλλοντα πρέπει να διαμορφώνονται έτσι ώστε εξυπηρετούν την αποτελεσματική εφαρμογή των παιδαγωγικών προσεγγίσεων, όπως τη μάθηση μέσω διερεύνηση και την επίλυση προβλημάτων. Ακόμη ένα στοιχείο που αφορά την διεξαγωγή της διδασκαλία και θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι η παροχή άμεσης και εξατομικευμένης ανατροφοδότησης.
4. Τέλος, προτείνεται η υποστήριξη και η προώθηση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελλοντικών εκπαιδευτικών μέσα από ομαδικές δραστηριότητες, αλλά και η επικοινωνία με τους/τις διδάσκοντες/ουσες, ακόμη και σε ένα εξ αποστάσεως ή/και μικτό περιβάλλον μάθησης.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ολοκλήρωση του ευρωπαϊκού προγράμματος “STEM DIGITALIS”, προέκυψαν ψηφιακοί πόροι για τη διδασκαλία σύγχρονων STEM αντικειμένων, οι οποίοι μπορούν να αξιοποιούνται σε μικτά ή/ και εξ αποστάσεως περιβάλλοντα μάθησης. Ακόμη, αποτέλεσμα του προγράμματος ήταν η διαμόρφωση προτάσεων για αξιοποίηση εργαλείων βάσει των δυνατοτήτων και των περιορισμών που αναδείχθηκαν, καθώς και ενός πλαισίου για τη διαμόρφωση διδακτικών στρατηγικών αξιοποίησης ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης σχετικά με σύγχρονα STEM αντικείμενα. Τέλος, διαμορφώθηκαν προτάσεις σχετικά με την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών σε σύγχρονα STEM αντικείμενα μέσα από ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης.

Οι βασικοί αποδέκτες των παραδοτέων και των αποτελεσμάτων του προγράμματος είναι οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί Α/θμιας και Β/θμιας εκπαίδευσης στους/στις οποίους/ες απευθύνεται το ψηφιακό διδακτικό υλικό που έχει αναπτυχθεί. Με την αξιοποίηση των ψηφιακών πόρων που διαμορφώθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος, αναμένεται τόσο να βελτιωθούν οι ψηφιακές δεξιότητες των εκπαιδευτικών, όσο και να κατανοήσουν οι ίδιοι/ες τον τρόπο ενσωμάτωσης και αξιοποίησης των ψηφιακών τεχνολογιών κατά τη διδασκαλία STEM αντικειμένων. Τέλος, σημαντικοί αποδέκτες των αποτελεσμάτων του έργου είναι οι ίδιοι/ες οι διδάσκοντες/ουσες Γ/θμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι/ες θα μπορούν να αξιοποιήσουν το ψηφιακό διδακτικό υλικό και τις διδακτικές στρατηγικές έχουν διαμορφωθεί, προκειμένου να ενσωματώνουν στα μαθήματά τους αποτελεσματικά ψηφιακές τεχνολογίες και αντικείμενα σύγχρονης έρευνας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Altawalbeh, K., & Al-Ajlouni, A. (2022). The Impact of Distance Learning on Science Education during the Pandemic. *International Journal of Technology in Education*, 5(1), 43-66. <https://doi.org/10.46328/ijte.195>
- Baepler, P., Walker, J. D., & Driessen, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. *Computers & Education*, 78, 227-236. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.06.006>

- Baincakova, M. & Bernard, P. (2020). Online Experimentation during COVID-19 Secondary School Closures: Teaching Methods and Student Perceptions. *Journal of Chemical Education*, 97, 3295-3300. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00748>
- Boelens, R., Voet, M., & De Wever, B. (2018). The design of blended learning in response to student diversity in higher education: Instructors' views and use of differentiated instruction in blended learning. *Computers & Education*, 120, 197-212. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.009>
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308. <https://10.1126/science.1230579>
- Dziuban, C., Graham, C. R., Moskal, P. D., Norberg, A., & Sicilia, N. (2018). Blended learning: the new normal and emerging technologies. *International journal of educational technology in Higher education*, 15(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0087-5>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Nayar, B., & Koul, S. (2020). Blended learning in higher education: a transition to experiential classrooms. *International Journal of Educational Management*. <https://doi.org/10.1108/IJEM-08-2019-0295>
- Nortvig, A. M., Petersen, A. K., & Balle, S. H. (2018). A Literature Review of the Factors Influencing E-Learning and Blended Learning in Relation to Learning Outcome, Student Satisfaction and Engagement. *Electronic Journal of E-learning*, 16(1), pp 46-55.
- Sokoloff, D. R., Laws, P. W., & Thornton, R. K. (2007). RealTime Physics: active learning labs transforming the introductory laboratory. *European Journal of Physics*, 28(3), S83. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/28/3/S08>
- Zacharia, Z., Manoli, C., Xenofontos, N., de Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S., ... Tsourlidaki, E. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs in science: a literature review. *Educational Technology Research and Development*, 63 (2), 257-302. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9370-0>