



ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ, ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ
ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΗ ΕΚΜΑΘΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗΝ
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

της

ΣΤΑΜΑΤΙΑΔΟΥ ΜΑΡΙΑΛΕΝΑ

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του
μεταπτυχιακού διπλώματος στις

**ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑ
ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ (με ειδίκευση STEM και Ρομποτική στην Εκπαίδευση)**

Φεβρουάριος 2023

Μαριαλένα Σταματιάδου

σελ. 1

© ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, Έτος

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (ΜΔΕ), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακού Σπουδών στις Επιστήμες της Αγωγής: Εφαρμογές Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) στην Εκπαίδευση και τη Δια Βίου Μάθηση (με ειδίκευση STEM και Ρομποτική στην εκπαίδευση), και τα λοιπά αποτελέσματα αυτής αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Μακεδονίας και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, όπου εκπονήθηκε η ΜΔΕ καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.



ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ, ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΓΩΓΗΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΕΝΗ ΕΚΜΑΘΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗΝ
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

της

ΣΤΑΜΑΤΙΑΔΟΥ ΜΑΡΙΑΛΕΝΑ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Επιβλέπων/ουσα Καθηγητής/ρια: Κασκάλης Θεόδωρος
Μέλη: Φαχαντίδης Νικόλαος
Λεύκος Ιωάννης

Φεβρουάριος 2023

Μαριαλένα Σταματιάδου

σελ. 3

Προσομοιωμένη εκμάθηση ηλεκτρονικής στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Περιεχόμενα

Πρόλογο	5
Abstract	6
Μέθοδος Προσέγγισης του Θέματος.....	8
Επιδιωκόμενα Αποτελέσματα	9
Μάθηση μέσω ανεξάρτητων έργων.....	10
Μάθηση μέσω της επίλυσης προβλημάτων.....	10
Μάθηση μέσω διερεύνησης (IBL).....	11
Εισαγωγή.....	11
Θεωρητικό Πλαίσιο.....	12
Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας και της επιστημονικής έρευνας.....	16
Προσομοιωμένη εκμάθηση.....	20
Stem Τεχνολογία.....	23
Ευκολία χρήσης και αντιλαμβανόμενη μάθηση.....	34
Η ευτυχία και η αίσθηση ότι κάποιος αποκτά γνώσεις.....	36
Η ευκολία χρήσης, η απογοήτευση, το αντιλαμβανόμενο επίπεδο επίτευξης και η συνολική ικανοποίηση.....	38
Οι επιδράσεις της εκπαίδευσης STEM στις δεξιότητες που σχετίζονται με την επιστημονική διαδικασία και την ευαισθητοποίηση STEM σε ένα μαθησιακό περιβάλλον που βασίζεται στην προσομοίωση και τη διερεύνηση.....	50
Τα πλεονεκτήματα της χρήσης προσομοιώσεων στις εκπαιδευτικές πρακτικές.....	61
Βελτίωση των εκπαιδευτικών ευκαιριών μέσω της χρήσης " παιχνιδιών".....	64
Μάθηση στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση μέσω της χρήσης της προσομοίωσης.....	67
Οι προσομοιώσεις με τη χρήση της Τεχνολογίας Εκπαίδευσης Φυσικής (PhET) και τα αποτελέσματα STEM.....	75
Πρακτικό Μέρος.....	78
Θεματικές Ενότητες / Φύλλα Εργασίας / Ειδικοί Στόχοι.....	78
Σχέδια μαθημάτων με βάση το βιβλίο φυσικής α γυμνασίου.....	79
Μετρήσεις Μήκους – Η Μέση Τιμή.....	79

Μετρήσεις Χρόνου – Η Ακρίβεια	81
Μετρήσεις Μάζας – Τα Διαγράμματα.....	84
Μετρήσεις Θερμοκρασίας – Η Βαθμονόμηση.....	86
Από τη Θερμότητα στη Θερμοκρασία – Η Θερμική Ισορροπία	89
Οι Αλλαγές Κατάστασης του Νερού – Ο "Κύκλος" του Νερού	92
Μέθοδοι.....	94
Σχέδια μαθημάτων στο περιβάλλον προσομοίωσης tinkercad	95
Το Ηλεκτρικό βραχυ-Κύκλωμα – Κίνδυνοι και "Ασφάλεια"	95
Ανοίξτε τον Επεξεργαστή Κώδικα.....	103
Ηλεκτρισμός και ηλεκτρικές συσκευές.....	104
Κατασκευή Ηλεκτρικής Πηγής.....	111
Μπαταρία κέρματος 3v	112
Συζήτηση - Επίλογος	117
Βιβλιογραφία.....	118

Πρόλογο

Στις αρχές του εικοστού πρώτου αιώνα, δόθηκε αυξημένη έμφαση στην εκπαίδευση στους τομείς STEM. Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μια αισθητή αύξηση του επιπέδου ανησυχίας σε παγκόσμια κλίμακα σχετικά με την ανάπτυξη της εκπαίδευσης STEM. Οι εκπαιδευτικοί δεν είναι οι μόνοι που τονίζουν τη σημασία της ενίσχυσης των δεξιοτήτων STEM- το ίδιο κάνουν και οι φορείς χάραξης πολιτικής, οι μη κυβερνητικές οργανώσεις και οι οργανώσεις επιχειρήσεων και βιομηχανιών. Όλα αυτά σε μια προσπάθεια να αντιμετωπιστούν οι τρέχουσες και επερχόμενες κοινωνικές και οικονομικές προκλήσεις.

Αυτή τη στιγμή λαμβάνουν χώρα διάφορα κινήματα εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης σε παγκόσμια κλίμακα. Ανακαλύφθηκε ότι έχουν δημιουργηθεί πολυάριθμα ιδρύματα που υποστηρίζουν την εκπαίδευση και την επικοινωνία STEM από την κυβέρνηση, τα

σχολεία και τις επιχειρήσεις. Οργανώθηκαν οι νέες μέθοδοι ενσωμάτωσης του περιεχομένου και των πρακτικών μεταξύ των μαθηματικών, της μηχανικής, της τεχνολογίας και της επιστήμης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία των αρχών που ενισχύουν την εκμάθηση περίπλοκων εννοιών από τους μαθητές. Λόγω του πρακτικού χαρακτήρα αυτού του σχολικού αντικειμένου, οι μαθητές μπόρεσαν να μάθουν πώς να αντιλαμβάνονται εννοιολογικά αυτά που έμαθαν και να τα φέρνουν στο πλαίσιο πραγματικών εφαρμογών.

Είναι κοινή πεποίθηση ότι η αύξηση της έκθεσης των μαθητών στη μηχανική μέσω της δημιουργίας νέων προγραμμάτων μηχανικής ή της ενσωμάτωσης του περιεχομένου της μηχανικής στη μελέτη των θετικών επιστημών, της τεχνολογίας και των μαθηματικών θα βελτιώσει τις ακαδημαϊκές επιδόσεις των μαθητών και το ενδιαφέρον τους για αυτούς τους τομείς.

Σε μια προσπάθεια να παρέχουν μεγαλύτερο πλαίσιο για τα θέματα που καλύπτονται στις θετικές επιστήμες, τα μαθηματικά και την τεχνολογία, ορισμένα έθνη έχουν διερευνήσει τη δυνατότητα ανάπτυξης προγραμμάτων σπουδών μηχανικής για χρήση στα εκπαιδευτικά τους ιδρύματα. Άλλες χώρες αρχίζουν να ενσωματώνουν θέματα μηχανικής στα εκπαιδευτικά τους προγράμματα για την τεχνολογία.

Στο παραπάνω πλαίσιο πραγματοποιείται η παρούσα εργασία. Συντέθηκε στο πλαίσιο της αποτύπωσης της επίδρασης της διδασκαλίας STEM και της επίδρασης της τελευταίας σε δημιουργία μαθημάτων για μαθητές του Γυμνασίου στην Ελλάδα. Η δε μελέτη περίπτωσης αφορά το μάθημα της Φυσικής.

Abstract

At the beginning of the twenty-first century, there was an increased emphasis on education in STEM fields. In recent years, there has been a noticeable increase in the level of concern on a global scale regarding the development of STEM education.

Educators are not alone in stressing the importance of enhancing STEM skills; so are policy makers, non-governmental organisations and business and industry organisations. All this in an effort to address current and upcoming social and economic challenges.

Various education reform movements are currently taking place on a global scale. It was discovered that numerous foundations have been established to support STEM education and communication by government, schools and businesses. New methods of integrating content and practices between mathematics, engineering, technology and science were organized. This has resulted in the creation of principles that enhance students' learning of complex concepts. Because of the hands-on nature of this subject matter, students were able to learn how to conceptualize what they learned and bring it into the context of real-world applications.

It is a common belief that increasing students' exposure to engineering through the creation of new engineering programs or the integration of engineering content into the study of science, technology, and mathematics will improve students' academic performance and interest in these fields.

In an effort to provide greater context for the topics covered in science, mathematics and technology, some nations have explored the possibility of developing engineering curricula for use in their educational institutions. Other countries are beginning to incorporate engineering topics into their technology education curricula.

It is in this context that this paper is carried out. It was composed in the context of capturing the impact of STEM teaching and the effect of the latter on the creation of

courses for high school students in Greece. And the case study concerns the physics course.

Μέθοδος Προσέγγισης του Θέματος

Η διδακτική προσέγγιση με έμφαση στον κοινωνικό χαρακτήρα της διδασκαλίας συμβάλλει στην προώθηση της διδασκαλίας με ομάδες εργασίας και προβάλλει την ομαδο-συνεργατική διδασκαλία, αλλά και τη διδασκαλία που στηρίζεται στην εργασία των πυρηνικών ομάδων μαθητών (εργασία με τον διπλανό). Η συνεργατική διδασκαλία σε επίπεδο διδασκόντων προβάλλει τις απαιτήσεις του συνεργατικού πνεύματος στο σώμα των εκπαιδευτικών, με αποτέλεσμα αυτοί να γίνονται ικανοί με τη σειρά τους να το προωθούν αποτελεσματικότερα στους μαθητές, οικοδομώντας μια νέα εποχή για το σχολικό πνεύμα. Ταυτόχρονα δημιουργούνται οι αντικειμενικές προϋποθέσεις για διεπιστημονικές προσεγγίσεις της διδακτικής ενότητας. Η διδακτική προσέγγιση με έμφαση στη διαλεκτική πορεία προς τη γνώση δρομολογεί μαθησιακές διαδικασίες που στηρίζονται στη διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας, με καθοριστικά τα στοιχεία της συμμετοχικότητας και της συν-έρευνας. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση διδασκαλιών στο πλαίσιο της πραγματικής ζωής με την επιτόπια διδασκαλία στηρίζεται στο στοιχείο της αυθεντικότητας, το οποίο είναι σε θέση να ανασχηματίσει τις τυποποιημένες σχολικές διαδικασίες και να προσδώσει νέο, αποτελεσματικότερο σχήμα στη βιωματική διδασκαλία. Στο ίδιο μήκος κύματος της βιωματικής πρόσκτησης της γνώσης με έμφαση στην ενεργητική βίωση της διδακτικής ενότητας κινείται και η δραματοποίηση, από την απλούστερη ως τη

συνθετότερη μορφή της. Καθώς μάλιστα το ελληνικό σχολείο επαναπροσανατολίζεται (πέραν της καλλιέργειας των δεξιοτήτων και της απόκτησης γνώσεων) προς παράλληλη καλλιέργεια ευρύτερων πνευματικών ικανοτήτων, έμφαση δίνεται σε διαδικασίες που προάγουν την κριτική και τη δημιουργική σκέψη. Η ιδιότυπη χαρά της ανακάλυψης της γνώσης μετασχηματίζεται και μεθοδεύεται σε οδό διδακτική με τη μέθοδο της ανακάλυψης.

Αλλά και η μέθοδος project (ή μέθοδος Σχεδίου Δράσης), που τα τελευταία χρόνια έχει βρει θετική ανταπόκριση στους εκπαιδευτικούς και στους μαθητές, θα πρέπει να γίνει κατάκτηση όλου του εκπαιδευτικού συστήματος. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η διδακτική προσέγγιση που δίνει έμφαση στην προβληματοποίηση της διδακτικής ενότητας, μεταφέροντάς τη σε γενικές γραμμές ως διαδικασία από το χώρο της μαθηματικής σκέψης στη μύηση σε κάθε επιστημονικό πεδίο με τη μέθοδο επίλυσης προβλήματος. Αλλά και μια παλιά μέθοδος, η ερμηνευτική, είναι ανάγκη να προσεγγιστεί με νέο πνεύμα και να αξιοποιηθεί όχι μόνο στο πλαίσιο της διδασκαλίας των κλασικών γλωσσών. Η διδακτική προσέγγιση με έμφαση στην προβολή προτύπου, διδασκαλία με μοντελοποίηση, συναντά την εργαστηριακή.

Επιδιωκόμενα Αποτελέσματα

Σε αυτή την ενότητα, μπορούμε να αναφερθούμε σε μερικές από τις πρωταρχικές στρατηγικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν διδάσκουμε τους μαθητές μας σε θέματα STEM.

Μάθηση μέσω ανεξάρτητων έργων

Μέσω της συμμετοχής σε ένα έργο, οι μαθητές παρακινούνται να αποκτήσουν νέες δεξιότητες και να εφαρμόσουν τις γνώσεις που απέκτησαν στην πράξη. Καταβάλλουν μεγάλη προσπάθεια για μεγάλο χρονικό διάστημα προκειμένου να διερευνήσουν και να καταλήξουν σε μια λύση σε ένα πρόβλημα ή ερώτημα. Ως εκπαιδευτικός, είναι δική μας δουλειά να λειτουργήσουμε ως διευκολυντής και να ενθαρρύνουμε τους μαθητές να αναλάβουν πλήρως την ευθύνη των έργων τους από την αρχή μέχρι το τέλος. Η κατασκευή ενός μοντέλου μιας γέφυρας ή ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μιας εφαρμογής είναι και οι δύο βιώσιμες επιλογές για μάθηση βάσει έργου στους τομείς STEM.

Μάθηση μέσω της επίλυσης προβλημάτων

Οι μαθητές καλούνται να αναλύσουν και να αξιολογήσουν ένα πρόβλημα που τους έχει παρουσιαστεί, γεγονός που αποτελεί την κύρια διάκριση μεταξύ αυτής της προσέγγισης και της μάθησης βάσει έργου, η οποία μοιράζεται κάποιες ομοιότητες με την πρώτη. Λόγω του γεγονότος ότι συνήθως δεν υπάρχει μια μοναδική, προφανής λύση στο πρόβλημα, αυτό απαιτεί υψηλό επίπεδο ικανότητας σκέψης. Η προσέγγιση αυτή προάγει τη δημιουργική σκέψη, τη συνεργασία και την ηγεσία μεταξύ των συμμετεχόντων. Μια εφαρμογή της μάθησης με βάση το πρόβλημα (PBL) είναι η ανάθεση στους μαθητές του καθήκοντος να διαμορφώσουν τα δικά τους επιχειρηματικά σχέδια για την αντιμετώπιση ενός προβλήματος στην κοινότητα.

Μάθηση μέσω διερεύνησης (IBL)

Οι μαθητές ενθαρρύνονται να θέτουν όσες ερωτήσεις επιθυμούν σχετικά με το θέμα που μελετούν, διότι ο πρωταρχικός στόχος της μάθησης που βασίζεται στη διερεύνηση είναι να δοθεί έμφαση στο ρόλο που διαδραματίζει ο μαθητής στη διαδικασία της μάθησης. Η κριτική σκέψη, η ικανότητα υποβολής ερωτήσεων και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων είναι μερικές μόνο από τις δεξιότητες που μπορούν να αναπτυχθούν μέσω αυτής της μεθόδου εκπαίδευσης. Επειδή είναι καθοδηγούμενη από τους μαθητές, εναπόκειται στους μαθητές να αποφασίσουν τι είδους έρευνες θέλουν να διεξάγουν. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να διεγείρει την περιέργεια των μαθητών και να τους ενθαρρύνει να προβληματιστούν.

Εισαγωγή

Οι «Σύγχρονες Διδακτικές Κατευθύνσεις», σε επιστημονικό θεωρητικό επίπεδο προάγουν την ίδια τη διδακτική, σε επίπεδο εκπαιδευτικής πράξης τη συνδέουν με τη σύγχρονη θεωρία προσφέροντας νέα εναύσματα και συμβάλλοντας γενικότερα στον εκσυγχρονισμό της εκπαίδευσης. Μέσα από τις «κατευθύνσεις» προς την αυθεντικότητα των μαθησιακών καταστάσεων και την πρωτοτυπία, τη δράση, τη βιωματικότητα και την κριτική ικανότητα ανασχεδιάζεται το «Σχολείο του μέλλοντος», η διεπιστημονική προσέγγιση γίνεται πραγματικότητα, αλλά και μέσω της ολιστικής προσέγγισης της νέας γνώσης πραγματοποιείται υπέρβαση από τον κατακερματισμό της πραγματικότητας σε αποσπασματικές και συχνά ασύνδετες εικόνες γνώσεων της παραδοσιακής διδακτικής προς την σύλληψη της ενότητας του

διδασκόμενου αντικειμένου και την προβολή του στην αληθινή του υπόσταση στη ζωή.

Επιπρόσθετα ανταποκρίνονται σε ευρύτερα αιτήματα της σύγχρονης κοινωνίας σχετικά με τα επιθυμητά γνωρίσματα του σύγχρονου πολίτη κυρίως ως υπεύθυνου, δημιουργικού και συνεργατικού. Αναθεωρείται και ο ρόλος του εκπαιδευτικού καθώς του δίνεται η δυνατότητα να συνειδητοποιήσει και να ενεργοποιήσει τις αναξιοποίητες δυνατότητές του προς όφελος της εκπαίδευσης, αλλά κυρίως το εύρος των άγνωστων μέχρι προτίνος διδακτικών επιλογών του στο πλαίσιο της σύνθεσης και της δημιουργίας.

Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί αφενός μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας περί την εφαρμογή προγραμμάτων διδασκαλίας της Φυσικής τα οποία αναπτύσσουν τη δημιουργικότητα των μαθητών, αφετέρου δε αποτελεί μια προσπάθεια ενσωμάτωσης της πλατφόρμας tinkercad.

Θεωρητικό Πλαίσιο

Ο ρόλος της τεχνολογίας στη διδασκαλία και τη μάθηση των μαθημάτων STEM. Η εκπαίδευση σε θέματα STEM, που σημαίνει επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική και μαθηματικά, γίνεται όλο και πιο σημαντική στον σημερινό κόσμο. Ως αποτέλεσμα, συγκεντρώνει ολοένα και μεγαλύτερη προσοχή και πολλά έθνη έχουν καταστήσει την εκπαίδευση STEM κορυφαία εκπαιδευτική τους προτεραιότητα. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δέκα ετών, πολλές συζητήσεις έχουν προκληθεί από το ακρωνύμιο

STEM (Honey, Pearson, Schweingruber, 2014- Brownetal., 2011- Stohlmann, Moore, Roehrig, 2012- Tsupros, Kohler, Hallinen, 2009). Το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF) των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής πιστώνεται ως ο οργανισμός που "επινόησε" το STEM ως εκπαιδευτικό όρο στις αρχές της δεκαετίας του 2000. (Dugger, 2010).

Όταν αναφέρεται στους διάφορους κλάδους της επιστήμης, το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF) άρχισε να χρησιμοποιεί το ακρωνύμιο "SMET" τη δεκαετία του 1990. Αυτό το ακρωνύμιο σημαίνει "επιστήμη, μαθηματικά, μηχανική και τεχνολογία". Αντί να χρησιμοποιείται η συντομογραφία "SMET", η οποία προφερόταν ως "smut", επιλέχθηκε το ακρωνύμιο "STEM" επειδή ακούγεται καλύτερα (Sanders, 2009). Σήμερα, ο όρος αυτός χρησιμοποιείται ευρέως και θεωρείται ότι το STEM είναι ένα πρόγραμμα σπουδών που βασίζεται στην ιδέα της εκπαίδευσης των μαθητών σε τέσσερις συγκεκριμένους κλάδους - επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική και μαθηματικά - με μια διεπιστημονική και εφαρμοσμένη προσέγγιση.

Σήμερα, ο όρος αυτός χρησιμοποιείται ευρέως και θεωρείται ότι το STEM είναι ένα πρόγραμμα σπουδών που βασίζεται στην ιδέα της εκπαίδευσης των μαθητών σε αυτούς τους τέσσερις συγκεκριμένους κλάδους (Breineretal., 2012- Gonzalez, Kuenzi, 2012- Hom, 2014- Gibilisco, 2013). Στη Λετονία, η συντομογραφία STEM χρησιμοποιείται συνηθέστερα για την αναφορά σε έναν κοινό προσδιορισμό των επιστημονικών πεδίων, μαζί με τον προσδιορισμό "ακριβείς ή σκληρές επιστήμες". Οι επιστήμες αυτές ορίζονται ως εκείνες που "χρησιμοποιούν μαθηματικές μεθόδους, υπολογισμούς, μαθηματική λογική στις περιγραφές των φαινομένων τους, στην

έρευνα και στις προβλέψεις- οι ορισμοί και οι κανόνες μπορούν να διατυπωθούν με μαθηματική ακρίβεια". Σύμφωνα με τους Beickisetal. (2001, 45), οι ακριβείς επιστήμες περιλαμβάνουν τα μαθηματικά, την πληροφορική, τη βιολογία, τη φυσική και τη χημεία.

Γιατί η εκπαίδευση στους τομείς STEM έχει γίνει τόσο σημαντική; Ο R.V. Bybee πιστεύει ότι ένας πολίτης με γραμματισμό στα STEM είναι προετοιμασμένος για τις μεγάλες προκλήσεις του 21ου αιώνα (Bybee, 2010b) και με την εφαρμογή των εκπαιδευτικών προγραμμάτων STEM, οι εκπαιδευτικοί έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες να βοηθήσουν τους μαθητές τους να αναπτύξουν δεξιότητες του 21ου αιώνα. [Οι πολίτες] που είναι εγγράμματοι στα STEM είναι προετοιμασμένοι για τις μεγάλες προκλήσεις του 21ου αιώνα (Bybee, 2010a).

Η εκπαίδευση των μαθημάτων STEM στα σχολεία εξακολουθεί να είναι προβληματική, παρά τη σημασία της επιστήμης- επομένως, ένας πιθανός τρόπος για να γίνει το μάθημα πιο ενδιαφέρον είναι η χρήση της τεχνολογίας- κατά συνέπεια, ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να προσδιοριστεί ο ρόλος της τεχνολογίας στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης STEM

Πώς διδάσκονται στα σχολεία τα μαθήματα στους τομείς STEM; Υπάρχουν μερικές διαφορετικές προσεγγίσεις. Μία από τις μεθόδους είναι η διδασκαλία κάθε πεδίου ως ξεχωριστού μαθήματος S.T.E.M. στο σχολείο, με μόνο μερικά ή καθόλου από τα υπόλοιπα να ενσωματώνονται καθόλου. Η δεύτερη προσέγγιση είναι η διδασκαλία καθενός από τα τέσσερα αντικείμενα ανεξάρτητα, αλλά η εστίαση σε ένα ή δύο από τα μαθήματα στην ανάπτυξη μιας βαθύτερης κατανόησης των εν λόγω αντικειμένων (η ονομασία SteM).

Η τρίτη προσέγγιση είναι η ενσωμάτωση του περιεχομένου ενός από τα πεδία STEM στη μελέτη των άλλων τριών γνωστικών αντικειμένων- για παράδειγμα, το αντικείμενο της επιστήμης της μηχανικής θα μπορούσε να ενσωματωθεί στη μελέτη της επιστήμης, της τεχνολογίας και των μαθηματικών (E-S, T, M). Η τέταρτη προσέγγιση είναι η ενσωμάτωση και των τεσσάρων τομέων μελέτης σε έναν ενιαίο ακαδημαϊκό κλάδο με έναν πιο ολιστικό τρόπο. Για παράδειγμα, τα θέματα της τεχνολογίας, της επιστήμης της μηχανικής και των μαθηματικών είναι αλληλένδετα σε όλο το περιεχόμενο των μαθημάτων φυσικών επιστημών (συντομογραφία T, E και M σε Σ) (Dugger, 2010).

Προς το παρόν, ένα ολοκληρωμένο μάθημα φυσικών επιστημών διδάσκεται στα σχολεία της Λετονίας που επικεντρώνονται στην ανθρωπιστική κατεύθυνση, ενώ στα γενικά σχολεία, κάθε επιμέρους μάθημα STEM διδάσκεται συνήθως σε δική του τάξη. Υπάρχει η δυνατότητα για ένα ή δύο μαθήματα STEM να λάβουν εμπειριστατωμένη διδασκαλία όταν οι μαθητές φοιτούν σε σχολεία που ειδικεύονται στις θετικές επιστήμες και τα μαθηματικά. Η πρόσφατα εφαρμοζόμενη μεταρρύθμιση Σχολείο 2030 (Skola 2030) (Εθνικές μεταρρυθμίσεις..., 2019) προβλέπει ότι τα σχολεία θα είναι υπεύθυνα για τον καθορισμό των κατευθύνσεων των τομέων διδασκαλίας και μάθησης και ότι τα θέματα που θα επιλεγούν θα καλύπτονται σε μεγαλύτερο βάθος.

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας και της επιστημονικής έρευνας

Παρά το γεγονός ότι η επιστήμη, η οποία αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα πολιτιστικά επιτεύγματα της δυτικής κοινωνίας, δεν μπορεί να προσελκύσει το ενδιαφέρον των νέων (Osborne, Hennessy, 2003:9), έχει τη δυνατότητα να παρακινήσει τους μαθητές για τα μαθήματα STEM σήμερα περισσότερο από ποτέ, και θα ήταν σημαντικό να διατηρηθεί το ενδιαφέρον τους για τα μαθήματα STEM κατά τη διάρκεια της φοίτησής τους στο δημοτικό και το γυμνάσιο (Sanders, 2009).

Ένα από τα μέσα που μπορούν να αξιοποιηθούν για να κεντρίσουν το ενδιαφέρον των νεότερων για τη μελέτη των θετικών επιστημών είναι η τεχνολογία. Οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) καθιστούν δυνατή την ενεργό συμμετοχή σε επιστημονικές δραστηριότητες με τη χρήση ποικίλων τεχνολογικών επιλογών. Η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών στις σημερινές τάξεις θεωρείται πλέον βασικό στοιχείο της εκπαιδευτικής πρακτικής (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2018). Το εκπαιδευτικό σύστημα στην Ευρώπη χρειάζεται απεγνωσμένα να προχωρήσει και να γίνει πιο καινοτόμο. Είναι απαραίτητο τα εκπαιδευτικά ιδρύματα να προσαρμοστούν στο μεταβαλλόμενο περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν, το οποίο περιλαμβάνει την άνοδο της ψηφιακής τεχνολογίας και ένα ολοένα και πιο ποικιλόμορφο μαθητικό σώμα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2016).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εργάζεται σε διάφορες πολιτικές πρωτοβουλίες, όπως το σχέδιο δράσης για την ψηφιακή μάθηση, προκειμένου να εκσυγχρονίσει την

εκπαίδευση και την κατάρτιση προωθώντας τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στη διδακτική/μαθησιακή διαδικασία, αναπτύσσοντας έτσι την ικανότητα των ατόμων, των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και των εκπαιδευτικών συστημάτων να προσαρμόζονται καλύτερα στη ζωή και την εργασία στην εποχή των ταχέων ψηφιακών μετασχηματισμών. Αυτό γίνεται με σκοπό τον εκσυγχρονισμό της εκπαίδευσης και της κατάρτισης και με την προώθηση της χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών στη διδακτική/μαθησιακή διαδικασία με σκοπό τον εκσυγχρονισμό της εκπαίδευσης και της κατάρτισης (European Commission, 2018).

Το πρότυπο για τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς που αναπτύχθηκε από τη Διεθνή Εταιρεία για την Τεχνολογία στην Εκπαίδευση (ISTE) καταδεικνύει πώς οι κατευθυντήριες γραμμές για τη χρήση των τεχνολογιών έχουν εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου. Ξεκινώντας το 1998 με το "Μαθαίνω να χρησιμοποιώ την τεχνολογία", το 2007 με το "Χρησιμοποιώ την τεχνολογία για να μαθαίνω" και συνεχίζοντας μέχρι το 2016 με το "Μετασχηματιστική μάθηση με την τεχνολογία", το πρότυπο δείχνει πώς αλλάζει οι κατευθυντήριες γραμμές. Αυτό δείχνει ότι στα σχολεία απαιτούνται βελτιώσεις τόσο στην ποιότητα όσο και στην αποτελεσματικότητα του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιούνται οι τεχνολογίες στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες.

Οι μαθητές στα σημερινά σχολεία αναμένεται να έχουν τις απαραίτητες δεξιότητες για να περιηγηθούν με επιτυχία στο ταχέως μεταβαλλόμενο τεχνολογικό τοπίο. Τα πρότυπα ISTE αναπτύχθηκαν προκειμένου να εγγυηθούν ότι η διαδικασία της μάθησης επικεντρώνεται στον κάθε μαθητή (ISTEStandards, 2019). Τα πρότυπα ISTE για τους εκπαιδευτικούς είναι, με τη σειρά τους, ένας οδηγός που διδάσκει

στους εκπαιδευτικούς πώς να βοηθήσουν τους μαθητές να γίνουν ενδυναμωμένοι μαθητές. Επιπλέον, τα πρότυπα ενθαρρύνουν τους εκπαιδευτικούς να προβληματιστούν σχετικά με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας και να προετοιμάσουν τους μαθητές να αναλάβουν την ευθύνη της εκπαίδευσής τους.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι τα εκπαιδευτικά ιδρύματα αναπτύσσονται με την πάροδο του χρόνου.

Παρ' όλα αυτά, όπως συζητήθηκε από τον M. Fullan, μαζί με τον M. Σύμφωνα με τον Langworthy (2014), το ζήτημα με τα σχολεία είναι ότι, πρώτον, εστιάζουν στους μαθησιακούς στόχους των μαθητών, δεύτερον, εστιάζουν σε συγκεκριμένη παιδαγωγική και τρίτον, εστιάζουν στο πώς η τεχνολογία θα μπορούσε να επιτρέψει και να επιταχύνει τη μάθηση σε πρότυπα υψηλού επιπέδου.

Παρόλο που είναι αδύνατο να αρνηθεί κανείς τη σημασία της τεχνολογίας στην εκπαίδευση, στην πράξη, οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί τείνουν να την αντιμετωπίζουν περισσότερο ως ένα πρόσθετο εργαλείο παρά ως έναν από τους πόρους που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης (Ansproka, Kazaka, 2019). Δεν είναι, ωστόσο, οι ίδιες οι τεχνολογίες που ευθύνονται για τον μετασχηματισμό των μεθόδων της παραδοσιακής παιδαγωγικής- μάλλον, είναι ο τρόπος με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν αυτές τις τεχνολογίες που επιφέρει αυτές τις αλλαγές.

Το ερώτημα που πρέπει να τεθεί είναι αν η χρήση της τεχνολογίας στις σημερινές τάξεις και τα σχολεία συνδέεται ή όχι με την αξιοποίηση των ψηφιακών εργαλείων και πόρων με σκοπό μια ουσιαστική διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης. Το

ερευνητικό πρόγραμμα για την καινοτόμο διδασκαλία και μάθηση, το οποίο προσδιόρισε τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση των ΤΠΕ σε επτά διαφορετικές χώρες, έδειξε ότι οι τεχνολογίες εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται κυρίως με θεμελιώδεις τρόπους που επιστρώνουν την τεχνολογία πάνω στην παραδοσιακή διδασκαλία και μάθηση, παρά για τη συνεργασία και τη δημιουργία νέας γνώσης (Fullan, Langworthy, 2014).

Δεν θα πρέπει να αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί κάνουν χρήση μιας μεγάλης ποικιλίας ψηφιακών πόρων για να υποστηρίξουν τη διερεύνηση και τη μάθηση των μαθητών, να ενθαρρύνουν τη συνεργασία των μαθητών στην τάξη και να διεξάγουν διαμορφωτικές αξιολογήσεις. Επιπλέον, κάνουν χρήση του διαδικτύου και των διαδικτυακών σεμιναρίων για να βοηθήσουν τους μαθητές να διευρύνουν τις γνώσεις τους σε συγκεκριμένα θέματα. Χωρίς αμφιβολία, τα εργαλεία που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός κατά τη διαδικασία προετοιμασίας των μαθημάτων και ανταλλαγής των εμπειριών του με άλλους επαγγελματίες είναι οι διάφορες τεχνολογικές εξελίξεις. Αυτό δείχνει ότι τα παραδοσιακά μέσα εκπαίδευσης έχουν καταστεί παρωχημένα από τις τεχνολογικές εξελίξεις (Byers, 2016).

Οι μαθητές μπορούν να βοηθηθούν στην ενεργό συμμετοχή τους στην απόκτηση επιστημονικών γνώσεων και στην ανάπτυξη της φύσης της επιστήμης και της έρευνας μέσω της χρήσης τεχνολογιών όπως οι υπολογιστές, τα probeware, το λογισμικό συλλογής και ανάλυσης δεδομένων, τα ψηφιακά μικροσκόπια, τα υπερμέσα/πολυμέσα, τα συστήματα ανταπόκρισης μαθητών και οι διαδραστικοί πίνακες (Guzey, Roehrig, 2009). Υπάρχουν δεκάδες δυνατότητες για την ενσωμάτωση τεχνολογιών στο σχολικό πρόγραμμα σπουδών των φυσικών επιστημών

και οι επιστημονικοί πόροι, που κυμαίνονται από εικονικά εργαστήρια έως υπολογιστικά εργαλεία, είναι μερικά μόνο παραδείγματα (Byers, 2016). Οι τρόποι διδασκαλίας και εκπαίδευσης που περιγράφονται παραπάνω είναι εγγυημένο ότι θα κεντρίσουν το ενδιαφέρον των μαθητών ως εκπροσώπων της ψηφιακής γενιάς, οι οποίοι αποκτούν γνώσεις μέσω της φυσικής ενσωμάτωσης των τεχνολογικών εργαλείων στις καθημερινές τους δραστηριότητες και ρουτίνες (Punie, Zinnbauer, Cabrera, 2008). Είναι πιθανό ότι η αξιοποίηση αυτών των τεχνολογιών θα καταστήσει την εκπαιδευτική εμπειρία των μαθητών πιο ελκυστική, παραγωγική και ποιοτική.

Προσομοιωμένη εκμάθηση

Κατά τον John Dewey, η διαδικασία της μάθησης συνεπάγεται την αύξηση του επιπέδου γνώσης του ατόμου μέσω της συνεχούς εκπαίδευσης. Η φράση "μάθηση μέσω της πράξης" συγκεντρώνει τις γνώσεις, τις δεξιότητες και την εμπειρία ενός ατόμου. Τόσο ο Dewey όσο και ο Kolb τονίζουν τη σημασία της αυτο-αναστοχασμού ως αναπόσπαστο στοιχείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η υπόθεση της θεωρίας της μαθησιακής διαδικασίας του Kolb, η οποία είναι γνωστή ως Θεωρία της Βιωματικής Μάθησης και βασίζεται στη θεωρία του Dewey, είναι ότι ο μαθητής πρέπει να συμμετέχει ενεργά στην εμπειρία της μάθησης προκειμένου να είναι επιτυχής. Επειδή οι φροντιστές συμμετέχουν σε σύνθετα, δυναμικά και ρεαλιστικά σενάρια φροντίδας, η θεωρία της βιωματικής μάθησης είναι κατάλληλη για την προσομοίωση. Το να συμμετέχει κανείς ενεργά στη διαδικασία της μάθησης σημαίνει να αναστοχάζεται

για το τι συμβαίνει τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά από μια δραστηριότητα στην οποία συμμετέχει ως συμμετέχων ή παρατηρητής.

Οι φροντιστές είναι δυνατόν να βελτιώσουν την κριτική τους σκέψη και, κατά συνέπεια, την ποιότητα της φροντίδας που παρέχουν, όταν υιοθετούν μια αναστοχαστική προσέγγιση που βασίζεται είτε σε μια θεωρία είτε στη δική τους, πραγματική ή προσομοιωμένη εμπειρία. Ο εκπαιδευόμενος, σύμφωνα με τη θεωρία του Kolb, μπορεί να προχωρήσει μέσα από έναν κύκλο γνώσης, συγκεκριμένα να μετακινηθεί από τη συγκεκριμένη εμπειρία της παρατήρησης και του αναστοχασμού σε μια πιο αφηρημένη εννοιολόγηση και, τέλος, στη δράση της φροντίδας. Η μάθηση μπορεί να συμβεί για τους φροντιστές σε αυτό το πλαίσιο μέσω της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων και παροχής φροντίδας. Η ατομική διαδικασία μάθησης μπορεί να λάβει χώρα σε μια στιγμή ή μπορεί να διαρκέσει ημέρες ή εβδομάδες, ανάλογα με το τι πρόκειται να επεξεργαστεί και πόσο ολοκληρωμένη είναι η διαδικασία.

Η ατομική διαδικασία μάθησης μπορεί να λάβει χώρα σε μια στιγμή. Όταν η μάθηση μέσω της προσομοίωσης περιγράφεται ως ενεργητική διαδικασία, τα άτομα που παρέχουν φροντίδα το κάνουν μέσα από τον φακό της θεωρίας και της εμπειρίας. Η ενσωμάτωση της θεωρητικής κατανόησης και της πρακτικής εμπειρίας επιτυγχάνεται μέσω του αναστοχασμού. Όταν μια θεωρία γίνεται κατανοητή σε σχέση με μια συγκεκριμένη εμπειρία, απαιτείται μια νέα κατανόηση της θεωρίας-ωστόσο, όταν μια θεωρία γίνεται κατανοητή σε σχέση με μια συγκεκριμένη εμπειρία, αποκαλύπτεται μια νέα κατανόηση της θεωρίας. Οι επιλογές που κάνει ο φροντιστής

σχετικά με τις ενέργειες φροντίδας που εκτελεί μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου ως αποτέλεσμα νέων πληροφοριών και εμπειριών.

Η μάθηση είναι συνεχής και προχωράει με σταθερό τρόπο ανά πάσα στιγμή. Οι γνώσεις και η εμπειρία που αποκτούν οι φροντιστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τη μορφή ενεργειών φροντίδας, αν το επιλέξουν. Υπάρχει καλύτερη κατανόηση και προετοιμασία για το τι μπορεί να συμβεί με τον ασθενή, καθώς και για τις ενέργειες φροντίδας που πρόκειται να γίνουν και τα πιθανά αποτελέσματα αυτών των ενεργειών.

Η μάθηση μέσω ενός θεωρητικού φακού περιλαμβάνει την προσπάθεια να απομνημονεύσετε βασικά γεγονότα, ιδέες και έννοιες. Η απόκτηση θεωρητικών γνώσεων πραγματοποιείται, μεταξύ άλλων, μέσω της διδασκαλίας και μπορεί να αξιολογηθεί μέσω γραπτών εξετάσεων.

Επομένως, δεν απαιτείται προηγούμενη εμπειρία στον πραγματικό κόσμο για τη μελέτη ενός θεωρητικού θέματος. Πρόκειται για μια μαθησιακή εμπειρία που αποτελείται από αποσπασματικές πληροφορίες σχετικά με μια ασθένεια ή έναν τραυματισμό με τη μορφή φυσικών σημείων και γίνεται κατανοητή μέσω της λεπτομερούς παρατήρησης του σώματος του ασθενούς. Αυτό το είδος γνώσης μπορεί να αποκτηθεί μέσω της χρήσης της προσομοίωσης ως εργαλείο μάθησης. Είτε σκέφτεται κανείς τις ιδέες του μόνος του είτε τις συζητά με άλλους ανθρώπους είναι ένας πολύ καλός τρόπος για να διευρύνει τις θεωρητικές του γνώσεις. Εξαιτίας αυτού, το να έχει κανείς τη δυνατότητα να προβληματιστεί ενώ συμμετέχει στην προσομοίωση μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη φροντίδα.

Η προσομοίωση χρησιμεύει ως πλατφόρμα για την εφαρμογή και την εδραίωση των πρακτικών δεξιοτήτων που έχουν αποκτηθεί προηγουμένως. Σύμφωνα με τους Benner και Tanner, ο συγκεκριμένος τύπος τεχνογνωσίας δεν μπορεί να αποκτηθεί μόνο από τη θεωρητική διδασκαλία σε μια αίθουσα διδασκαλίας- μάλλον, πρέπει να αποκτηθεί μέσω της άμεσης κλινικής εμπειρίας με ασθενείς.

Μέσω της προσομοίωσης, διάφορα σενάρια και γεγονότα μπορούν να αναπαρασταθούν με βάση τις γνώσεις και την εμπειρία που ήδη διαθέτουν οι φροντιστές. Ο λιγότερο έμπειρος φροντιστής πρέπει να αποκτήσει θεμελιώδεις δεξιότητες, ενώ ο πιο έμπειρος φροντιστής μπορεί να τροποποιήσει, να βελτιώσει και να βελτιώσει τις πιο σύνθετες ικανότητές του. Οι φροντιστές μπορούν να εξασκηθούν και να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους είτε μέσω της προσομοίωσης ενός σεναρίου είτε μέσω δοκιμασιών σε μεμονωμένες ενέργειες.

Stem Τεχνολογία

Η άνοδος της πληροφορικής συνοδεύτηκε από μείωση του κόστους των υπολογιστών καθώς και από αύξηση της χρήσης προσομοιώσεων για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να βιώσουν επιστημονικά φαινόμενα που κανονικά δεν θα μπορούσαν να βιώσουν από πρώτο χέρι χάρη στις προσομοιώσεις. Δεδομένου ότι η απόκτηση πραγματικού εξοπλισμού μπορεί να είναι δύσκολη, ιδίως στους τομείς STEM (που σημαίνουν επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική και μαθηματικά), οι προσομοιώσεις επιτρέπουν στους μαθητές να βιώσουν αυτά τα φαινόμενα. Τα δυνητικά οφέλη των προσομοιώσεων, όπως η δυνατότητα

διερεύνησης φαινομένων σε διαφορετικές φυσικές κλίμακες και χρονικές περιόδους, έχουν οδηγήσει πολλούς ειδικούς να προτείνουν ότι η χρήση προσομοιώσεων στην τάξη μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της μάθησης. Ένα από τα πιθανά οφέλη των προσομοιώσεων είναι ότι επιτρέπουν τη διερεύνηση φαινομένων σε διαφορετικές φυσικές κλίμακες και χρονικές περιόδους (NRC, 2011a).

Οι Smetana και Bell (2012) και οι Scalise κ.ά. (2011) είναι δύο παραδείγματα πρόσφατων βιβλιογραφικών επισκοπήσεων που έχουν επικεντρωθεί στο ερώτημα αν οι προσομοιώσεις βοηθούν στη βελτίωση της μάθησης των μαθητών και, αν ναι, με ποιους τρόπους το κάνουν. Καμία από αυτές τις ανασκοπήσεις δεν πραγματοποίησε μια ολοκληρωμένη ποσοτική μετα-ανάλυση- ωστόσο, ορισμένες από αυτές τις ανασκοπήσεις επικεντρώνονται σε ένα πολύ συγκεκριμένο υποσύνολο μελετών προσομοίωσης, ενώ άλλες επικεντρώνονται αποκλειστικά στα γενικότερα πρότυπα που προκύπτουν από τα ευρήματα αυτών των μελετών. Μέχρι σήμερα, οι έρευνες σχετικά με τις προσομοιώσεις δεν έχουν υποβληθεί σε μεθοδική ανάλυση και ποσοτική σύνθεση, ώστε να μπορεί να διαπιστωθεί αν οι προσομοιώσεις έχουν πράγματι επίδραση στη μάθηση των μαθητών.

Ο αριθμός των επιστημόνων, των μαθηματικών, των μηχανικών και των τεχνολόγων είναι δυστυχώς ελλιπής, γεγονός που καθιστά την εκπαίδευση STEM ένα από τα κύρια σημεία εστίασης της πρόσφατης νομοθεσίας και χρηματοδότησης στο Κογκρέσο. Αυτό συμβαίνει επειδή η εκπαίδευση STEM είναι απαραίτητη για την υποστήριξη της καινοτομίας και της διαρκώς μεταβαλλόμενης οικονομίας (Ashby, 2006). Προς υποστήριξη της μεγαλύτερης έμφασης στην εκπαίδευση STEM από το νηπιαγωγείο έως το λύκειο, οι γερουσιαστές Lieberman και Coleman εισήγαγαν μόλις

πρόσφατα τον νόμο STEME education for the 21st Century Act. Επειδή δεν προετοιμάστηκαν επαρκώς στον τομέα της K-12 για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των πανεπιστημιακών και κολεγιακών αιθουσών διδασκαλίας, σχεδόν οι μισοί από όλους τους φοιτητές που ξεκινούν τη μεταδευτεροβάθμια εκπαίδευσή τους με πρόθεση να σπουδάσουν είτε μηχανική είτε θετικές επιστήμες, τελικά αλλάζουν κατεύθυνση (NSTARreport, 2008).

Στην K-12 και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, τα μαθήματα που απαιτούν από τους μαθητές να ασχοληθούν με τη διερεύνηση, την επίλυση προβλημάτων και την κριτική ανάλυση συνεχίζουν να αποτρέπουν τους μαθητές από το να ακολουθήσουν περαιτέρω σπουδές σε τομείς που σχετίζονται με τα μαθηματικά, την επιστήμη, τη μηχανική και την τεχνολογία (EducationWeek, 2008).

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, σκοπός αυτού του πάνελ είναι να παρουσιάσει την έρευνα στον τομέα των παιχνιδιών, των προσομοιώσεων και των εικονικών κόσμων ως μέσο υποστήριξης και εμπλουτισμού της εκπαίδευσης STEM σε τάξεις που βρίσκονται σε γυμνάσια. Πιστεύεται ότι η χρήση εικονικών κόσμων, προσομοιώσεων και ψηφιακών παιχνιδιών μπορεί να παρακινήσει τον απρόθυμο μαθητή υποστηρίζοντας ένα πιο διαδραστικό καθηλωτικό περιβάλλον εξερεύνησης, διερεύνησης, επίλυσης προβλημάτων και "παιχνιδιού", ενθαρρύνοντας έτσι τους μαθητές να ακολουθήσουν τομείς STEM.

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης ενός πιο διαδραστικού καθηλωτικού περιβάλλοντος εξερεύνησης, διερεύνησης και επίλυσης προβλημάτων μέσω του "παιχνιδιού". Τα έργα που παρουσιάστηκαν σε αυτό το πάνελ προσέφεραν γνώσεις

και έρευνες σχετικά με το περιβάλλον που ευνοεί τη μάθηση STEM καθώς και τη μάθηση που λαμβάνει χώρα σε αυτό.

Ενώ τα εκπαιδευτικά ιδρύματα έχουν καταβάλει προσπάθειες για την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην τάξη, η αποτελεσματική εφαρμογή της έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί ένα δύσκολο πρόβλημα. Περισσότεροι μαθητές ενθαρρύνονται να ακολουθήσουν σταδιοδρομία στην επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά, ενσωματώνοντας την τεχνολογία πιο άμεσα στη μελέτη των φυσικών επιστημών και των μαθηματικών με τρόπο που ενθαρρύνει τους μαθητές να συμμετέχουν στην επίλυση προβλημάτων και στη διερεύνηση (EducationWeek, 2008).

Φαίνεται ότι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στο περιεχόμενο, ειδικά με τη μορφή προσομοιώσεων και παιχνιδιών, ως μέσο υποστήριξης της ύλης θα μπορούσε να αποτελέσει έναν τρόπο για να προκαλέσουν και να προσελκύσουν τους μαθητές της μέσης εκπαίδευσης στη μελέτη του περιεχομένου και των σταδιοδρομιών STEM.

Αυτά τα παιχνίδια και οι προσομοιώσεις δεν προσφέρουν μόνο υποστήριξη για τη διδασκαλία και τη μάθηση στην τάξη, αλλά παρέχουν επίσης υποστήριξη για την άτυπη μάθηση εκτός της τάξης μέσω της πρόσβασης σε αυτά τα διαδικτυακά υλικά. Αυτή η άτυπη μάθηση μπορεί να λάβει χώρα στο σπίτι μετά τις σχολικές ώρες. Σύμφωνα με τον Downes (1999), τα σχολεία που δεν ενσωματώνουν την τεχνολογία στη μαθησιακή διαδικασία διευρύνουν το χάσμα μεταξύ της άτυπης μάθησης που λαμβάνει χώρα στο σπίτι μέσω της χρήσης του διαδικτύου και των πολυμέσων και της επίσημης μάθησης στην τάξη που βασίζεται κυρίως στο κείμενο. Η άτυπη

μάθηση λαμβάνει χώρα στο σπίτι μέσω της χρήσης του διαδικτύου και των πολυμέσων.

Μια πιο καθηλωτική εμπειρία παρέχεται από τα ψηφιακά παιχνίδια και τους εικονικούς κόσμους, στους οποίους οι έρευνες και οι εξερευνήσεις του παίκτη είναι το κύριο μέσο για την απόκτηση νέων γνώσεων (DeCastell&Jenson 2003). Οι εκπαιδευτικοί εικονικοί κόσμοι, τα παιχνίδια και οι προσομοιώσεις μπορούν να χρησιμεύσουν ως το ιδανικό εργαλείο όχι μόνο για να βοηθήσουν τους μαθητές της μέσης εκπαίδευσης να καλύψουν το χάσμα επίδοσης στις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά, αλλά και για να προσθέσουν ένα στοιχείο απόλαυσης και να ενισχύσουν τα κίνητρα των μαθητών να μάθουν και να γίνουν ικανοί στις έννοιες των φυσικών επιστημών, των μαθηματικών, της τεχνολογίας και της μηχανικής.

Ιδρύματα εκπαίδευσης που χρησιμοποιούν διαδικτυακές προσομοιώσεις για να διδάξουν στους μαθητές-φοιτητές δεξιότητες πληροφορικής

Επειδή παρέχει πολυάριθμα πλεονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένης της προσαρμοστικότητας και της ευκολίας χρήσης, η διαδικτυακή μάθηση έχει γίνει μια ελκυστική εκπαιδευτική επιλογή για έναν αυξανόμενο αριθμό μαθητών στον σημερινό κόσμο (BolligerandMar-tin, 2018). Οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται με τους διδάσκοντες, τους άλλους μαθητές και το υλικό του μαθήματος μέσω του διαδικτύου χρησιμοποιώντας σύγχρονα και ασύγχρονα εργαλεία επικοινωνίας όταν συμμετέχουν σε διαδικτυακή μάθηση. Η διαδικτυακή μάθηση λαμβάνει χώρα μέσα σε ένα περιβάλλον που δημιουργήθηκε με σκοπό τη διευκόλυνση της μάθησης

(SinghandThurman, 2019). Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα που προσφέρει, η διαδικτυακή εκπαίδευση παρουσιάζει επίσης ορισμένες προκλήσεις και διαφορετικές απαιτήσεις τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς (Kebritchietal., 2017). Σύμφωνα με τους Kebritchietal. (2017), οι σημαντικότερες κατηγορίες προκλήσεων που σχετίζονται με τους διδάσκοντες και σχετίζονται με τη διαδικτυακή διδασκαλία περιλαμβάνουν "την αλλαγή των ρόλων του διδακτικού προσωπικού", "τη μετάβαση από τη δια ζώσης στη διαδικτυακή εκπαίδευση", "τη διαχείριση του χρόνου του διδακτικού προσωπικού" και "το στυλ διδασκαλίας" (σελ. 14).

Κατά την προετοιμασία, το σχεδιασμό και τη διδασκαλία ενός διαδικτυακού μαθήματος, οι διαδικτυακοί διδάσκοντες θα πρέπει όχι μόνο να είναι σε θέση να παρέχουν περιεχόμενο αλλά και να μπορούν να χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες και να παρέχουν τεχνολογική υποστήριξη στους φοιτητές, να σχεδιάζουν μαθησιακές εμπειρίες με επίκεντρο τον φοιτητή και να είναι περισσότερο εφεκτικοί ως προς τη διευκόλυνση της μάθησης παρά διδάσκοντες, να επικοινωνούν αποτελεσματικά και να δημιουργούν ευκαιρίες για πολύ-επίπεδες αλληλεπιδράσεις στο διαδικτυακό περιβάλλον (όπως φοιτητής-φοιτητής, φοιτητής-διδάσκων) και να διαχειρίζονται αποτελεσματικά το χρόνο τους (DumfordandMiller, 2018- Kebritchietal., 2017).

Επιπλέον, κατά τη διδασκαλία διαδικτυακών μαθημάτων με υψηλή συμμετοχή, οι εκπαιδευτές έρχονται αντιμέτωποι με την πρόκληση της αξιολόγησης σημαντικού όγκου εργασιών των φοιτητών (Chenet al., 2016) και της παροχής έγκαιρης, εξατομικευμένης ανατροφοδότησης (Lowenthal et al., 2019). Και οι δύο αυτές προκλήσεις έχουν καταστεί σημαντικά εμπόδια. Οι προσδοκίες των εκπαιδευομένων, η ετοιμότητα, η ταυτότητα και η συμμετοχή στα διαδικτυακά μαθήματα είναι οι

τέσσερις κατηγορίες που προτείνουν οι Kebritchietal. (2017) ως προκλήσεις που σχετίζονται με τους εκπαιδευόμενους για τη διαδικτυακή μάθηση (σελ. 7).

Ορισμένοι φοιτητές μπορεί να μην είναι έτοιμοι για την παρακολούθηση ενός διαδικτυακού μαθήματος, επειδή δεν διαθέτουν τις απαραίτητες τεχνικές δεξιότητες, όπως η διαχείριση του χρόνου και οι δεξιότητες οργάνωσης, για να είναι επιτυχημένοι διαδικτυακοί μαθητές- ορισμένοι φοιτητές μπορεί να μην αισθάνονται συνδεδεμένοι με τη μαθησιακή κοινότητα σε ένα διαδικτυακό μάθημα- ορισμένοι φοιτητές μπορεί να περιμένουν να λαμβάνουν άμεση ανατροφοδότηση από τους διδάσκοντες για τις διαδικτυακές υποβολές τους (όπως οι εργασίες ή οι θέσεις συζήτησης)- ορισμένοι φοιτητές μπορεί να μην διαθέτουν τις απαραίτητες τεχνικές δεξιότητες, όπως η διαχείριση του χρόνου και οι δεξιότητες οργάνωσης, για να είναι επιτυχημένοι διαδικτυακοί μαθητές- ορισμένοι φοιτητές μπορεί να αισθάνονται απομονωμένοι και αποσυνδεδεμένοι από τη μαθησιακή κοινότητα σε ένα διαδικτυακό μάθημα (Kebritchietal, 2017). Όλα αυτά τα εμπόδια έχουν τη δυνατότητα να καταστήσουν τη διαδικτυακή διδασκαλία και μάθηση λιγότερο αποτελεσματική.

Παρά τα εμπόδια, ο αριθμός των φοιτητών που εγγράφονται σε διαδικτυακά μαθήματα στις Ηνωμένες Πολιτείες συνεχίζει να αυξάνεται (DumfordandMiller, 2018- Skinner, 2019). Ως αποτέλεσμα, σχεδόν κάθε ίδρυμα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης κάνει πλέον χρήση κάποιου είδους συστήματος διαχείρισης μάθησης για τη διευκόλυνση της διαδικτυακής εκπαίδευσης και διδασκαλίας (Wayetal., 2021). Το 99% των 800 ιδρυμάτων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης που συμμετείχαν σε έρευνα στις Ηνωμένες Πολιτείες ανέφεραν ότι ένα σύστημα διαχείρισης μάθησης έχει

υιοθετηθεί ως πλατφόρμα διαδικτυακής μάθησης σε όλο το ίδρυμα, όπως αναφέρεται σε έκθεση που συνέταξαν οι Dahlstrom, Brooks και Bichsel (2014). Αυτό διαπιστώθηκε στα αποτελέσματα της έρευνας. Επιπλέον, πολλοί εκδότες πανεπιστημιακών εγχειριδίων παρέχουν πλέον περιβάλλοντα προσομοίωσης (όπως το PearsonMyLabIT και το McGrawHillSIMnet) για την υποστήριξη της εξάσκησης βάσει δεξιοτήτων και την αξιολόγηση της προόδου των φοιτητών.

Τα συστήματα διαδικτυακής μάθησης (OLS) είναι συστήματα που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη της διαδικτυακής διδασκαλίας και μάθησης παρέχοντας μια πλατφόρμα μάθησης, πόρους, εργαλεία και υποστήριξη για τους διδάσκοντες και τους φοιτητές (Wayetal., 2021).

Ο ορισμός αυτός περιλαμβάνει συστήματα διαχείρισης μάθησης, διαδικτυακά περιβάλλοντα προσομοίωσης (ΔΠΣ) και συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης-ωστόσο, το σώμα της παρούσας εργασίας επικεντρώνεται στα ΔΠΣ. Τα συστήματα διαδικτυακής μάθησης (ΣΔΜ) είναι συστήματα που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη της διαδικτυακής διδασκαλίας και μάθησης παρέχοντας μια πλατφόρμα μάθησης.

Προηγούμενες μελέτες που διερεύνησαν τις εφαρμογές των OLS στην τριτοβάθμια εκπαίδευση επικεντρώθηκαν κυρίως στην εφαρμογή αυτών των συστημάτων (Al-Fraihat, Joy, Masa'deh, and Sinclair, 2020).

Το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (TAM) που αναπτύχθηκε από τον Davis (1989) έχει χρησιμοποιηθεί από τους ερευνητές, είτε στην αρχική του μορφή είτε σε ένα από τα πολλά παράγωγά του, προκειμένου να διερευνηθούν οι παράγοντες που

προβλέπουν τις προθέσεις συμπεριφοράς για τη χρήση των OLS (π.χ. Al-Azawei and Lundqvist, 2015- El-Masri and Tarhini, 2017- Islam, 2013- Persico et al., 2014). Ωστόσο, σε προηγούμενες μελέτες, οι εμπειρίες και οι αντιλήψεις των φοιτητών, οι οποίες επηρεάζονται από τις αλληλεπιδράσεις τους με αυτά τα συστήματα, δεν έλαβαν την προσοχή που τους άξιζε (Al-Fraihat et al., 2020). Επομένως, απαιτείται πρόσθετη έρευνα για την καλύτερη κατανόηση των προοπτικών των μαθητών όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις τους με τα ΟΛΣ και, κατά συνέπεια, για την ικανοποίηση των μαθησιακών αναγκών και προσδοκιών των μαθητών.

Επιπλέον, η πανδημία COVID-19 έχει αναγκάσει πολλά ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης να μεταφέρουν μαθήματα πρόσωπο με πρόσωπο στο διαδικτυακό περιβάλλον (Hodges et al., 2020). Οι ανοικτοί εκπαιδευτικοί πόροι (ΑΕΠ) μπορούν να αποτελέσουν μια βιώσιμη λύση για την υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, ιδίως όταν τα αποτελέσματα των μαθημάτων επικεντρώνονται στην πρακτική εφαρμογή των γνώσεων και των δεξιοτήτων που έχουν αποκτηθεί προηγουμένως.

Ως εκ τούτου, η απόκτηση μεγαλύτερης κατανόησης των εμπειριών των φοιτητών με ένα ΟΣΕ κατά την απόκτηση δεξιοτήτων πληροφορικής σε ένα προπτυχιακό μάθημα πληροφορικής με υψηλή συμμετοχή, πλήρως διαδικτυακό, θα απέδιδε χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο υποστήριξης της μάθησης των φοιτητών κατά τη διάρκεια της διαδικτυακής μάθησης με τη χρήση τέτοιων συστημάτων. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό υπό το πρίσμα του γεγονότος ότι στην τρέχουσα εποχή έχουν σημειωθεί πολλές πρωτιές που δεν έχουν ξαναγίνει.

Τα τελευταία χρόνια, έχει αυξηθεί η επικράτηση της χρήσης προσομοιώσεων σε υπολογιστές στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (Chernikovaetal., 2020). Οι ΟΣΕ, οι οποίες περιλαμβάνουν τις διαδικτυακές προσομοιώσεις, τα εικονικά εργαστήρια προσομοίωσης, την εικονική πραγματικότητα και τα καθηλωτικά μαθησιακά περιβάλλοντα που προσομοιώνουν περιβάλλοντα πραγματικής ζωής, συνέχισαν να εξελίσσονται ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης της τεχνολογίας κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας (HallingerandWang, 2020).

Σε γενικές γραμμές, τα διαδικτυακά περιβάλλοντα προσομοίωσης (ΔΠΣ) είναι μαθησιακά περιβάλλοντα που μοντελοποιούν ένα σύστημα ή μια κατάσταση της πραγματικής ζωής, όπως λογισμικό υπολογιστή, μια διάταξη εργαστηριακού πειράματος, μια επιχειρηματική υπόθεση και ούτω καθεξής. Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να εξασκούν τις δεξιότητές τους και να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους με τρόπο που είναι συγκρίσιμος με τον τρόπο που θα εφαρμόζονταν στον πραγματικό κόσμο (Benckendorffetal., 2015- HallingerandWang, 2020).

Οι ΟΣΕ έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της προώθησης της μάθησης, της διευκόλυνσης της σκέψης ανώτερης τάξης, της ενίσχυσης και διατήρησης του ενδιαφέροντος και των κινήτρων των μαθητών για ένα θέμα και της ανάπτυξης διαδικαστικών δεξιοτήτων (Chernikovaetal., 2020- Makranskyetal., 2019). Οι ΟΣΕ είναι επίσης σε θέση να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς σε τάξεις με υψηλή συμμετοχή, ενισχύοντας τη δέσμευση των μαθητών και παρέχοντας αυτοματοποιημένη και ταυτόχρονη ανατροφοδότηση στους μαθητές αυτών των τάξεων (Benckendorffetal., 2015). Παρόλο που τα ΟΣΕ έχουν πολλές δυνατότητες, εξακολουθεί να υπάρχει ανάγκη

για περισσότερη έρευνα σε αυτό το πεδίο μελέτης προκειμένου να βελτιωθεί η εκπαίδευση των μαθητών και οι εμπειρίες τους κατά τη διάρκεια της παραμονής τους σε αυτά τα περιβάλλοντα (ThisgaardandMakransky, 2017). Επιπλέον, η πλειονότητα των μελετών που διερευνούν τη μάθηση μέσω προσομοίωσης σε εικονικά περιβάλλοντα προέρχεται από τους τομείς της ιατρικής εκπαίδευσης και της εκπαίδευσης των επιχειρήσεων, ενώ σχετικά λιγότερες μελέτες προέρχονται από τομείς όπως η εκπαίδευση στη διοίκηση, η εκπαίδευση στην πληροφορική και η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών (Chernikovaetal., 2020; Wayetal., 2021).

Η διερεύνηση της χρήσης των ανοικτών εκπαιδευτικών πόρων (ΑΕΕ) από τους μαθητές σε μη εποπτευόμενα πλαίσια και των εμπειριών τους μέσα σε αυτά τα συστήματα αποκτά σημασία και ενδιαφέρον ως αποτέλεσμα της σύστασης των Thisgaard και Makransky (2017) ότι οι ΑΕΕ θα πρέπει να εξετάζονται για την υποστήριξη της διδασκαλίας και όχι ως αντικατάσταση μιας μεθόδου διδασκαλίας (Makranskyetal., 2019). Οι έρευνες με ΟΣΕ που σχετίζονται με το επίκεντρο της παρούσας εργασίας είναι ελάχιστες- ως εκ τούτου, στις επόμενες ενότητες θα παράσχουμε μια ορθή αιτιολογία για τις σχέσεις μεταξύ των δομών που διερευνήσαμε στην παρούσα μελέτη, συνθέτοντας τη γενική έρευνα με ΟΣΕ που είναι σχετική με την εργασία μας. Αυτό έγινε επειδή η έρευνα με τις ΟΣΕ που είναι σχετική με την εστίαση της παρούσας εργασίας είναι σπάνια.

Ευκολία χρήσης και αντιλαμβανόμενη μάθηση

Σύμφωνα με τον Davis (1989), "ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση ενός συγκεκριμένου συστήματος δεν απαιτεί προσπάθεια" είναι ο ορισμός της "αντιλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης" (σ. 320). Παρά τον μεγάλο αριθμό μελετών που έχουν υποδείξει θετική επίδραση της αντιλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης στην υιοθέτηση και τη μελλοντική χρήση των ΟΛΣ (π.χ. Al-Rahmi κ.ά., 2019- Alshurideh, AlKurdi και Salloum, 2019- Mohammadi, 2015- Nguyen κ.ά., 2020- Rejón-Guardia, Polo-Pea και Mara-ver-Tarif (Al-Fraihat κ.ά., 2020- Islam, 2013). Μέχρι σήμερα, μόνο λίγες επιλεγμένες από τις μελέτες που έχουν επικεντρωθεί στην εφαρμογή των OLS έχουν χρησιμοποιήσει αποτελέσματα που σχετίζονται με τη μάθηση (για παράδειγμα, αντιλαμβανόμενη μάθηση) ως την κύρια μεταβλητή ενδιαφέροντος στα μοντέλα που ερεύνησαν (π.χ. Al-Fraihatetal., 2020- Arbaugh, 2014- Ifinedoetal., 2018- Islam, 2013- McGillandKlobas, 2009- Weibeletal., 2012). Οι Ifinedo κ.ά. (2018) διεξήγαγαν μια μελέτη πριν από λίγο καιρό, στην οποία διερεύνησαν τους παράγοντες που καθορίζουν τα αντιληπτά αποτελέσματα χρήσης μετά την εφαρμογή ενός συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης (OLS) σε προπτυχιακά μαθήματα φοιτητών διοίκησης επιχειρήσεων.

Συγκεκριμένα, οι ερευνητές ενδιαφέρθηκαν για την αντιλαμβανόμενη μαθησιακή βοήθεια, την ακαδημαϊκή επίδοση και τον αντιλαμβανόμενο αντίκτυπο στη μάθηση. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι ένας από τους παράγοντες που επηρέασαν τα αντιληπτά αποτελέσματα χρήσης ήταν οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων για το πόσο εύκολο ήταν να χρησιμοποιήσουν το προϊόν. Σε μια διαφορετική έρευνα, οι McGill και Klobas (2009) διερεύνησαν τις συνδέσεις μεταξύ

της χρήσης του OLS, της προσαρμογής εργασίας-τεχνολογίας και της αντιλαμβανόμενης μάθησης, εκτός από άλλες μεταβλητές (π.χ. κοινωνικά πρότυπα). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνάς τους, η αξιοποίηση της OLS είχε άμεση επίδραση στο πόσο μεγάλη επίδραση ένιωθαν οι εκπαιδευόμενοι ότι είχε στην εκπαίδευσή τους.

Ο Arbaugh (2014) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης ενός διαδικτυακού συστήματος μάθησης ήταν ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας της αντιλαμβανόμενης μάθησης των φοιτητών μετά τη διεξαγωγή μιας άλλης έρευνας με 48 διαδικτυακά μαθήματα MBA. Ο Islam (2013) εξέτασε ένα μοντέλο που περιλάμβανε την αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης, τη μαθησιακή βοήθεια, η οποία ορίζεται ως η αντίληψη σχετικά με την αποτελεσματικότητα ενός OLS στην υποβοήθηση της μάθησης, και την αντιλαμβανόμενη ακαδημαϊκή επίδοση με φοιτητές πανεπιστημίου από διάφορα κολέγια. Τα ευρήματα έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αντιλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης και της αντιλαμβανόμενης μαθησιακής βοήθειας, η οποία με τη σειρά της προβλέπει την αντιλαμβανόμενη ακαδημαϊκή επίδοση (Islam, 2013).

Επιπλέον, προηγούμενες ερευνητικές μελέτες (για παράδειγμα, BabuandSingh, 2009- SahasrabudheandLockley, 2014) ανέφεραν ότι η προσβασιμότητα των OLS ήταν ένα εμπόδιο που επηρέαζε τη χρήση των συστημάτων αυτών από τους εκπαιδευόμενους. Αυτό το εμπόδιο εμπόδιζε τους εκπαιδευόμενους να κάνουν πλήρη χρήση των συστημάτων. Η συντριπτική πλειονότητα των OLS είναι κατασκευασμένα για μαθητές που δεν έχουν αναπηρία, με αποτέλεσμα να δημιουργούν εμπόδια προσβασιμότητας για τους μαθητές που έχουν αναπηρία (Iglesiasetal., 2014). Για

παράδειγμα, οι Sahasrabudhe και Lockley (2014) προσδιόρισαν τα προβλήματα προσβασιμότητας και ευχρηστίας ενός ΟΣΕ ως ακατάλληλες εναλλακτικές λύσεις κειμένου, τη διαθεσιμότητα εμφωλευμένων πινάκων, τη διακύμανση της διεπαφής χρήστη, τη δυσκολία χρήσης του πληκτρολογίου για πλοήγηση, τη μη σωστή σειρά ανάγνωσης και τις διαφορούμενες οδηγίες. Εξαιτίας αυτών των ζητημάτων, οι μαθητές δυσκολεύονταν περισσότερο να αποκτήσουν πρόσβαση στο περιεχόμενο και να ολοκληρώσουν τις εργασίες, γεγονός που είχε άμεσο αντίκτυπο στις συνολικές επιδόσεις των μαθητών.

Παρόλο που οι μελέτες αυτές δεν επικεντρώθηκαν ιδιαίτερα στα ΟΣΕ, με εξαίρεση τη μελέτη που διεξήγαγαν οι Sahasrabudhe και Lockley (2014), τα αποτελέσματα αυτών των μελετών υποδηλώνουν ότι οι αντιλήψεις των φοιτητών για τη μάθησή τους σε ένα διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης μπορεί να επηρεάζονται, είτε άμεσα είτε έμμεσα, από το πόσο εύκολο είναι για αυτούς να χρησιμοποιήσουν το διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης.

Η ευτυχία και η αίσθηση ότι κάποιος αποκτά γνώσεις

Όσον αφορά την ακαδημαϊκή επίδοση, ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες είναι η ικανοποίηση (BolligerandMartindale, 2004- KarimiandAhmad, 2013). Ένας ορισμός της ικανοποίησης την περιγράφει ως "το αίσθημα ολοκλήρωσης όταν η επιδεικνυόμενη απόδοση προς την ολοκλήρωση ενός έργου είναι σύμφωνη με τις προσδοκίες του εκτελούντος". Αυτή είναι μια αρκετά απλή εξήγηση του τι σημαίνει να είναι κανείς ικανοποιημένος (Keller, 1983). Σύμφωνα με τον Keller (1983), μία

από τις επιμέρους διαστάσεις που συμβάλλουν στη συνολική παρακίνηση ενός ατόμου είναι το επίπεδο ικανοποίησής του. Ως συνέπεια αυτού, η ικανοποίηση αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη διαμόρφωση των εσωτερικών κινήτρων καθώς και για τη διατήρηση των συνολικών κινήτρων καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας της μάθησης (SmallandVen-katesh, 2000).

Αρκετές μελέτες (KarimiandAhmad, 2013- Pérez-Pérezetal., 2020- CakirandSolak, 2014- Ifinedoetal., 2018- Pérez-Pérezetal., 2020) επισημαίνουν μια σημαντική σχέση μεταξύ της ικανοποίησης των εκπαιδευομένων και των επιδόσεων (CakirandSolak, 2014- Ifinedoetal., 2018). Οι Cakir και Solak (2014) διεξήγαγαν μια μελέτη με μαθητές γυμνασίου που συμμετείχαν σε ένα διαδικτυακό μάθημα αγγλικών. Διαπίστωσαν ότι το επίπεδο ικανοποίησης των μαθητών ήταν ένας από τους σημαντικούς παράγοντες πρόβλεψης του επιπέδου ακαδημαϊκής επίδοσης των μαθητών. Σε μια μελέτη που ήταν πολύ παρόμοια με αυτή, οι Karimi και Ahmad (2013) ανακάλυψαν μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αντιλαμβανόμενης μάθησης των προ-υπηρετούντων εκπαιδευτικών και του επιπέδου ικανοποίησής τους από τη συνολική μαθησιακή τους εμπειρία σε ένα μικτό πρόγραμμα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών. Επιπλέον, ανακαλύφθηκε από τους Pérez-Pérez κ.ά. (2020) ότι το επίπεδο ικανοποίησης ενός φοιτητή από ένα διαδικτυακό σύστημα μάθησης (OLS) σε ένα προπτυχιακό μάθημα διοίκησης επιχειρήσεων ήταν ο σημαντικότερος παράγοντας που καθόριζε τα μαθησιακά αποτελέσματα που αντιλαμβάνονταν ο φοιτητής. Ως εκ τούτου, όπως προτείνει ο Bradford (2011), είναι σημαντικό να κατανοήσουμε τις μαθησιακές εμπειρίες των φοιτητών σε ένα διαδικτυακό

μαθησιακό περιβάλλον από τη σκοπιά τους σχετικά με το πόσο ικανοποιημένοι είναι από τις σπουδές τους.

Η ευκολία χρήσης, η απογοήτευση, το αντιλαμβανόμενο επίπεδο επίτευξης και η συνολική ικανοποίηση

Τα OLS που θεωρούνται δύσκολα στη χρήση μπορούν να προκαλέσουν αισθήματα απογοήτευσης και άγχους στους χρήστες τους (Naveh, Tubin, and Piliskin, 2012). Οι εκπαιδευόμενοι μπορεί να βιώσουν συναισθήματα απογοήτευσης όταν ένα σύστημα δεν αντιδρά στις ενέργειές τους με τον αναμενόμενο τρόπο, γεγονός που τους εμποδίζει να επιτύχουν τον στόχο τους (Ceaparu et al., 2004- Keller, 2008- Lazareta et al., 2006). Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι όταν οι εκπαιδευόμενοι βιώνουν απογοήτευση κατά την αλληλεπίδρασή τους με ένα σύστημα μάθησης, αυτό έχει αρνητικό αντίκτυπο τόσο στη συνολική ικανοποίησή τους από το σύστημα μάθησης (Green, Inan και Denton, 2012- Sun κ.ά., 2008- Yang και Dorneich, 2018) όσο και στις συνολικές μαθησιακές τους εμπειρίες (Green, Inan και Denton, 2012). (Ifinedo et al., 2018- Yang and Dorneich, 2018). Ο κακός σχεδιασμός της διεπαφής, η λειτουργικότητα του συστήματος (όπως οι αστοχίες του λογισμικού) και η ποιότητα του συστήματος (όπως η προσβασιμότητα και η αξιοπιστία) έχουν συσχετιστεί με την ευκολία χρήσης ενός συστήματος. Αυτές οι αιτίες απογοήτευσης είναι μεταξύ των πολλών που έχουν εντοπιστεί (Lazareta et al., 2006). Έρευνες έχουν επίσης δείξει ότι η λειτουργικότητα και η ποιότητα του συστήματος είναι σημαντικοί παράγοντες για τον καθορισμό του επιπέδου ικανοποίησης που έχουν οι μαθητές από τα συστήματα μάθησης (Haddad, 2018- Jo et al., 2011- Mtebe & Raphael, 2018- Ozkan and Koseler,

2009- Pérez-Pérezetal., 2020- Wuetal., 2010). Τα ευρήματα αυτά υποστηρίχθηκαν από προηγούμενες μελέτες. Για παράδειγμα, οι Ozkan και Koseler (2009) πρότειναν ότι η φιλικότητα προς τον χρήστη της διεπαφής ενός συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης θα έπρεπε να έχει προτεραιότητα προκειμένου να διατηρηθεί η ικανοποίηση των εκπαιδευομένων. Οι Pérez-Pérez κ.ά. (2020) διεξήγαγαν μια μελέτη πριν από λίγο καιρό στην οποία ανέφεραν ότι η ποιότητα του συστήματος, την οποία όρισαν ως την προσβασιμότητα και την αξιοπιστία του συστήματος μάθησης, ήταν ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που εξηγούν την ικανοποίηση των μαθητών. Επιπλέον, οι Sun κ.ά. (2008) τόνισαν τη σημασία της ποιότητας και της λειτουργικότητας του συστήματος καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η αξιολόγηση της απόδοσης και της λειτουργικότητας ενός συστήματος μάθησης σε τακτική βάση έχει τη δυνατότητα να αυξήσει το επίπεδο ικανοποίησης των φοιτητών.

Το επίπεδο μάθησης ενός ατόμου μπορεί να παρεμποδιστεί όχι μόνο από το επίπεδο ικανοποίησής του από το σύστημα μάθησης, αλλά και από την απογοήτευση που προκαλείται από τους παράγοντες που σχετίζονται με την ευκολία χρήσης του συστήματος. Είναι πιθανό ότι τα OLS που θεωρούνται δύσκολα στη χρήση να απαιτούν από τους εκπαιδευόμενους να επενδύσουν περισσότερη προσπάθεια στην εκμάθηση του τρόπου χρήσης του συστήματος παρά στην ολοκλήρωση των μαθησιακών εργασιών (Davisetal., 1992). Αυτό θα αφήσει στους εκπαιδευόμενους περιορισμένους γνωστικούς πόρους για μάθηση. Επιπλέον, όταν οι εκπαιδευόμενοι βιώνουν απογοήτευση ως αποτέλεσμα απογοητευτικών γεγονότων που σχετίζονται με το σύστημα (για παράδειγμα, αποτυχία του λογισμικού), η "γνωστική ροή" τους μπορεί να διακοπεί, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε έναν "αρνητικό γνωστικό

βρόχο" (Bakeretal., 2010, σ. 237), ο οποίος μπορεί να τους απαιτήσει να επενδύσουν περιττή γνωστική προσπάθεια σε θέματα που δεν σχετίζονται με τη μάθηση. Επίσης, οι Bakeretal. (2010) τόνισαν ότι η απογοήτευση είναι μια "γνωστικο-συναισθηματική κατάσταση", πράγμα που σημαίνει ότι τόσο η νόηση όσο και τα συναισθήματα που βιώνουν οι μαθητές συμβάλλουν στο αίσθημα της απογοήτευσης. Ως αποτέλεσμα, ο σχεδιασμός της διεπαφής των μαθησιακών συστημάτων που είναι ευαίσθητα τόσο στη συναισθηματική όσο και στη γνωστική κατάσταση μπορεί να γίνει αντιληπτός ως πιο εύχρηστος και ευχάριστος. Baker κ.ά. (2010). (p.224). Η διεπαφή ενός συστήματος μάθησης που γίνεται αντιληπτή ως δύσκολη στη χρήση (για παράδειγμα, η αναζήτηση στοιχείων μενού) έχει τη δυνατότητα να υπερφορτώσει εύκολα την περιορισμένη ικανότητα της εργαζόμενης μνήμης των εκπαιδευομένων και να προκαλέσει περιττό γνωστικό φορτίο (Furtadoetal., 2019). Όταν οι μαθητές κάνουν χρήση της ικανότητας της εργαζόμενης μνήμης τους για να καταλάβουν πώς να χρησιμοποιήσουν το σύστημα, αφήνουν στον εαυτό τους λιγότερους γνωστικούς πόρους για να επεξεργαστούν την ουσιαστική γνώση που μαθαίνουν, γεγονός που με τη σειρά του θα εμπόδιζε την ικανότητά τους να μάθουν (Mayer, 2020). Συνοψίζοντας, αν ένα OLS είναι απλό στην πλοήγηση, τότε οι μαθητές μπορεί να μην χρειαστεί να καταβάλουν πρόσθετη προσπάθεια για να εξοικειωθούν με τα διάφορα χαρακτηριστικά του συστήματος (Islam, 2013). Οι μαθητές θα επιδείξουν υψηλότερο επίπεδο ικανοποίησης από ένα OLS καθώς και από τη συνολική μαθησιακή τους εμπειρία, εάν επιτυγχάνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα και θεωρούν ότι η προσπάθεια που κατέβαλαν για την ολοκλήρωση των μαθησιακών εργασιών εντός του συστήματος είναι λογική.(Sunetal., 2008).

Οι επιδράσεις ενός μαθησιακού σεναρίου παιχνιδιού διερεύνησης STEM στην υπολογιστική σκέψη των μαθητών και την εμπιστοσύνη τους στις δεξιότητές τους στους υπολογιστές

Η υπολογιστική σκέψη είναι η διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, σχεδιασμού συστημάτων και κατανόησης της ανθρώπινης συμπεριφοράς με βάση τις θεμελιώδεις έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών. Θεωρείται επίσης μια καθολική δεξιότητα και στάση που συμπληρώνει τη σκέψη στα μαθηματικά και τη μηχανική με έμφαση στο σχεδιασμό συστημάτων που διευκολύνουν την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι άνθρωποι. Η υπολογιστική σκέψη είναι μια καθολική δεξιότητα και στάση που συμπληρώνει τη σκέψη στα μαθηματικά και τη μηχανική (Wing, 2006, 2008). Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι ο όρος "υπολογιστική σκέψη" δεν έχει έναν ενιαίο, οριστικό ορισμό (Bower et al, 2017- Hu, 2011). Αν και βασίζεται σε ιδέες που είναι βασικές για την πληροφορική και την επιστήμη των υπολογιστών (Denning, 2007), η υπολογιστική σκέψη περιλαμβάνει επίσης μια ποικιλία πρακτικών, όπως η αναπαράσταση και η αφαίρεση προβλημάτων, η αναγνώριση προτύπων (μηχανική μάθηση), η αποσύνθεση, η προσομοίωση, η επαλήθευση και η πρόβλεψη (Bower et al, 2017, Ψυχάρης, 2018- Sengupta et al., 2013).

Οι πρακτικές αυτές συνδέονται με τη διαδικασία ανάπτυξης μοντέλων (ως αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου), την επιστημονική συλλογιστική, καθώς και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών. Σύμφωνα με τους Weintrop κ.ά. (2016), τόσο τα μαθηματικά όσο και οι φυσικές επιστήμες μετατρέπονται όλο και περισσότερο σε υπολογιστικές προσπάθειες, γεγονός που

αναδεικνύει την αναγκαιότητα της χρήσης υπολογιστικών μεθόδων. Επιπλέον, τα Επιστημονικά Πρότυπα Επόμενης Γενιάς (NGSS, 2013) αναφέρουν ότι η υπολογιστική σκέψη (CT) "είναι μια βασική επιστημονική πρακτική και λόγω της αυξημένης παρουσίας των υπολογισμών στα μαθηματικά και τα επιστημονικά πλαίσια, έχει προκύψει μια νέα επείγουσα ανάγκη για τον ορισμό της υπολογιστικής σκέψης και την παροχή μιας θεωρητικής βάσης για το ποια μορφή θα πρέπει να λάβει στις Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά".

Σύμφωνα με τον Bundy (2007), η ικανότητα υπολογιστικής σκέψης είναι πανταχού παρούσα, με αποτέλεσμα να έχει επακόλουθο αντίκτυπο σε κάθε είδος σκέψης και σε όλα τα πεδία μελέτης. Το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας αναφέρεται σε έννοιες από την Πληροφορική (NRC, 2010), ενώ πολλοί ερευνητές δίνουν έμφαση στο γεγονός ότι "Παρά την προφανή συνάφεια της CT με την επιστήμη των υπολογιστών, οι μελετητές υποστηρίζουν ότι η CT πρέπει να διδάσκεται σε κλάδους εκτός της επιστήμης των υπολογιστών ξεκινώντας από το νηπιαγωγείο" (Despite the obvious relevance of CT to computer science, scholars argue that CT needs to be taught in disciplines outside of computer science beginning in kindergarten) (Barr & Stephenson 2011- Kotsopoulou et al. 2017, σ. 2- Yadav et al. 2011). Σύμφωνα με τον Einhorn (2012), η υπολογιστική σκέψη προάγει ποικίλες δεξιότητες, όπως ο λογικός συλλογισμός, η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η αλγοριθμική σκέψη, η μοντελοποίηση και οι προσομοιώσεις, και βοηθά τους μαθητές να εμπλακούν στην επιστημονική μέθοδο. Επιπλέον, η υπολογιστική σκέψη ενθαρρύνει τους μαθητές να ενδιαφερθούν για την επιστημονική μέθοδο. Ο τομέας της εκπαιδευτικής τεχνολογίας

αναγνωρίζει την τεχνολογία των υπολογιστών ως σημαντική δεξιότητα για το εργατικό δυναμικό του 21ου αιώνα (Einhorn, 2012).

Παρά το γεγονός ότι οι ερευνητές έχουν συμφωνήσει ότι η αφαίρεση αποτελεί ουσιαστικό μέρος της υπολογιστικής σκέψης, δεν συμφωνούν όλοι στο τι πραγματικά σημαίνει ο όρος "αφαίρεση" (Cetin&Dubinsyb, 2017). Ο Piaget διέκρινε τρεις τύπους αφαίρεσης: την εμπειρική, την ψευδο-εμπειρική και την αναστοχαστική αφαίρεση (Beth & Piaget, 1966). Εισηγάγε την έννοια της αναστοχαστικής αφαίρεσης για να περιγράψει την κατασκευή αφηρημένων λογικομαθηματικών δομών από τα παιδιά και διέκρινε μεταξύ των τριών τύπων αφαίρεσης. Η έρευνα για την υπολογιστική σκέψη (Cetin&Dubinsyb, 2017) υποδηλώνει ότι η αναστοχαστική αφαίρεση μπορεί να αξιοποιηθεί ως μεθοδολογικό εργαλείο σε αυτόν τον τομέα. Πρότειναν ότι "η πιο κοινή έννοια της αφαίρεσης μιας έννοιας στην επιστήμη των υπολογιστών και των μαθηματικών είναι η εξαγωγή, δηλαδή η ιδέα της εξέτασης των κοινών χαρακτηριστικών πολλών παραδειγμάτων και της δημιουργίας μιας δομής ή κατηγορίας που έχει όλα αυτά τα χαρακτηριστικά". Με άλλα λόγια, "η πιο κοινή έννοια της αφαίρεσης μιας έννοιας στην επιστήμη των υπολογιστών και στα μαθηματικά είναι η εξαγωγή".

Ασχολούνται επίσης με μια άλλη πτυχή της αφαίρεσης που είναι γνωστή ως αποσυμβολισμός. Αυτό είναι σημαντικό διότι η αδυναμία να βασίσει κανείς την κατανόηση μιας έννοιας σε κάποιο συγκεκριμένο πλαίσιο είναι αυτό που συμβάλλει στην πολυπλοκότητα της αφαίρεσης (Gravemeijer&Doorman, 1999). Στο επόμενο μέρος αυτής της έρευνας, το οποίο θα αφιερωθεί στην Υπολογιστική Επιστημονική Εκπαίδευση (YEE), θα δημιουργήσουμε μια σύνδεση μεταξύ της αφαίρεσης και των

μοντέλων προσομοιώσεων. Ο Wing (2008) έκανε μια σύνδεση μεταξύ της αφαίρεσης και της αυτοματοποίησης, υποστηρίζοντας ότι η μηχανοποίηση των επιπέδων αφαίρεσης και των σχέσεων μεταξύ τους οδηγεί στην αφαίρεση. Όρισε την πληροφορική ως την "αυτοματοποίηση των αφαιρέσεών μας" και δήλωσε ότι η αφαίρεση είναι το αποτέλεσμα της μηχανοποίησης.

Όχι μόνο στον τομέα της πληροφορικής, αλλά και σε άλλα πεδία σπουδών, ο όρος "αλγόριθμος" αναφέρεται σε μια μέθοδο που αναλύεται σε μια σειρά βημάτων που μπορούν να ακολουθηθούν για την ολοκλήρωση μιας εργασίας (Selby & Woolard, 2014). Στον κανόνα των γραπτών έργων, οι αλγόριθμοι συνδέονται με διάφορα επίπεδα αφαίρεσης- ωστόσο, πιστεύουμε ότι η σχέση του αλγορίθμου με το "πρόβλημα" που πρέπει να επιλυθεί αποτελεί το πιο αφηρημένο επίπεδο από όλα τα επίπεδα αφαίρεσης με τα οποία συνδέεται.

Τα προβλήματα μπορούν να επιλυθούν με τη βοήθεια αλγορίθμων, οι οποίοι διαθέτουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1.Είναι οργανωμένοι με τη μορφή μιας σειράς οδηγιών βήμα προς βήμα.

2.Ένας αλγόριθμος είναι μια διαδικασία που είναι πεπερασμένη, πράγμα που σημαίνει ότι κάποια στιγμή τελειώνει.

Αποσύνθεση (DE): Οι Selby και Woolard (2014, σ. 7) αναφέρουν το NRC (2011) που λέει ότι "η δημιουργία λύσεων απαιτεί την ανάλυση των προβλημάτων σε κομμάτια συγκεκριμένης λειτουργικότητας και την αλληλουχία των κομματιών". Σύμφωνα με το NRC (2011), "η δημιουργία λύσεων απαιτεί τη διάσπαση των προβλημάτων σε κομμάτια συγκεκριμένης λειτουργικότητας".

Ο όρος "γενίκευση" (συντομογραφία "GE") αναφέρεται στην ικανότητα μετάβασης από μια συγκεκριμένη σε μια πιο γενική εφαρμογή και συνδέεται επίσης με την αναγνώριση προτύπων. Θα πρέπει, για παράδειγμα, να χρησιμοποιήσει έναν εκθετικό νόμο μείωσης σε ένα κύκλωμα R-C και να κατανοήσει ότι η ίδια μαθηματική συνάρτηση ισχύει και για τον ρυθμό διάσπασης των πυρήνων. Αυτό συμβαίνει επειδή ο ρυθμός διάσπασης των πυρήνων μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. "Ο Kolodner περιλαμβάνει σε έναν ορισμό της υπολογιστικής σκέψης την ικανότητα αναγνώρισης τμημάτων λύσεων που έχουν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες καταστάσεις ή που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικές καταστάσεις," (The ability to recognize parts of solutions that have been used in previous situations) (Selby & Woolard, 2014, σ. 12- NRC, 2011).

Αξιολόγηση (EV): Η Υπολογιστική Σκέψη περιλαμβάνει την αξιολόγηση, την ικανότητα αξιολόγησης των διαδικασιών, όσον αφορά την αποδοτικότητα και τη χρήση των πόρων, και την ικανότητα αναγνώρισης και αξιολόγησης των αποτελεσμάτων" (L'Heureuxetal. (2012)- Selby & Woolard, 2014, σελ. 12). Η αξιολόγηση αποτελεί βασικό συστατικό της υπολογιστικής σκέψης.

Αυτές οι διαστάσεις φαίνεται να είναι πιο γενικά αποδεκτές (Dorling, 2017) και χρησιμοποιούνται επίσης για την αξιολόγηση της υπολογιστικής σκέψης (CT) στον διεθνή διαγωνισμό υπολογιστικής σκέψης που είναι γνωστός ως "Bebras" (<http://www.bebas.uk/>). Ο διαγωνισμός αυτός διεξάγεται σε περισσότερες από 50 χώρες σε όλο τον κόσμο και αποτελείται από ερωτήσεις που κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας που παρουσιάζουν (Α, Β ή Γ) και το ηλικιακό εύρος των μαθητών που συμμετέχουν στο τεστ (περιλαμβάνονται έξι διαφορετικές ομάδες ηλικιών). Οι Dagiene και Stururiene (2016) υποστήριξαν την προστιθέμενη αξία αυτής της συμπλήρωσης στην οποία υπάρχει σαφής αντιστοιχία για το ποιες διαστάσεις της ΚΤ εμπλέκονται σε κάθε ερώτηση. Η συμπλήρωση αυτή υποστηρίχθηκε ότι είναι επωφελής.

Η ολοκλήρωση της εκπαίδευσης STEM μπορεί να προσεγγιστεί από δύο διαφορετικές οπτικές γωνίες: την προσέγγιση της ολοκλήρωσης του περιεχομένου και την προσέγγιση της ολοκλήρωσης του πλαισίου. Σύμφωνα με τον Moore (2008), η ενσωμάτωση περιεχομένου "επικεντρώνεται στη συγχώνευση των τομέων περιεχομένου σε μια ενιαία διδακτική δραστηριότητα ή ενότητα για την ανάδειξη των "μεγάλων ιδεών" από μια ποικιλία διαφορετικών τομέων περιεχομένου". Μια πιθανή απεικόνιση της ανάδειξης μιας μεγάλης ιδέας θα μπορούσε να είναι η χρήση της λειτουργίας ενός τρανζίστορ για να απεικονίσει τη δύναμη και τις δυνατότητες της διδασκαλίας σε ένα πλήρως ολοκληρωμένο πλαίσιο STEM.

Αυτό θα ήταν ένα παράδειγμα του τρόπου λειτουργίας ενός τρανζίστορ. Η ιδέα του τρανζίστορ ενσωματώνει έννοιες από καθένα από τα γνωστικά υποπεδία STEM και τα πρακτικά αντικείμενα σχετικά με την κατασκευή των ηχείων θα μπορούσαν να

δώσουν τη δυνατότητα στους εκπαιδευτές και τους μαθητές να διερευνήσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τους ενισχυτές ρεύματος και τάσης. Η έννοια της "ένιςχυσης του ρεύματος" χρησιμεύει ως γενική έννοια και ενσωματώνει όλα τα διάφορα γνωστικά υποπεδία STEM. Έννοιες από το πεδίο της φυσικής, όπως το ηλεκτρικό πεδίο και η τάση, συνδυάζονται με αριθμητική ανάλυση από το πεδίο των μαθηματικών (προκειμένου να βρεθούν με επανάληψη οι τιμές του ρεύματος στη δίοδο p-n), καθώς και με τεχνολογικές εφαρμογές (επιλογή υλικών ημιαγωγών). Στο τέλος, η μηχανική χρησιμοποιεί όλα αυτά τα στοιχεία για να σχεδιάσει τεχνουργήματα που ο βιομηχανικός τομέας μπορεί να χρησιμοποιήσει για την κατασκευή προϊόντων με βάση το τρανζίστορ.

Η επιστημολογία της μηχανικής εφαρμόζεται στην πράξη σε αυτή τη μείζονα έννοια μέσω του μηχανικού σχεδιασμού και της δημιουργίας ενός μοντέλου (μεταβλητές και επιλογή μεταβλητών). Οι μαθητές θα πρέπει να εκτελέσουν μια προσομοίωση του μοντέλου, το οποίο χρησιμεύει ως μοντέλο εργασίας, και στη συνέχεια θα πρέπει να συγκρίνουν τα αποτελέσματα με δεδομένα που είναι ήδη γνωστά. Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν, για παράδειγμα, να δημιουργήσουν το σχεδιασμό και το μοντέλο χρησιμοποιώντας το λογισμικό LabView (<http://www.ni.com/en-us/shop/labview.html>). Στη συνέχεια, συλλέγουν τα δεδομένα και κάνουν τις βελτιώσεις για να προσαρμόσουν τις μεταβλητές του μοντέλου, έτσι ώστε αυτό να συμφωνεί με τα δεδομένα από ένα φυσικό πείραμα. Η διαδικασία στο σύνολό της αποτελεί παράδειγμα μιας τυπικής μεθόδου σχεδιασμού μηχανικών, η οποία είναι σύμφωνη με τη στρατηγική περιεχομένου STEM. Η δραστηριότητα που εξετάζει την κατασκευή και την εφαρμογή του τρανζίστορ, η οποία βασίζεται σε αυτή την

προσέγγιση, απαιτεί μια σειρά διαλέξεων για να υλοποιηθεί στην τάξη και αντιμετωπίζει ένα πρόβλημα που εμφανίζεται στην πραγματική ζωή. Το "πρόβλημα" του τρανζίστορ μπορεί να επιλυθεί μόνο με μια συνολική και ολοκληρωμένη προσέγγιση, αντί να αντιμετωπίζεται με μια σειρά από ξεχωριστά θέματα (π.χ. πρώτα συζητάμε θέματα από τη φυσική, στη συνέχεια περνάμε στα μαθηματικά κλπ). Η διαδικασία αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους: με τη βοήθεια του υπολογιστικού πειράματος, το οποίο θα συζητηθεί στην επόμενη ενότητα, μέσω φυσικών υπολογιστών (για παράδειγμα, κατασκευή ενός Arduino ή σχεδιασμός ενός προγράμματος LabView) ή χωρίς τη βοήθεια υπολογιστών, το οποίο θα αναφέρεται ως μη συνδεδεμένος υπολογισμός (ο μαθητής μπορεί να δημιουργήσει ένα τρανζίστορ από απλά υλικά).

Στο πλαίσιο της μεθοδολογίας ενσωμάτωσης STEM, η έμφαση δίνεται στο περιεχόμενο ενός μόνο τομέα και χρησιμοποιούνται έννοιες από διάφορους άλλους τομείς για να γίνει το περιεχόμενο πιο σχετικό. Για παράδειγμα, ένας καθηγητής μαθηματικών μπορεί να επιλέξει μια ενότητα από τις πιθανότητες που επικεντρώνεται στο θεώρημα του Bayes και στη συνέχεια να ζητήσει από τους μαθητές να αναλύσουν δείγματα από ένα εργαστήριο βιοχημείας προκειμένου να διερευνήσουν την πιθανότητα εμφάνισης ασθενειών κάνοντας χρήση των υπό συνθήκη πιθανοτήτων. Σε μια άλλη εικόνα, ο διδάσκων δίνει οδηγίες για τους αλγόριθμους προτού ζητήσει από τους φοιτητές μηχανικούς να ταξιδέψουν σε διάφορα δίκτυα και να καταγράψουν το χρόνο που χρειάζεται ένα δίκτυο για να ανταποκριθεί ανάλογα με τον αριθμό των κόμβων που περιέχει.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι οποιαδήποτε επιστημολογική στρατηγική για το STEM θα πρέπει να συνδέεται με τις στρατηγικές του Mode-2 (Nowotny, 2003) και τη "νικολεζική" μεθοδολογική στρατηγική (Nicolescu, 2004).

Η επιστημολογία των πεδίων STEM, η οποία χαρακτηρίζεται από τον διεπιστημονικό της χαρακτήρα, τις χαλαρές οργανωτικές δομές, τις επίπεδες ιεραρχίες και τις αποκεντρωμένες γραμμές εξουσίας, συνδέεται με το σύστημα Mode-2.

Η μεθοδολογική προσέγγιση του Νικολέσκου και η ενσωμάτωση των STEM έχουν ακόμη και ορισμένα από τα ίδια προβλήματα (Nicolescu, 2004). Όταν οι μαθητές αναπτύσσουν τα δικά τους μοντέλα, οι πραγματικότητες της μεθοδολογικής προσέγγισης του Nicolescu έχουν τη δυνατότητα να εμφανιστούν στις δικές τους προσωπικές επιστημολογίες. Η μεθοδολογική προσέγγιση του Nicolescu υποδηλώνει ότι η πολυπλοκότητα μπορεί επίσης να έχει σχέση με την επιστημολογία του αντικειμένου STEM. Σύμφωνα με τον (Nicolescu, 2004), η πολυπλοκότητα "είναι μια σύγχρονη μορφή της αρχαίας αρχής της καθολικής αλληλεξάρτησης" με την έννοια ότι τα πάντα εξαρτώνται από τα πάντα, τα πάντα συνδέονται και τίποτα δεν είναι ξεχωριστό από το υπόλοιπο σύμπαν.

Αυτός ο ορισμός της πολυπλοκότητας, σε συνδυασμό με τις συνεχιζόμενες προσπάθειες της έρευνας για τον ορισμό της πολυπλοκότητας, ευαισθητοποιεί για θέματα όπως η αναδυόμενη συμπεριφορά ή η σύνδεση των κλιμάκων που θα μπορούσαν να σχετίζονται με το περιεχόμενο STEM. Αυτό συμβαίνει επειδή το STEM έρχεται αντιμέτωπο με πολύπλοκα προβλήματα.

Μόνο μέσω της μεθόδου επαφής STEM είναι δυνατή η αντιμετώπιση ζητημάτων όπως η σχέση μεταξύ της αλληλεξάρτησης των συστατικών στοιχείων ενός πολύπλοκου συστήματος και της δομής ενός πολύπλοκου συστήματος που εκτείνεται σε διάφορες κλίμακες.

Βάσει της ανάλυσης που παρουσιάστηκε παραπάνω, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η επιστημολογία STEM οφείλει να τηρεί τον τρόπο 2 της διεπιστημονικότητας (Mode-2 Transdisciplinarity). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η επιστημολογία STEM αντιμετωπίζει προβλήματα που προκύπτουν όχι μόνο από έναν μόνο γνωστικό τομέα και τη "νικολεξική" μεθοδολογική προσέγγιση, ενώ ταυτόχρονα αξιοποιεί τους πρωταρχικούς προβληματισμούς που εγείρει η επιστημολογία της μηχανικής εκπαίδευσης.

Οι επιδράσεις της εκπαίδευσης STEM στις δεξιότητες που σχετίζονται με την επιστημονική διαδικασία και την ευαισθητοποίηση STEM σε ένα μαθησιακό περιβάλλον που βασίζεται στην προσομοίωση και τη διερεύνηση

Κατά την τελευταία δεκαετία, η εκπαίδευση STEM έχει γίνει όλο και πιο δημοφιλής (Wu & Anderson, 2015- Gül&Taşar, 2020) Πρόκειται για μια από τις σημαντικότερες εμφάνσεις των σύγχρονων μεταρρυθμιστικών κινήσεων για την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες και θεωρείται ευρέως ως μια από τις σημαντικότερες. Επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική και μαθηματικά) εκπαίδευση στις επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά περιλαμβάνει την ενσωμάτωση ενός αριθμού επιστημονικών κλάδων, κυρίως τεσσάρων κλάδων. Έχει υποστηριχθεί ότι η

εκπαίδευση STEM είναι απαραίτητη για να αναπτύξουν οι μαθητές δεξιότητες του 21ου αιώνα, όπως η επίλυση προβλημάτων, η καινοτομία, η δημιουργικότητα, η επικοινωνία και η συνεργασία (Bybee, 2010- Cooper&Heaverlo, 2013- epni, 2018). Αυτές οι δεξιότητες είναι απαραίτητες για να είναι οι μαθητές επιτυχημένοι στον σύγχρονο κόσμο. Εξαιτίας αυτού, η εκπαίδευση στους τομείς STEM είναι σήμερα πιο σημαντική από ποτέ για να φέρει τους μαθητές σε ένα επίπεδο όπου θα μπορούν να ανταγωνιστούν με επιτυχία σε παγκόσμια κλίμακα τον 21ο αιώνα (Breineretal., 2012). Οι μαθητές αναζητούν απαντήσεις σε ερωτήματα που αφορούν την πραγματική ζωή στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEM.

Τα προβλήματα που ανακύπτουν στην πραγματική ζωή είναι διεπιστημονικής φύσης, με αποτέλεσμα η επίλυσή τους να μην μπορεί να περιοριστεί στις γνώσεις και τις δυνατότητες ενός μόνο τομέα. Επομένως, προκειμένου οι μαθητές να βρουν λύσεις σε αυτά τα ζητήματα, πρέπει να ακολουθήσουν μια διεπιστημονική προσέγγιση, η οποία απαιτεί γνώσεις και ικανότητες από διάφορους τομείς λόγω της ίδιας της φύσης του προβλήματος (Wang, 2012- Wang et al., 2011). Προκειμένου να υπάρξει μια επιτυχημένη εκπαίδευση STEM, πολλοί ερευνητές τονίζουν τη σημασία ενός ολοκληρωμένου προγράμματος σπουδών στο οποίο τα διεπιστημονικά όρια εξαλείφονται (Breineretal., 2012- Morrison & Bartlett, 2009).

Η προσέγγιση που βασίζεται στη διερεύνηση βρίσκεται στον πυρήνα της εκπαίδευσης STEM. Αυτή η προσέγγιση παρακινεί τους μαθητές να διεξάγουν έρευνα, να δημιουργούν και να αποκαλύπτουν άγνωστες προηγουμένως πληροφορίες. Ως εκ τούτου, τα μαθησιακά περιβάλλοντα STEM θα πρέπει να είναι οργανωμένα με αυτόν τον τρόπο, ώστε να μπορούν να παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να

αναπτύξουν δεξιότητες σχετικές με τον 21ο αιώνα, όπως η ικανότητα κριτικής σκέψης, δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων και επίλυσης προβλημάτων. Στο πλαίσιο αυτής της συζήτησης, η εκπαίδευση STEM αναφέρεται σε μια διαδικασία κατά την οποία οι μαθητές συνεργάζονται για την επίλυση πραγματικών ζητημάτων μέσω ενός συνδυασμού επιστημονικής διερεύνησης και μηχανολογικού σχεδιασμού σε ένα ομαδικό περιβάλλον (Suratno, et al., 2020). Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, οι εκπαιδευτικοί κατευθύνουν τους μαθητές στην αμφισβήτηση της πρωταρχικής πρόκλησης που αντιμετώπισαν και δίνουν στους μαθητές την ευκαιρία να βρουν τις δικές τους απαντήσεις στα ζητήματα που αντιμετώπισαν. Σε αυτό το σημείο, η μάθηση που βασίζεται στη διερεύνηση μπορεί να θεωρηθεί ως η παιδαγωγική που στηρίζει την εκπαίδευση STEM (Crippen & Archambault, 2012). Εξαιτίας αυτού, οι εκπαιδευτικοί διαδραματίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διαδικασία ενσωμάτωσης του STEM στα εκπαιδευτικά προγράμματα.

Στον 21ο αιώνα, μια εποχή που χαρακτηρίζεται από την εκθετική ανάπτυξη τόσο της γνώσης όσο και της τεχνολογίας, οι ερευνητές και οι εκπαιδευτικοί έχουν δώσει ολοένα και μεγαλύτερη έμφαση στη δυνητική δύναμη της εκπαιδευτικής τεχνολογίας για τη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών σε μαθήματα που σχετίζονται με το STEM (Wu & Anderson, 2015). Ως αποτέλεσμα, η αξιοποίηση των εκπαιδευτικών τεχνολογιών, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα, οι προσομοιώσεις και οι εφαρμογές ρομποτικής, έχει καταστεί σημαντικό ζήτημα για τους ερευνητές στην εκπαίδευση STEM (Wu & Anderson, 2015). Σύμφωνα με τις μελέτες, οι προσομοιώσεις μπορούν να παρέχουν ανάπτυξη γραμματισμού STEM (Rutten,

vanJoolingen, &vander Veen, et al., 2012) και ευαισθητοποίηση των μαθητών σε θέματα STEM (Gül&Taşar, 2020).

Οι D'Angeloetal.(2013) υποστήριξαν ότι οι θετικές επιδράσεις των προσομοιώσεων είναι εμφανείς στις μελέτες, αλλά ότι υπάρχουν ακόμη πολλά περισσότερα να μάθουμε για τα εκπαιδευτικά οφέλη των προσομοιώσεων υπολογιστών στα πεδία STEM. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν τόσο πολλοί διαφορετικοί τύποι προσομοιώσεων. Η διερευνητική μάθηση με βάση την προσομοίωση είναι ένα σημαντικό ερευνητικό θέμα στους τομείς STEM (επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική και μαθηματικά). Επιπλέον, οι ικανότητες στην επιστημονική μέθοδο είναι απαραίτητες στην εκπαίδευση STEM.

Στη μελέτη τους σχετικά με τη συσχέτιση μεταξύ του παιχνιδιού βιντεοπαιχνιδιών και της ακαδημαϊκής επιτυχίας, οι Young et al. (2012) επέλεξαν 39 άρθρα από τις διαθέσιμες έρευνες που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης. Οι συγγραφείς επικεντρώθηκαν στις εκπαιδευτικές δυνατότητες των παραδοσιακών παιχνιδιών σε αντίθεση με τα βιντεοπαιχνίδια. Οι διάφοροι τομείς σπουδών αναλύονται στα αντίστοιχα γνωστικά αντικείμενα, τα οποία είναι τα εξής: ιστορία, μαθηματικά, φυσική αγωγή, επιστήμες και γλώσσες. Τα ευρήματα δείχνουν ότι υπάρχουν περιορισμένες αποδείξεις για τα οφέλη της συμπερίληψης εκπαιδευτικών παιχνιδιών στα παραδοσιακά περιβάλλοντα της τάξης, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα των μελετών που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Οι Smetana και Bell (2012) διερευνούν τη χρήση προσομοιώσεων υπολογιστή για τη βελτίωση των εκπαιδευτικών ευκαιριών στον τομέα των φυσικών επιστημών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνάς τους που συνέκριναν τα παραδοσιακά

παιχνίδια με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια έχουν τη δυνατότητα να είναι εξίσου αποτελεσματικά με τα παραδοσιακά παιχνίδια, αν όχι περισσότερο, όσον αφορά την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής, την ανάπτυξη διαδικαστικών δεξιοτήτων και την προώθηση της γνώσης. Τα παιχνίδια απαιτούν την υιοθέτηση υποστηρικτικών δομών υψηλής ποιότητας, τη συμμετοχή των μαθητών και την προώθηση γνωστικών και μεταγνωστικών δεξιοτήτων προκειμένου να ενσωματωθούν σωστά ως συμπληρωματικά στοιχεία (Rajan, 2013).

Το εύρημα αυτό έρχεται σε ευθεία αντίθεση με την έρευνα που διεξήγαγε ο Girard (2013). Η εν λόγω έρευνα αντιμετωπίζει τα βιντεοπαιχνίδια ως σοβαρά παιχνίδια, αλλά θεωρεί ότι η αποτελεσματικότητά τους είναι ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι μόνο μερικά επιλεγμένα παιχνίδια οδηγούν σε βελτιωμένη μάθηση, ενώ άλλα παιχνίδια δεν έχουν καμία θετική επίδραση στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων σε σύγκριση με πιο παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας.

Αντίθετα, οι Clark κ.ά. (2015) διεξάγουν μια μετα-ανάλυση στην οποία εξετάζουν συστηματικά άρθρα για να μελετήσουν λεπτομερώς τις επιδράσεις των ψηφιακών παιχνιδιών στα μαθησιακά αποτελέσματα. Καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα παιχνίδια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη της παραγωγικής μάθησης και υπογραμμίζουν τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει ο σχεδιασμός των παιχνιδιών πέρα από το μέσο στο οποίο παίζονται. Πριν από αυτή την ανασκόπηση, αλλά συνεχίζοντας στην ίδια κατεύθυνση, οι Backlund και Hendrix

(2013) ανέφεραν θετικά αποτελέσματα στη μάθηση όταν χρησιμοποιούνται σοβαρά παιχνίδια στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Η μετα-ανάλυσή τους διεξήχθη χρησιμοποιώντας τις ίδιες γραμμές έρευνας με την παρούσα ανασκόπηση. Ο Wouters (2013) διερεύνησε κατά πόσον τα σοβαρά παιχνίδια είναι πιο αποτελεσματικά και πιο παρακινητικά από τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, εκτελώντας τεχνικές μετα-ανάλυσης και χρησιμοποιώντας συγκρίσεις στο πλαίσιο της έρευνάς τους. Όταν συγκρίθηκαν με τις συμβατικές προσεγγίσεις στην εκπαίδευση, διαπίστωσαν ότι οι μέθοδοι αυτές ήταν πιο αποτελεσματικές όσον αφορά τη μάθηση και τη διατήρησή τους, αλλά σημαντικά λιγότερο παρακινητικές. Στην πραγματικότητα, τα εκπαιδευτικά βιντεοπαιχνίδια ή "σοβαρά παιχνίδια" είναι πιο πιθανό να είναι επιτυχημένα όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες μορφές παιδαγωγικής, όταν οι μαθητές εκπαιδεύονται σε ομάδες και όταν πραγματοποιούνται πολλαπλές συνεδρίες.

Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με εκείνα της έρευνας που διεξήγαγε ο Rutten, (2012). Η εν λόγω έρευνα επικεντρώνεται στην αξιοποίηση των παιχνιδιών ως εργαστηριακές δραστηριότητες και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι προσομοιώσεις έχουν αποκτήσει εξέχουσα θέση στις τάξεις, ενισχύοντας το ρεπερτόριο του εκπαιδευτικού. Αυτό μπορεί να γίνει είτε ως συμπλήρωμα των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας είτε ως μερική αντικατάσταση της διδακτέας ύλης. Παρόλα αυτά, είναι κατηγορηματικοί ότι οι προσομοιώσεις δεν μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως την πραγματική πρακτική εμπειρία όταν πρόκειται για την εκμάθηση εργαστηριακών δεξιοτήτων. Ωστόσο, σε τομείς στους οποίους οι προσομοιώσεις έχουν γίνει ευρέως αποδεκτές ως εκπαιδευτικό εργαλείο, οι προσομοιώσεις μπορούν

να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στο να γίνουν οι εργαστηριακές δραστηριότητες πιο αποτελεσματικές όταν προσφέρονται ως προ-εργαστηριακή εκπαίδευση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι προσομοιώσεις επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να εξασκηθούν σε αυτό που θα κάνουν στο εργαστήριο.

Σε μια ολοκληρωμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση, ο Fu (2016) εντοπίζει τον πολυδιάστατο θετικό αντίκτυπο των σοβαρών παιχνιδιών στην εκπαίδευση των επιχειρήσεων. Η απόκτηση γνώσεων και η κατανόηση του περιεχομένου είναι τα αποτελέσματα που εμφανίζονται συχνότερα ως αποτέλεσμα της χρήσης αυτών των παιχνιδιών. Η έρευνα δείχνει επίσης ότι τα GBL και τα σοβαρά παιχνίδια μπορούν να έχουν επίδραση στη δέσμευση των παικτών, καθώς και στις γνωστικές και διαρκείς δεξιότητες των παικτών, καθώς και στις κοινωνικές ή "μαλακές" δεξιότητες. Η τάση της χρήσης στοιχείων παιχνιδιών τόσο ως μέσο ψυχαγωγίας όσο και ως τρόπος μάθησης αντικατοπτρίζεται στην εξέταση των συναισθηματικών και παρακινητικών αποτελεσμάτων των ψυχαγωγικών παιχνιδιών, των παιχνιδιών για μάθηση και των σοβαρών παιχνιδιών.

Τα μέτρα επίτευξης (όπως οι βαθμολογίες τυποποιημένων τεστ), τα συναισθηματικά μέτρα (όπως η χρηστικότητα ή η στάση απέναντι στην τεχνολογία) και τα μέτρα συμπεριφοράς είναι οι πιο συχνά διερευνώμενες μεταβλητές, σύμφωνα με τον Ritzhaupt, (2014), ο οποίος παρήγαγε μια μετα-ανάλυση με βάση 73 άρθρα, έδειξαν ότι τα μέτρα επίτευξης (όπως οι βαθμολογίες τυποποιημένων τεστ) είναι οι πιο συχνά διερευνώμενες μεταβλητές (π.χ. συμπεριφορά στην εργασία).

Στη μελέτη του Merchant (2014), χρησιμοποιήθηκε μια μετα-ανάλυση για να συγκριθεί η αποτελεσματικότητα διαφορετικών τύπων μαθησιακών περιβαλλόντων,

συμπεριλαμβανομένων των παιχνιδιών, των προσομοιώσεων και των εικονικών κόσμων. Σύμφωνα με τα ευρήματα, το να παίζει κάποιος μόνος του βιντεοπαιχνίδια έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στη συνολική απόδοση ενός μαθητή από ό,τι το να παίζει με άλλα άτομα. Από την άλλη πλευρά, οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιδράσεων των ατομικών και των συνεργατικών διδακτικών ενοτήτων όσον αφορά τις προσομοιώσεις. Τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών χειροτερεύουν με τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, διότι μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα που αφιερώνεται στα παιχνίδια, τα κέρδη από τα μαθησιακά αποτελέσματα αρχίζουν να μειώνονται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών να χειροτερεύουν με την πάροδο του χρόνου.

Ο Shin (2015), από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιεί τη μετα-ανάλυση για να προσπαθήσει να προσδιορίσει τα αποτελέσματα που έχει η προσομοίωση ασθενών στη νοσηλευτική εκπαίδευση. Καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι προσομοιώσεις είναι πιο αποτελεσματικές από τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης, επειδή διαπιστώνουν σημαντικές βελτιώσεις μετά την παρέμβαση σε διάφορους τομείς για τους συμμετέχοντες που λαμβάνουν εκπαίδευση προσομοίωσης σε σύγκριση με τις ομάδες ελέγχου. Αυτό τους οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι προσομοιώσεις ενισχύουν τις ψυχοκινητικές, συναισθηματικές και γνωστικές δεξιότητες του παίκτη. Το έργο που επιτελούν οι προσομοιώσεις είναι να παρουσιάζουν στους σπουδαστές γνήσια κλινικά σενάρια, γεγονός που τους δίνει την ευκαιρία να εξασκηθούν και να αποκτήσουν εμπειρία σε περιβάλλοντα που είναι τόσο ρεαλιστικά όσο και χωρίς κινδύνους.

Οι Connolly κ.ά. (2012) αναπτύσσουν μια πολυδιάστατη προσέγγιση για την κατηγοριοποίηση των παιχνιδιών και προσφέρουν μια ανασκόπηση 129 εργασιών σχετικά με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια και τα σοβαρά παιχνίδια. Οι συγγραφείς στοχεύουν συγκεκριμένα στις γνωστικές, συμπεριφορικές, συναισθηματικές και κινητήριες επιδράσεις, εκτός από την εμπλοκή. Η απόκτηση νέων πληροφοριών και η κατανόηση του υπάρχοντος υλικού, μαζί με τη βίωση θετικών συναισθημάτων και την αύξηση των κινήτρων, είναι τα πιο τυπικά αποτελέσματα. Στη μετα-ανάλυσή τους για τον γνωστικό τομέα, οι Gegenfurtner (2014) εξετάζουν πώς τα στοιχεία σχεδιασμού σε περιβάλλοντα που βασίζονται σε προσομοιώσεις επηρεάζουν τα αισθήματα αυτοαποτελεσματικότητας των μαθητών και την ικανότητά τους να μεταφέρουν ό,τι έχουν μάθει σε νέες καταστάσεις. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η συγκέντρωση ανατροφοδότησης μετά την εκπαίδευση και όχι κατά τη διάρκειά της οδήγησε σε υψηλότερες εκτιμήσεις τόσο της αυτοαποτελεσματικότητας όσο και της μεταφοράς της μάθησης.

Οι θεωρητικές εκτιμήσεις λαμβάνονται επίσης υπόψη όταν οι ερευνητές διερευνούν τα βιντεοπαιχνίδια και τις προσομοιώσεις στον υπολογιστή. Οι Li και Tsai (2013) διερευνούν το θεωρητικό υπόβαθρο της μελέτης των παιχνιδιών και των προσομοιώσεων, καθώς και τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται σε αυτή την έρευνα. Οι θεωρίες του γνωστικισμού, του κονστрукτιβισμού, του ενεργητισμού και της κοινωνικο-πολιτισμικής προοπτικής αποτελούν τους κύριους τομείς εστίασης γι' αυτούς. Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι παρόλο που ο γνωστικισμός και ο κονστрукτιβισμός αποτελούν τα κύρια θεωρητικά θεμέλια που χρησιμοποιούνται από τους ερευνητές που διερευνούν τη μάθηση της επιστήμης με βάση τα παιχνίδια, ο

ενάκτιβισμός και η κοινωνικοπολιτισμική προοπτική είναι τα αναδυόμενα θεωρητικά παραδείγματα που προσελκύουν ολοένα και μεγαλύτερη προσοχή σε αυτόν τον τομέα.

Αυτή η βιβλιογραφική ανασκόπηση δείχνει μια αυξανόμενη αναγνώριση της αποτελεσματικότητας των ψηφιακών παιχνιδιών στην προώθηση της επιστημονικής γνώσης και της μάθησης εννοιών. Ωστόσο, λιγότερη σημασία δίνεται στη διευκόλυνση των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Διερευνάται επίσης η διερεύνηση των αποτελεσμάτων από την άποψη των επιστημονικών διαδικασιών, της επίδρασης, της εμπλοκής και της μάθησης σε κοινωνικό πλαίσιο. Την άποψη αυτή συμμερίζονται και άλλοι ερευνητές, όπως ο Warren (2016), οι οποίοι εξετάζουν συστηματικά και αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα των παιχνιδιών προσομοίωσης στην ικανοποίηση, τις γνώσεις, τις στάσεις, τις δεξιότητες και τα μαθησιακά αποτελέσματα στο πλαίσιο προγραμμάτων νοσηλευτικής πρακτικής.

Αφού έκαναν σύγκριση μεταξύ των παραδοσιακών διαλέξεων στην τάξη και της διαδικτυακής μάθησης με προσομοίωση, οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η χρήση παιχνιδιών προσομοίωσης οδήγησε σε αύξηση των γνώσεων των φοιτητών καθώς και της αυτοπεποίθησης. Ο Peterson (2010) διεξάγει επίσης μια μετα-ανάλυση, στην οποία διερευνά τη χρήση παιχνιδιών και προσομοιώσεων που βασίζονται σε υπολογιστή στη γλωσσική διδασκαλία από την οπτική γωνία της ψυχολογίας και της κοινωνικο-πολιτισμικής. Τα ευρήματα καταδεικνύουν πολύτιμες ευκαιρίες για αποτελεσματική εκμάθηση γλωσσών, παρέχοντας περαιτέρω στοιχεία ότι οι μαθητές μπορούν να επωφεληθούν από τη χρήση παιχνιδιών για να τους βοηθήσει στην απόκτηση μιας δεύτερης γλώσσας.

Μια σύγκριση της αποτελεσματικότητας της χρήσης προσομοιώσεων υπολογιστή ως εργαλείων διδασκαλίας παρέχει ο Sitzmann (2011), ο οποίος βασίζει την ανάλυσή του στη θεωρία της διαδραστικής γνωστικής πολυπλοκότητας. Εξετάζει τρία συναισθηματικά αποτελέσματα (κίνητρα, προσπάθεια και αυτοαποτελεσματικότητα), ένα αποτέλεσμα συμπεριφοράς (προσπάθεια), δύο γνωστικά αποτελέσματα (δηλωτική γνώση και διατήρηση) και δύο μαθησιακά αποτελέσματα που βασίζονται σε δεξιότητες προκειμένου να πραγματοποιηθεί η επανάληψη (διαδικαστική γνώση και μεταφορά).

Τα ευρήματά της την οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι εκπαιδευόμενοι που έλαβαν εκπαίδευση προσομοίωσης μετά την εκπαίδευση παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας και διαδικαστικής γνώσης. Επιπλέον, τονίζει τη σημασία της χρήσης συγκεκριμένων μεθόδων για τη βελτίωση της μάθησης προσομοίωσης. Αυτές οι μέθοδοι περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση της χρήσης του παιχνιδιού σε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα, υψηλό επίπεδο δραστηριότητας των εκπαιδευομένων, κανένα χρονικό όριο στο παιχνίδι και την υιοθέτηση του παιχνιδιού προσομοίωσης ως συμπλήρωμα άλλων μεθόδων.

Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα της έρευνας των Wouters et al., που διαπίστωσε ότι η χρήση παιχνιδιών προσομοίωσης ως συμπλήρωμα άλλων μεθόδων αύξησε τη μάθηση (2013). Οι Hsu κ.ά. (2012) παρουσιάζουν μια διασταυρούμενη ανάλυση περιεχομένου στην οποία συμφωνούν με τα ευρήματα των προηγούμενων ερευνητών ότι θέματα όπως τα "κίνητρα, οι αντιλήψεις και οι στάσεις" είναι υψίστης σημασίας. Οι Carenys και Moya (2016) διεξήγαγαν πρόσφατα μια βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με το θέμα των επιχειρήσεων και συζήτησαν την επιρροή που

έχει η μάθηση μέσω ψηφιακών παιγνίων (DGBL) στους μαθητές. Μέσω των ακόλουθων τριών σταδίων, διεξάγουν μια ανάλυση της DGBL που λαμβάνει υπόψη τόσο τις θεωρητικές όσο και τις πρακτικές πτυχές:

α) την αξιολόγηση των ψηφιακών παιχνιδιών κατά το προπαρασκευαστικό στάδιο, β) τον προσδιορισμό των ερευνών που έχουν κριθεί κατάλληλες για την ανάπτυξη των DGBL και γ) τα μαθησιακά αποτελέσματα (γνωστικά, συμπεριφορικά, συναισθηματικά και πολυδιάστατα) που μπορούν να επιτευχθούν μέσω της χρήσης των ψηφιακών παιχνιδιών. Η παρούσα μελέτη συνέβαλε σημαντικά στο υπάρχον ερευνητικό σώμα, προωθώντας την κατανόηση της αποτελεσματικότητας των ψηφιακών παιχνιδιών και διευρύνοντας την εφαρμογή των ψηφιακών παιχνιδιών στην τάξη.

Το ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον των ερευνητών για αυτό το δυνητικά γόνιμο πεδίο αντικατοπτρίζεται στον πολλαπλασιασμό των μετα-αναλύσεων και των συστηματικών ανασκοπήσεων που έχουν διερευνήσει τη χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών και προσομοιώσεων στην τάξη, είτε ως πρωταρχικό επίκεντρο του προγράμματος σπουδών είτε ως συμπλήρωμα σε πιο παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης προσομοιώσεων στις εκπαιδευτικές πρακτικές

Τα πεδία της επιστήμης των υπολογιστών, των μαθηματικών, της στατιστικής και της διοίκησης συναντώνται στον τομέα της προσομοίωσης, ο οποίος αποτελεί

παράδειγμα διεπιστημονικού πεδίου μελέτης. Λόγω της ραγδαίας εξέλιξης της τεχνολογίας των υπολογιστών και της ραγδαίας βελτίωσης της ευελιξίας των γλωσσών προγραμματισμού, τα προγράμματα προσομοίωσης έχουν γίνει τόσο προηγμένα εργαλεία που είναι δυνατόν να αναπαράγουν την πραγματικότητα με εξαιρετικό βαθμό ακρίβειας. Αυτό κατέστη δυνατό ως αποτέλεσμα της σύγκλισης αυτών των δύο τάσεων.

Εδώ και αρκετά χρόνια, οι παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας συμπληρώνονται με τη χρήση παιχνιδιών προσομοίωσης, τα οποία αξιοποιούνται ως εκπαιδευτικό εργαλείο. Ο Clarke επέστησε την προσοχή μας στο γεγονός ότι δεν υπάρχει ευρεία συναίνεση όσον αφορά την ακριβή έννοια των όρων εκπαιδευτική προσομοίωση και σοβαρά παιχνίδια. Συγγραφείς όπως ο Bloomer ορίζουν το παιχνίδι ως οποιονδήποτε ανταγωνισμό (παιχνίδι) μεταξύ αντιπάλων (παικτών) που λαμβάνει χώρα εντός των ορίων ενός συνόλου κανόνων για την επίτευξη ενός στόχου (π.χ. τη νίκη στο παιχνίδι). Ο όρος "προσομοίωση" αναφέρεται σε μια ευρεία συλλογή μεθόδων και εφαρμογών που επιτρέπουν τη μίμηση της συμπεριφοράς πραγματικών συστημάτων. Αυτό συνήθως γίνεται σε έναν υπολογιστή με εγκατεστημένο το κατάλληλο λογισμικό. Ωστόσο, είναι επίσης δυνατή η προσαρμογή της προσομοίωσης έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για ένα παιχνίδι.

Η προσομοίωση έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για την ανάλυση συστημάτων και τη σύγκριση προτεινόμενων σεναρίων προκειμένου να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος. Μια περιγραφή και ένα μοντέλο προσομοίωσης είναι τα δύο στοιχεία που συνθέτουν ένα παιχνίδι προσομοίωσης, όπως αναφέρουν οι Adelsbergeretal. Άλλοι συγγραφείς ορίζουν ένα παιχνίδι προσομοίωσης ως μια σειρά από "απαιτητικές

διαδραστικές παιδαγωγικές ασκήσεις, στις οποίες οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους για να επιτύχουν συγκεκριμένους στόχους, που παίζονται μέσα σε μια τεχνητή αναπαραγωγή μιας σχετικής πραγματικότητας". Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, ένα παιχνίδι προσομοίωσης λαμβάνει χώρα εντός μιας τεχνητής αναπαραγωγής μιας σχετικής πραγματικότητας. Ο όρος "παιχνίδια προσομοίωσης" μπορεί επίσης να αναφέρεται σε ένα σενάριο ή μια δραστηριότητα επίλυσης προβλήματος που βασίζεται σε έναν διαγωνισμό και λαμβάνει χώρα σε μια εικονική πραγματικότητα.

Τα παιχνίδια προσομοίωσης χρησιμοποιούνται ως εργαλείο διδασκαλίας και στόχος τους είναι η αναπαράσταση διαφόρων προβλημάτων του πραγματικού κόσμου με τη μορφή παιχνιδιού για διάφορους σκοπούς, όπως η εκπαίδευση, η ανάλυση ή η πρόβλεψη. Η ανάπτυξη αποτελεσματικότερων προσωπικών μεταβιβάσιμων δεξιοτήτων, όπως η ομαδική εργασία, οι τεχνικές επίλυσης προβλημάτων ή η προφορική και γραπτή επικοινωνία, μπορεί να υποβοηθηθεί από αυτούς τους τύπους μεθόδων μάθησης. Οι μαθητές μπορούν πράγματι να μάθουν ενώ διασκεδάζουν παίζοντας παιχνίδια προσομοίωσης, και τα παιχνίδια αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς σε διάφορους τομείς εφαρμογής, όπως ο στρατός και η αεροναυπηγική βιομηχανία, οι υπηρεσίες υγείας (ιατρική, νοσηλευτική και άλλοι συναφείς τομείς), η μηχανική, η διοίκηση και ένας αριθμός άλλων τομέων.

Για παράδειγμα, οι Stanley και Latimer αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα και την καταλληλότητα του "TheWard" ως παιχνιδιού προσομοίωσης για την προώθηση και την υποστήριξη της κατανόησης της λήψης αποφάσεων, της κριτικής σκέψης και της ομαδικής εργασίας των φοιτητών νοσηλευτικής σε καταστάσεις κλινικής

πρακτικής. Τα ευρήματά τους έδειξαν ότι το παιχνίδι ήταν αποτελεσματικό και κατάλληλο για τον σκοπό αυτό. Με παρόμοιο τρόπο, οι Deshpande και Huang διεξήγαγαν μια ανασκόπηση των διαφόρων παιχνιδιών προσομοίωσης που έχουν χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία επιστημονικών και τεχνολογικών θεμάτων.

Βελτίωση των εκπαιδευτικών ευκαιριών μέσω της χρήσης " παιχνιδιών"

Οι ερευνητές έχουν, ιστορικά μιλώντας, διαχωρίσει τεχνητά τη μάθηση σε τρεις διακριτούς τομείς: τον συναισθηματικό, τον συμπεριφορικό και τον γνωστικό. Η τεχνητή αποσύνδεση που υπήρχε μεταξύ της εκπαιδευτικής μέτρησης και της ψυχομετρίας αντιμετωπίζεται από τις πρόσφατες τάσεις και στους δύο αυτούς τομείς. Για παράδειγμα, η αυτόματη συνειρμική επιρροή είναι το αποτέλεσμα της παρατεταμένης έκθεσης σε συνθήκες τις οποίες δεν ελέγχει κανείς συνειδητά. Επιπλέον, υπάρχουν συναισθηματικές επιδράσεις που λαμβάνουν χώρα πριν από τις γνωστικές διεργασίες στο πλαίσιο της διαδικασίας priming, η οποία προάγει την επακόλουθη μάθηση.

Αυτή είναι μια πτυχή της λεγόμενης διαδικασίας priming. Στον εκπαιδευόμενο παρουσιάζονται σύνθετες αναπαραστάσεις στα σοβαρά παιχνίδια, τα οποία συχνά απαιτούν την ολοκλήρωση συγκεκριμένων γνώσεων περιεχομένου και μαθησιακών εξελίξεων προκειμένου να προχωρήσει στο παιχνίδι και να πλησιάσει τον στόχο. Συνήθως, μια ιστορία προστίθεται σε ένα παιχνίδι ως μέσο προώθησης των μηχανισμών του παιχνιδιού. Στο Lamb, περιγράφονται τα ακόλουθα χαρακτηριστικά των παιχνιδιών: i) συναισθηματική σύνδεση με το αποτέλεσμα των ενεργειών που αναλαμβάνει ο παίκτης- ii) ένα ενιαίο σύνολο κανόνων που διέπουν τις ενέργειες που

αναλαμβάνουν οι παίκτες- iii) διαφοροποιημένα αποτελέσματα που σχετίζονται με τις ενέργειες που αναλαμβάνουν οι παίκτες κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού- iv) διαφοροποίηση της αξίας των ενεργειών που αναλαμβάνουν οι παίκτες- v) επακόλουθες ενέργειες που προκύπτουν από τις ενέργειες που αναλαμβάνουν οι παίκτες- και vi) παράγοντες εντός του παιχνιδιού για να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά του παίκτη από το παιχνίδι.

Η αποτελεσματικότητα των σοβαρών παιχνιδιών ως εργαλείο εκπαίδευσης θα είναι ευθέως ανάλογη του βαθμού στον οποίο οι παίκτες κατανοούν τις βασικές αρχές του παιχνιδιού καθώς και τις πλήρεις δυνατότητές του. Από αυτή την άποψη, οι Arnabetal. προσφέρουν ένα χρήσιμο εργαλείο για την ανάλυση και την υποστήριξη ορισμένων σοβαρών παιχνιδιών ως μέσων για την προώθηση της ενεργητικής μάθησης.

Οι σειρές παρέχουν μια επισκόπηση παρόμοιων μηχανισμών από μια πιο γενική άποψη. Τα βασικά στοιχεία, τα οποία υποστηρίζονται από τους λειτουργικούς μηχανισμούς των πλευρικών κελιών, εμφανίζονται στις στήλες στο κέντρο κάθε μπλοκ. Σύμφωνα με τη θεωρία του Bloom, τα χρώματα επιτρέπουν μια δεύτερη ταξινόμηση που εξαρτάται από τις δεξιότητες σκέψης που έχουν αποκτηθεί. Επιπλέον, τα στοιχεία που είναι αφηρημένα και τα στοιχεία που είναι συγκεκριμένα υποδηλώνονται με τη χρήση καλλιγραφικών και έντονων γραμματοσειρών αντίστοιχα.

Για παράδειγμα, ο αφηρημένος μαθησιακός στόχος της συμμετοχής, ο οποίος μπορεί να υποστηρίζεται από συγκεκριμένες μαθησιακές εργασίες και δραστηριότητες επίδειξης (δεύτερη σειρά), συνδέεται με τους μηχανισμούς

συνεργασίας και συνεννόησης που επιτρέπουν τα σοβαρά παιχνίδια. Αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να υποστηριχθούν από συγκεκριμένες μαθησιακές εργασίες και δραστηριότητες επίδειξης. Η επικαιροποιημένη δημοσίευση τελευταίας τεχνολογίας των Turneretal. παρέχει μια περίληψη των πολλών αναφερόμενων πλεονεκτημάτων των διαδικτυακών σοβαρών παιχνιδιών. Τα οφέλη αυτά περιλαμβάνουν την αύξηση του επιπέδου κινήτρων, της δέσμευσης, της κριτικής σκέψης και της επάρκειας του περιεχομένου των μαθητών. Χρησιμεύουν ως συμπληρωματική συνιστώσα του εκπαιδευτικού προγράμματος και οι θετικές επιδράσεις που έχουν στην αυτοπεποίθηση και την αίσθηση ολοκλήρωσης των μαθητών είναι σημαντικές. Επιπλέον, τονίζεται πώς τα σοβαρά παιχνίδια δίνουν τη δυνατότητα στους παίκτες να συμμετέχουν σε βιωματική μάθηση, επίλυση προβλημάτων πραγματικής ζωής και εκπαίδευση σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Για να αξιοποιηθεί ο ελκυστικός χαρακτήρας των βιντεοπαιχνιδιών μέσω της διέγερσης των περιοχών του εγκεφάλου που σχετίζονται με την προσοχή και τη διέγερση, η οικοδόμηση της γνώσης σε ένα εικονικό περιβάλλον είναι συγκρίσιμη με την οικοδόμηση της γνώσης σε ένα αναλογικό περιβάλλον (δηλαδή στον πραγματικό κόσμο). Η διαδικασία της εμπλοκής συνίσταται σε μια ψυχολογική εμβάθυνση στη δραστηριότητα.

Μάθηση στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση μέσω της χρήσης της προσομοίωσης

Στο πλαίσιο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται όλο και συχνότερα. Χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση STEM (επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική και μαθηματικά) (π.χ. D'Angeloetal., 2014- Wu&Anderson, 2015) για να προωθήσουν τη διερεύνηση, την επίλυση προβλημάτων και τη λήψη αποφάσεων- να διευκολύνουν τη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών και των σχέσεων μεταξύ τους. Οι προσομοιώσεις αξιοποιούνται στον τομέα της ιατρικής εκπαίδευσης (Cook, 2014- Cooketal., 2013- Heglandetal., 2017), όπου έχει διεξαχθεί σημαντικός αριθμός ερευνών (Cook, 2014- Cooketal., 2013- Heglandetal., 2017). Σκοπός αυτών των προσομοιώσεων είναι η βελτίωση των διαγνωστικών ικανοτήτων, καθώς και των κινητικών και τεχνικών δεξιοτήτων των μελλοντικών επαγγελματιών του ιατρικού κλάδου, όπως γιατροί, νοσηλευτές και ομάδες αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών. Υπάρχουν επίσης παραδείγματα μάθησης με βάση την προσομοίωση σε άλλους τομείς, όπως η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, το επάγγελμα του μηχανικού και το μάνατζμεντ (π.χ. Alfred&Chung, 2011- Brubacheretal., 2015). Η παρούσα μετα-ανάλυση επικεντρώνεται στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και, πιο συγκεκριμένα, σε τομείς που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την αλληλεπίδραση με άλλους ανθρώπους σε διάφορα επίπεδα (φυσικό, γνωστικό, κοινωνικό κ.λπ.).

Ορισμένα παραδείγματα αυτών των τομέων περιλαμβάνουν την ιατρική, τη νοσηλευτική, την ψυχολογική συμβουλευτική, τη διοίκηση, την εκπαίδευση εκπαιδευτικών, συγκεκριμένους τομείς της μηχανικής και τα οικονομικά. Όσον αφορά αυτόν τον τομέα ενδιαφέροντος, υπάρχει ανεπάρκεια γνώσεων σχετικά με

τους τύπους των μαθητών για τους οποίους οι προσομοιώσεις είναι πιο χρήσιμες, τους τύπους σεναρίων που είναι αποτελεσματικά και την πρόσθετη διδακτική υποστήριξη που τις καθιστά αποτελεσματικές για μαθητές με διαφορετικές μαθησιακές προϋποθέσεις. Δεν υπάρχουν συνθετικά αποτελέσματα σχετικά με το ρόλο των διαφόρων χαρακτηριστικών των προσομοιώσεων (π.χ. διάρκεια, χρήση τεχνολογίας) και της διδακτικής υποστήριξης (π.χ. σκαλωσιά). Αυτό ισχύει ιδιαίτερα όσον αφορά την παροχή αποτελεσματικής υποστήριξης σε μαθητές που έχουν διαφορετικά επίπεδα προηγούμενης γνώσης.

Η παρούσα μετα-ανάλυση παρέχει μια σύνοψη των αποτελεσμάτων που έχουν η σκαλωσιά και η χρήση της τεχνολογίας σε περιβάλλοντα μάθησης που βασίζονται σε προσομοιώσεις στη διευκόλυνση μιας ποικιλίας σύνθετων δεξιοτήτων σε διάφορους τομείς (π.χ. ιατρική και εκπαίδευση εκπαιδευτικών, ψυχολογική συμβουλευτική, φροντίδα). Σε προηγούμενη μετα-ανάλυση, ανακαλύφθηκε ότι τα αποτελέσματα της διδασκαλίας σε διάφορους τομείς της ιατρικής και της εκπαίδευσης εκπαιδευτικών έχουν παρόμοια μεγέθη για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεξιοτήτων που σχετίζονται με τη διάγνωση- τα αποτελέσματα αυξάνονται σε μέγεθος με την κατάλληλη χρήση της σκαλωσιάς (Chernikovaetal., 2019).

Άλλες μετα-αναλύσεις που έχουν διεξαχθεί στον τομέα της ιατρικής εκπαίδευσης (για παράδειγμα, Cook, 2014) ενισχύουν την ιδέα ότι οι προσομοιώσεις μπορούν να αποτελέσουν ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για τη βελτίωση μιας σειράς κινητικών και τεχνικών δεξιοτήτων. Ωστόσο, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη γνώσης σχετικά με την αποτελεσματική υποστήριξη που μπορεί να παρέχεται σε μαθητές με διαφορετικά επίπεδα προηγούμενης γνώσης, προκειμένου να προωθηθεί

ένα ευρύ φάσμα σύνθετων δεξιοτήτων. Η παρούσα μετα-ανάλυση έχει ως στόχο να προωθήσει την έρευνα αυτή παρέχοντας μια σύνοψη των αποτελεσμάτων που έχει η μάθηση μέσω προσομοίωσης στις σύνθετες δεξιότητες. Τα αποτελέσματα αυτά υπερβαίνουν την απλή κατανόηση του αντικειμένου και την ικανότητα εκτέλεσης τεχνικών εργασιών. Επιπλέον, ο σκοπός αυτής της μετα-ανάλυσης είναι να διαφοροποιήσει τις επιδράσεις για τους εκπαιδευόμενους με βάση τα διαφορετικά επίπεδα προηγούμενης γνώσης τους.

Η παρούσα μετα-ανάλυση χρησιμοποιεί ένα πλαίσιο scaf-folding, το οποίο προτάθηκε από τους Chernikova κ.ά., προκειμένου να προσδιοριστεί ο τρόπος με τον οποίο η διδακτική υποστήριξη επηρεάζει τα αποτελέσματα των μαθητών (2019). Ο ορισμός της σκαλωσιάς ως υποστήριξη κατά την εργασία σε ένα έργο που συνδέεται με την προσωρινή μετατόπιση του ελέγχου της μαθησιακής διαδικασίας από τον μαθητή στον εκπαιδευτικό ή στο μαθησιακό περιβάλλον αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία βασίζεται το πλαίσιο (π.χ. Tabak&Kyza, 2018).

Σύμφωνα με το πλαίσιο, διάφοροι τύποι αναδίπλωσης θα μπορούσαν να είναι επωφελείς για τους μαθητές που εισήλθαν στο μάθημα με διαφορετικό βαθμό προϋπάρχουσας πληροφόρησης. Για να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι, οι μαθητές που έχουν χαμηλό επίπεδο προηγούμενης γνώσης θα ωφελούνταν περισσότερο από περισσότερη καθοδήγηση, ενώ οι μαθητές που έχουν υψηλό επίπεδο προηγούμενης γνώσης θα ωφελούνταν περισσότερο από τη σκαλωσιά που παρέχει και απαιτεί περισσότερη αυτορρύθμιση (για παράδειγμα, προκαλώντας φάσεις αναστοχασμού) (π.χ. μέσω παραδειγμάτων).

Η μάθηση μέσω προσομοίωσης παρέχει μια μαθησιακή εμπειρία που είναι συγκρίσιμη με την πραγματική πρακτική, επιτρέπει να ξεπεραστούν οι περιορισμοί που σχετίζονται με τη μάθηση σε πραγματικά σενάρια και μπορεί να αποτελέσει μια αποτελεσματική μέθοδο για την ανάπτυξη σύνθετων δεξιοτήτων. Σύμφωνα με τους Beaubien και Baker (2004), η προσομοίωση είναι ένα μέσο που αναδημιουργεί τα χαρακτηριστικά ενός γεγονότος ή μιας περίπτωσης που συνέβη στην πραγματική ζωή. Ένας πιο λεπτομερής ορισμός της προσομοίωσης προτάθηκε από τους Cooketal. (2013), οι οποίοι δήλωσαν ότι είναι "ένα εκπαιδευτικό εργαλείο ή μια συσκευή με την οποία ο μαθητής αλληλεπιδρά φυσικά για να μιμηθεί την πραγματική ζωή". Επιπλέον, τόνισαν στον ορισμό τους "την ανάγκη αλληλεπίδρασης με αυθεντικά αντικείμενα" (σ. 876).

Η ικανότητα αλλαγής και προσαρμογής ορισμένων πτυχών της πραγματικότητας με τρόπο που διευκολύνει τη μάθηση και την εξάσκηση είναι ένα από τα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις προσομοιώσεις ως χρήσιμα εκπαιδευτικά εργαλεία (π.χ. αντιμετωπίζουν λιγότερο συχνά γεγονότα, μειώνουν το χρόνο απόκρισης, παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση στον εκπαιδευόμενο κ.λπ.) Παρόλο που η ανατροφοδότηση, την οποία οι Hattie και Timperley (2007) ορίζουν ως την παροχή πληροφοριών σχετικά με μια ασυμφωνία μεταξύ της τρέχουσας κατάστασης (ή συμπεριφοράς) ενός ατόμου και μιας επιθυμητής κατάστασης στόχου, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό της προσομοίωσης, υπάρχουν πολύ περισσότερες ευκαιρίες για εκπαιδευτική υποστήριξη. Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στη διερεύνηση πιθανών οδών μέσω των οποίων μπορεί να προσφερθεί σε

μεγαλύτερο βάθος πρόσθετη πληροφόρηση και δομική υποστήριξη στους εκπαιδευόμενους.

Η αλληλεπίδραση με ένα πραγματικό ή εικονικό αντικείμενο, συσκευή ή πρόσωπο αποτελεί μέρος του λειτουργικού ορισμού του όρου "προσομοίωση", όπως και η δυνατότητα των εκπαιδευόμενων να αλλάξουν τη ροή αυτής της αλληλεπίδρασης με βάση τις αποφάσεις και τις ενέργειες που λαμβάνουν κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης (Heitzmannetal., 2019). Υπό το πρίσμα αυτό, κάθε είδους αλληλεπίδραση μπορεί να θεωρηθεί προσομοίωση. Αυτό περιλαμβάνει παιχνίδια ρόλων, αλληλεπιδράσεις με τυποποιημένους ασθενείς, ακόμη και εξαιρετικά καθηλωτικές εμπειρίες που περιλαμβάνουν εικονικά αντικείμενα.

Ο επιχειρησιακός ορισμός της προσομοίωσης συνεπάγεται, μεταξύ άλλων, ότι η κριτική σκέψη και κάποια μορφή επίλυσης προβλημάτων είναι παρούσες κατά τη διάρκεια της μάθησης και ότι οι εκπαιδευόμενοι διαδραματίζουν ενεργό ρόλο στις διαδικασίες ανάπτυξης δεξιοτήτων. Η πολυπλοκότητα των σεναρίων του πραγματικού κόσμου μπορεί να αντιμετωπιστεί από τις προσομοιώσεις με διάφορους τρόπους (Davidsson&Verhagen, 2017). Για παράδειγμα, οι προσομοιώσεις μπορούν να κάνουν χρήση τεχνολογικών βοηθημάτων προκειμένου να μοιάζουν περισσότερο με την πραγματικότητα ή προκειμένου να προσφέρουν περισσότερες ευκαιρίες για εξάσκηση ή μάθηση. Από την άλλη πλευρά, η έννοια της προσομοίωσης έχει την τάση να επικεντρώνεται στην αναπαράσταση ρεαλιστικών σεναρίων και στις αυθεντικές αλληλεπιδράσεις στις οποίες οι συμμετέχοντες έχουν την ευκαιρία να λάβουν μέρος.

Σύμφωνα με τους Grossman κ.ά. (2009), η προσομοίωση μπορεί να θεωρηθεί ως μια απλουστευμένη εκδοχή της πρακτικής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εμπλοκή των αρχάριων σε πρακτικές που είναι περισσότερο ή λιγότερο κοντινές στις πρακτικές ενός επαγγέλματος. Με άλλα λόγια, η προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διδάξει στους αρχάριους πώς να εκτελούν εργασίες που είναι παρόμοιες με αυτές που εκτελούν οι επαγγελματίες. Ως εκ τούτου, φαίνεται λογικό να δοθεί επιπλέον έμφαση στη διάρκεια της προσομοίωσης και στην αυθεντικότητα, προκειμένου να προσδιοριστεί πόσο ρεαλιστικό ήταν το μαθησιακό περιβάλλον και για πόσο χρονικό διάστημα εκτέθηκαν οι εκπαιδευόμενοι σε αυτό.

Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το είδος της προσομοίωσης, το οποίο μπορεί να ταξινομηθεί ανάλογα με τα πράγματα ή τα πρόσωπα με τα οποία οι μαθητές συνομιλούν (πραγματικό ή εικονικό αντικείμενο ή πρόσωπο). Το είδος της προσομοίωσης σχετίζεται με την έννοια της βάσης πληροφοριών (π.χ. από πού προέρχονται οι πληροφορίες για τις αποφάσεις) ως μεταβλητή πλαισίου (Chernikovaetal., 2019- Heitzmannetal., 2019). Ωστόσο, ο τύπος της προσομοίωσης παρέχει μια περαιτέρω κατηγοριοποίηση σε πραγματικό ή εικονικό αντικείμενο (όπως ένα έγγραφο, εργαλείο ή μοντέλο) και πραγματικό ή εικονικό πρόσωπο (όπως ένας πραγματικός ή φανταστικός χαρακτήρας) (π.χ. τυποποιημένοι ασθενείς).

Η ενσωμάτωση διαφόρων μορφών ψηφιακών μέσων, συμπεριλαμβανομένου τόσο του υλικού όσο και του λογισμικού, σε ένα διδακτικό περιβάλλον είναι αυτό που εννοείται με τον όρο "χρήση τεχνολογίας". Οι προσομοιώσεις μπορούν να διεξαχθούν χωρίς τη χρήση τεχνολογίας στην τάξη μέσω δραστηριοτήτων όπως παιχνίδια ρόλων,

προσομοιωμένες συζητήσεις και επικοινωνία με τυποποιημένους ασθενείς. Για να ξεκινήσει η αλληλεπίδραση, δεν απαιτείται ούτε λογισμικό ούτε υλικό στην αίθουσα διδασκαλίας (π.χ. Davidsson&Verhagen, 2017). Οι προσομοιώσεις που βασίζονται σε οθόνη απαιτούν τη χρήση διεπαφών που υποστηρίζονται από υπολογιστή και ειδικού λογισμικού προκειμένου να διευκολυνθεί η συμμετοχή των χρηστών (π.χ. Bieseetal., 2009). Μια ακόμη ποικιλία είναι η αλληλεπίδραση που πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός μείγματος λογισμικού και υλικού, όπως σε μια προγραμματιζόμενη κούκλα (Liawetal., 2014). Η εικονική πραγματικότητα είναι ένας ακόμη τύπος που κάνει χρήση εξελιγμένης τεχνολογίας και είναι πιθανό να ενισχύει την αίσθηση της εμπύθισης (π.χ. Ahlbergetal., 2007).

Η σύγκριση της χρήσης υπολογιστών στην τάξη με την απουσία τεχνολογίας αποκαλύπτει ότι η εμπειρική έρευνα σχετικά με τις επιπτώσεις της χρήσης της τεχνολογίας στη μάθηση παρέχει κάποια υποστηρικτικά στοιχεία για μικρές έως μέτριες θετικές επιπτώσεις της χρήσης της τεχνολογίας στη μάθηση και την επίδοση (Hattie, 2003- Tamimetal., 2011). Η σύγκριση των προσομοιώσεων υψηλής και χαμηλής πιστότητας που χρησιμοποιούνται για τη μάθηση στην ιατρική εκπαίδευση παρέχει κάποιες ενδείξεις ότι η χρήση της τεχνολογίας δεν έχει ιδιαίτερα αποτελέσματα (π.χ. Ahadetal., 2013). Επειδή η εικονική πραγματικότητα εξακολουθεί να είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία, υπάρχουν ελάχιστα συστηματικά εμπειρικά στοιχεία σχετικά με τα αποτελέσματά της. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο γεγονός ότι η εικονική πραγματικότητα δεν χρησιμοποιείται ακόμη ευρέως σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Σκοπός της παρούσας μετα-ανάλυσης είναι να

παρέχει μια ολοκληρωμένη σύνοψη των επιδράσεων που έχουν οι διάφορες τεχνολογίες στην απόκτηση σύνθετων δεξιοτήτων.

Ο όρος "διάρκεια της προσομοίωσης" αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που δαπανάται σε ένα περιβάλλον που ευνοεί τη μάθηση. Οι Cooketal. (2013) παρείχαν υποστηρικτικά στοιχεία στη μετα-ανάλυσή τους για την αποτελεσματικότητα της κατανεμημένης και της επαναλαμβανόμενης πρακτικής (αποτελέσματα άνω του,60) στην απόκτηση σύνθετων δεξιοτήτων στην ιατρική εκπαίδευση. Τα στοιχεία αυτά προήλθαν από την ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών από τους συγγραφείς. Ωστόσο, συνέκριναν μόνο προσομοιώσεις με διάρκεια μεγαλύτερη της μίας ημέρας με προσομοιώσεις με διάρκεια μικρότερη της μίας ημέρας. Εξαιτίας αυτού, το επόμενο βήμα θα μπορούσε να είναι η διεξαγωγή μιας μετα-ανάλυσης με στόχο την καταγραφή των επιδράσεων της διάρκειας των προσομοιώσεων σε πιο λεπτομερή κλίμακα (συμπεριλαμβανομένων προσομοιώσεων που διαρκούν αρκετά λεπτά, ώρες, ημέρες, εβδομάδες ή εξάμηνα).

Μέσω της χρήσης προσομοιώσεων, οι μαθητές σε σχολεία και πανεπιστήμια μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τον πραγματικό κόσμο. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να αναλάβουν διαφορετικούς ρόλους και να συμμετάσχουν σε μετωπικές και πρακτικές δραστηριότητες μέσα σε ένα προσομοιωμένο επαγγελματικό περιβάλλον. Σύμφωνα με τα ευρήματα πρόσφατων μελετών, η πλήρης αυθεντικότητα δεν προάγει απαραίτητα τις βέλτιστες συνθήκες μάθησης (π.χ. Henninger&Mandl, 2000). Ως εκ τούτου, οι ερευνητές δίνουν συνήθως έμφαση στη δυνατότητα μεταβολής της πραγματικότητας για τους σκοπούς της μάθησης μέσω της χρήσης προσομοιωμένων περιβαλλόντων.

Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη ο βαθμός στον οποίο η προσομοίωση είναι παρόμοια με την πραγματική πρακτική όσον αφορά τις απαιτήσεις που τίθενται στον εκπαιδευόμενο, τις ιδιαιτερότητες του σεναρίου που αναπαράγεται και το περιβάλλον ή/και τα άτομα που συμμετέχουν (π.χ. Allenetal., 1991). Μερικές φορές η φύση αυτής της σύνδεσης συζητείται με όρους πιστότητας της προσομοίωσης. Παρ' όλα αυτά, μια πρόσφατη ανάλυση που διεξήχθη από τους Hamstra κ.ά. (2014) ανέδειξε το γεγονός ότι υπάρχουν σημαντικές αποκλίσεις στην εφαρμογή του όρου αυτού σε διάφορα ερευνητικά πεδία. Σύμφωνα με τις συστάσεις που παρέχονται από την εν λόγω ομάδα συγγραφέων (Hamstraetal., 2014), η κύρια έμφαση της παρούσας μελέτης δίνεται στη λειτουργική αντιστοιχία που υπάρχει μεταξύ ενός προσομοιωμένου σεναρίου ή του ίδιου του προσομοιωτή και του πλαισίου των πραγματικών σεναρίων. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτή η αντιστοιχία, θα εκτιμήσουμε το επίπεδο αυθεντικότητας. Με τον τρόπο αυτό, θα παρακάμψουμε τον όρο "πιστότητα" και την αβεβαιότητα που συνδέεται με αυτόν.

Οι προσομοιώσεις με τη χρήση της Τεχνολογίας Εκπαίδευσης Φυσικής (PhET) και τα αποτελέσματα STEM.

Λόγω του δύσκολου και αφηρημένου χαρακτήρα της, η φυσική είναι ένα από τα μαθήματα που διδάσκονται στο λύκειο και προσελκύουν σημαντικά χαμηλότερο ενδιαφέρον από τους μαθητές.

Μία από τις προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν είναι η έλλειψη εξοπλισμού στην αίθουσα διδασκαλίας της φυσικής (Orleans, 2007). Υπό το πρίσμα αυτό, πρέπει να υπάρξει κάποιου είδους παρέμβαση για το πώς θα κεντριστεί το ενδιαφέρον των μαθητών για την απόκτηση περισσότερων γνώσεων φυσικής με τρόπο που να τους αφορά περισσότερο προσωπικά. Οι (Schwartzetal., 2005) τόνισαν ότι οι μαθητές μαθαίνουν ελάχιστα όταν οι έννοιες είναι παρούσες στην παραδοσιακή επίδειξη στην τάξη και ότι πρέπει να υπάρχει εμπλοκή προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της μάθησης. Επιπλέον, οι συγγραφείς σημείωσαν ότι οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία.

Τα δύσκολα προβλήματα των σημερινών τάξεων συμβάλλουν στη μείωση των συνολικών επιδόσεων των μαθητών στη φυσική (Mekonnen, 2014). Οι επιδόσεις των μαθητών στη Φυσική είναι ένα σενάριο που πρέπει να αντιμετωπιστεί από τους εκπαιδευτικούς, το οποίο αποτελεί πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς των Φυσικών Επιστημών να επινοήσουν ή να καινοτομήσουν τρόπους για να κάνουν τη διδασκαλία-μάθηση διεγερτική. Αυτή η φθίνουσα πορεία των επιδόσεων των μαθητών στη Φυσική βασίζεται στις διάφορες έρευνες και μελέτες που έχουν διεξαχθεί από τους διάφορους ερευνητές (Adams, 2010- Batuyong&Antonio, 2018- Podolefskyetal., 2009- Ruttenetal., 2012- Scheid Για το λόγο αυτό, οι εκπαιδευτικοί στον τομέα της Φυσικής θα πρέπει να αναζητήσουν στρατηγικές και πρακτικές που μπορούν να βελτιώσουν τις συνολικές επιδόσεις των μαθητών στον προαναφερθέντα τομέα (Antonio, 2015).

Τα ευρήματα της συντριπτικής πλειονότητας των ερευνητών δείχνουν ότι η αξιοποίηση του διδακτικού υλικού μπορεί να διευκολύνει τη βελτίωση της μάθησης

των μαθητών. Η αξιοποίηση εργαστηριακών εγχειριδίων και μαθησιακών ενοτήτων (Orleans, 2007), ενός εκπαιδευτικού προγράμματος με τη βοήθεια υπολογιστή (Waight&Abd-El-Khalick, 2007) και άλλων ψηφιακών τεχνολογιών (Armstrong&Casement, 2000- Pittardetal., 2003) έδειξε ότι υπάρχει αποτελεσματική μεταφορά και απόκτηση της μάθησης, καθώς και ανάπτυξη δεξιοτήτων.

Στην πραγματικότητα, μία από τις μελέτες σχετικά με τη διδασκαλία με τη βοήθεια υπολογιστή έδειξε ότι οι μαθητές στους οποίους δόθηκε πρόσβαση σε τέτοια τεχνολογία είχαν καλύτερες επιδόσεις από τους μαθητές στους οποίους δεν δόθηκε τέτοια πρόσβαση. Οι συμμετέχοντες στην εν λόγω μελέτη ήταν μαθητές γυμνασίου και λυκείου και η έρευνα διεξήχθη σχετικά με τις ακαδημαϊκές τους επιδόσεις (Mullisetal., 2016). Σύμφωνα με την έρευνα που διεξήχθη από τους (Casinilloetal., 2020- Meggiolaro, 2018), τα διδακτικά υλικά που ενσωματώνουν τεχνολογία έχουν δείξει ότι βοηθούν τους μαθητές να είναι δημιουργικοί και έχουν επιδείξει πιο αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης, όπου οι μαθητές έχουν περισσότερα κίνητρα. Επιπλέον, μελέτες έχουν δείξει ότι η χρήση της τεχνολογίας αυξάνει την πιθανότητα επικοινωνίας μεταξύ εκπαιδευτών και μαθητών.

Οι ΤΠΕ, που σημαίνει τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών, διαδίδονται όλο και περισσότερο στη σημερινή κοινωνία (Prestridge, 2012). Σύμφωνα με τους Waight και Abd-El-Khalick (2007), η τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών μπορεί να αξιοποιηθεί στο πλαίσιο της τάξης για να γεφυρώσει το χάσμα που υπάρχει μεταξύ της διδακτικής διαδικασίας και της μαθησιακής διαδικασίας. Οι προσομοιώσεις υπολογιστών στη φυσική, γνωστές και ως προσομοιώσεις PhysicsEducationTechnology (PhET), είναι μία από τις συναρπαστικές νέες

τεχνολογίες που έχουν τη δυνατότητα να διευκολύνουν τη μάθηση. Η προσομοίωση PhET είναι ένα εξαιρετικά ισχυρό μέσο για τη διευκόλυνση της εκπαίδευσης των μαθητών στους επιστημονικούς κλάδους (Adams, 2010).

Η ενσωμάτωση της PhET στην τάξη μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση της απαίτησης για την οικοδόμηση ενός εννοιολογικού πλαισίου για την επιστημονική κατανόηση. Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη σχετικά με τη διδασκαλία με τη βοήθεια υπολογιστή, η χρήση υπολογιστών και άλλου διδακτικού υλικού που σχετίζεται με τους υπολογιστές μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της συνολικής επίδοσης των μαθητών (Waight&Abd-El-Khalick, 2007). Προκύπτει ότι η αξιοποίηση προσομοιώσεων με υπολογιστή έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τις συνολικές επιδόσεις των μαθητών στο μάθημα της Φυσικής. Σε αυτό το πλαίσιο, οι προσομοιώσεις PhET έχουν τη δυνατότητα να αποτελέσουν ένα αποτελεσματικό μέσο για τη βελτίωση των ακαδημαϊκών επιδόσεων των μαθητών.

Πρακτικό Μέρος

Θεματικές Ενότητες / Φύλλα Εργασίας / Ειδικοί Στόχοι

Οι προβλεπόμενες θεματικές ενότητες του μαθήματος είναι:

1. Μετρήσεις μήκους – Η μέση τιμή
2. Μετρήσεις χρόνου – Η ακρίβεια
3. Μετρήσεις μάζας – Τα διαγράμματα
4. Μετρήσεις θερμοκρασίας – Η βαθμονόμηση
5. Από τη θερμότητα στη θερμοκρασία – Η θερμική ισορροπία
6. Οι αλλαγές κατάστασης του νερού – Ο "κύκλος" του νερού
7. Η διαστολή και συστολή του νερού – Μια φυσική "ανωμαλία"

8. Το φως θερμαίνει – "ψυχρά" και "θερμά" χρώματα
9. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου υπερ-θερμαίνει
10. Το ηλεκτρικό βραχυ-κύκλωμα – Κίνδυνοι και "ασφάλεια"
11. Από τον ηλεκτρισμό στο μαγνητισμό – Ο ηλεκτρικός (ιδιο-)κινητήρας
12. Από το μαγνητισμό στον ηλεκτρισμό – Η ηλεκτρική (ιδιο-)γεννήτρια

Σχέδια μαθημάτων με βάση το βιβλίο φυσικής α γυμνασίου.

Μετρήσεις Μήκους – Η Μέση Τιμή

1. Στόχοι του μαθήματος

ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Σχολείο • Σπίτι • Γειτονιά • Αγορά

Να αναπτύξει το παιδί δεξιότητες αρίθμησης και ταυτόχρονα κοινωνικές δεξιότητες

2. Περιγραφή της δραστηριότητας κατά στάδια

Μέτρησε με τη βοήθεια ενός συμμαθητή σου το μήκος ενός θρανίου χρησιμοποιώντας μια μετροταινία, όπως στη διπλανή εικόνα. Γράψε την τιμή της μέτρησής σου (σε εκατοστά του μέτρου με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου, πχ. 117,6 εκατοστά) στη δεύτερη στήλη του παρακάτω πίνακα. Ζήτησε από 9 άλλα ζευγάρια συμμαθητών σου να μετρήσουν και αυτοί το μήκος του ίδιου θρανίου, χωρίς να ανακοινώνουν στους άλλους την τιμή που μέτρησαν.

Γράψε επίσης στη δεύτερη στήλη (με την ίδια ακρίβεια), τη μία κάτω από την άλλη, τις τιμές που μέτρησαν οι συμμαθητές σου.

Γράψε τα συμπεράσματά σου από τις παρατηρήσεις και τις μετρήσεις σου.

.....

.....

.....

Γιατί νομίζεις ότι είναι χρήσιμος ο υπολογισμός της μέσης τιμής των τιμών πολλών μετρήσεων;

Αριθμητική γραμμή των μονάδων, δεκάδων, εκατοντάδων, χιλιάδων, δεκάδων χιλιάδων

Καρτέλες και πάζλ με τους αριθμούς.

3. Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Οι δραστηριότητες που ενισχύουν την ανάπτυξη των μαθηματικών δεξιοτήτων είναι η συχνή άσκηση σε διαδικασίες μέτρησης μήκους

4. Μέθοδος Αξιολόγησης

Η διαγνωστική έκθεση θα περιγράφει με σαφήνεια τις κατακτημένες από το μαθητή γλωσσικές δεξιότητες, και θα καθορίζει τους προσεχείς διδακτικούς στόχους. Η αξιολόγηση θα γίνεται με λίστα διαμορφωμένη με σειρά δυσκολίας η οποία θα τοποθετείται στον ατομικό φάκελο του μαθητή.

Μετρήσεις Χρόνου – Η Ακρίβεια

1. Στόχοι του μαθήματος

ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Σχολείο • Σπίτι • Γειτονιά • Αγορά

Να αναπτύξει το παιδί δεξιότητες αρίθμησης και ταυτόχρονα κοινωνικές δεξιότητες

2. Περιγραφή της δραστηριότητας κατά στάδια

Έλεγξε τις υποθέσεις σου με το παρακάτω πείραμα 1 ή το εναλλακτικό πείραμα 2.

Υλικά / Όργανα:

λεπτό σχοινί, μικρό βαρύ αντικείμενο (πχ. μπάλα από πλαστελίνη, βαρίδι με γάντζο,...), ρολόγια ή χρονόμετρα (κάποια με ακρίβεια δευτερολέπτου και άλλα εκατοστού του δευτερολέπτου), ένα θρανίο, μπαλάκι

Αντί του πειράματος 1, μπορεί να γίνει το πείραμα 2 (με την ίδια διαδικασία που περιγράφεται για το πείραμα 1) ή μερικοί μαθητές μπορούν να κάνουν πείραμα 1 και



οι υπόλοιποι το πείραμα 2.

Πείραμα 1

Δέσε στο ένα άκρο ενός λεπτού σχοινιού (μήκους μισού μέτρου περίπου) ένα μικρό και βαρύ αντικείμενο (πχ. μπάλα από πλαστελίνη) και κρέμασέ το δένοντας το άλλο άκρο του σε ένα ψηλό σημείο, προσέχοντας να μην ακουμπάει πουθενά και να μπορεί να ταλαντώνεται. Άφησέ το να ηρεμήσει σε κατακόρυφη θέση, όπως στη διπλανή εικόνα.

Εσύ και οι συμμαθητές σου, ο καθένας με το ρολόι του ή χρονόμετρο ετοιμαζόμαστε να μετρήσετε χρόνο. Μερικοί έχετε αναλογικό ρολόι με δείκτη δευτερολέπτων, που μετρά με ακρίβεια δευτερολέπτου. Άλλοι έχετε ψηφιακό ρολόι με ένδειξη εκατοστού του δευτερολέπτου, που μετρά με αυτή την ακρίβεια το χρόνο.



Απομάκρυνε λίγο το αντικείμενο από τη θέση ηρεμίας του και άφησέ το, όπως στη διπλανή εικόνα. Το αντικείμενο αρχίζει να ταλαντώνεται αριστερά – δεξιά, ως "εκκρεμές". Εσύ και οι συμμαθητές σου, ο καθένας με το ρολόι του ή το χρονόμετρό του, μετρήστε το χρόνο που πέρασε από την αρχή της ταλάντωσης έως τη στιγμή που ολοκληρώνονται 10 πλήρεις ταλαντώσεις. Λάβετε υπόψη σας ότι ένα εκκρεμές ολοκληρώνει μια πλήρη ταλάντωση όταν ξεκινάει από μια ακραία θέση και επιστρέφει σε αυτήν. Γράψε το χρόνο που μέτρησες, καθώς και το χρόνο που μέτρησαν οι συμμαθητές σου, χωρίς όμως να έχετε δει ο ένας το χρόνο του άλλου.

Όσοι έχουν αναλογικό ρολόι γράφουν την τιμή του χρόνου που μέτρησαν στη δεύτερη στήλη του παρακάτω πίνακα. Όσοι έχουν ψηφιακό ρολόι ή χρονόμετρο γράφουν την τιμή του χρόνου που μέτρησαν στην τέταρτη στήλη του.

3. Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Οι δραστηριότητες που ενισχύουν την ανάπτυξη των μαθηματικών δεξιοτήτων είναι η συχνή άσκηση σε διαδικασίες μέτρησης χρόνου και ακρίβειας

Κάθε δραστηριοποίηση και συναλλαγή της καθημερινότητας είναι ένα βήμα στην κοινωνικοποίηση και στην αυτονομία των μαθητών. Αυτό είναι το ζητούμενο της εκπαίδευσής τους στο σχολείο

Σύγκρινε μεταξύ τους τις τιμές του χρόνου που έχεις γράψει στη δεύτερη στήλη. Τι παρατηρείς; Υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους;

.....

.....

Σύγκρινε μεταξύ τους τις τιμές του χρόνου που έχεις γράψει στην τέταρτη στήλη. Τι παρατηρείς; Υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους;

.....

.....

Αν παρατηρείς διαφορές μεταξύ των τιμών της δεύτερης και τέταρτης στήλης, πού νομίζεις ότι οφείλονται;

4. Μέθοδος Αξιολόγησης

Η διαγνωστική έκθεση θα περιγράφει με σαφήνεια τις κατακτημένες από το μαθητή γλωσσικές δεξιότητες, και θα καθορίζει τους προσεχείς διδακτικούς στόχους. Η αξιολόγηση θα γίνεται με λίστα διαμορφωμένη με σειρά δυσκολίας η οποία θα τοποθετείται στον ατομικό φάκελο του μαθητή.

Μετρήσεις Μάζας – Τα Διαγράμματα

1. Στόχοι του μαθήματος

ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Σχολείο • Σπίτι • Γειτονιά • Αγορά

Να αναπτύξει το παιδί δεξιότητες αριθμησης και μέτρησης και ταυτόχρονα κοινωνικές δεξιότητες

2. Περιγραφή της δραστηριότητας κατά στάδια

Με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σας, οργανώστε πειράματα για την επιβεβαίωση ή διάψευση των υποθέσεων.

Υλικά / Όργανα:



ξύλινη κρεμάστρα, δύο όμοια πλαστικά πιατάκια (ή μικροί πλαστικοί δίσκοι), σταθμά διαφόρων μαζών (σε γραμμάρια) ένα ελατήριο από λεπτό μεταλλικό σύρμα ή ένα κομμάτι λάστιχο, μικρό ελαφρύ αντικείμενο (πχ. μπάλα από πλαστελίνη), μετροταινία

Ιδιοκατασκευή / Πείραμα 1



Αν δεν έχεις στη διάθεσή σου έναν απλό ζυγόσύγκρισης (με δύο βραχίονες και δύο δίσκους, όπως αυτόν στη διπλανή εικόνα), κάνε μια ιδιοκατασκευή, μετασχηματίζοντας λίγο μια ξύλινη κρεμάστρα.



Αφαίρεσε το μεταλλικό άγκιστρο της κρεμάστρας και κρέμασέ τη με ένα σχοινί που έχεις περάσει στο μέσο της. Κρέμασε τα δύο όμοια πιατάκια (ή τους μικρούς

δίσκους) σε ίσες αποστάσεις από το μέσο της, ανοίγοντας περιφερειακά σε κάθε ένα τρεις τρύπες και δένοντας σε αυτά λεπτά σχοινιά ίδιου μήκους, όπως στην παραπάνω εικόνα.

3. Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Οι δραστηριότητες που ενισχύουν την ανάπτυξη των μαθηματικών δεξιοτήτων είναι η συχνή άσκηση σε διαδικασίες μέτρησης μάζας και αγοραπωλησίας στα καταστήματα της περιοχής. Κάθε δραστηριοποίηση και συναλλαγή της καθημερινότητας είναι ένα βήμα στην κοινωνικοποίηση και στην αυτονομία των μαθητών. Αυτό είναι το ζητούμενο της εκπαίδευσής τους στο σχολείο

Υπολόγισε, με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σου, από τις τιμές της μάζας τις τιμές του βάρους καθενός από τα σταθμά, καθώς και την τιμή του βάρους του αντικειμένου που ζύγισες.

4. Μέθοδος Αξιολόγησης

Η διαγνωστική έκθεση θα περιγράφει με σαφήνεια τις κατακτημένες από το μαθητή γλωσσικές δεξιότητες, και θα καθορίζει τους προσεχείς διδακτικούς στόχους. Η αξιολόγηση θα γίνεται με λίστα διαμορφωμένη με σειρά δυσκολίας η οποία θα τοποθετείται στον ατομικό φάκελο του μαθητή.

Μετρήσεις Θερμοκρασίας – Η Βαθμονόμηση

1. Στόχοι του μαθήματος

ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Σχολείο • Σπίτι • Γειτονιά • Αγορά

Να αναπτύξει το παιδί δεξιότητες μέτρησης της θερμοκρασίας και ταυτόχρονα κοινωνικές δεξιότητες

2. Περιγραφή της δραστηριότητας κατά στάδια

Με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σας, οργανώστε πειράματα για την επιβεβαίωση ή διάψευση των υποθέσεων και συγκεντρώστε τα απαραίτητα υλικά.

Υλικά / Όργανα:

θερμόμετρο οινοπνεύματος (με περιοχή τιμών από $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ έως $120\text{ }^{\circ}\text{C}$), πυρίμαχο δοχείο (πυρέξ), χαρτί, διαφανής αυτοκόλλητη πλαστική ταινία, νερό, παγάκια, ηλεκτρικό μάτι θέρμανσης

Πείραμα 1

Βαθμονόμησε μόνος σου το θερμόμετρο το οποίο θα χρησιμοποιήσεις στη συνέχεια:



Κάλυψε τις ενδείξεις του θερμομέτρου με ένα λευκό χαρτί. Κόλλησε επάνω του μια διαφανή, αυτοκόλλητη πλαστική ταινία.

Ρίξε αρκετά παγάκια στο πυρίμαχο δοχείο το οποίο περιέχει νερό.

Βύθισε το θερμόμετρο στο νερό με τα παγάκια, όπως φαίνεται στη διπλανή εικόνα, κοντά στην επιφάνεια του νερού.

Μετά από μερικά λεπτά, παρατήρησε σε ποιο σημείο έχει σταθεροποιηθεί η στάθμη της στήλης του οινοπνεύματος.

Γράψε στο αντίστοιχο σημείο τους χαρτιού την ένδειξη 0 0C.



Τοποθέτησε το πυρίμαχο δοχείο το οποίο περιέχει μικρή ποσότητα νερού επάνω στο ηλεκτρικό μάτι. Άναψε το μάτι, ώστε να αρχίσει να θερμαίνεται το νερό. Όταν διαπιστώσεις ότι στο νερό δημιουργούνται σε όλη τη μάζα του φυσαλίδες και από την επιφάνειά του βγαίνουν υδρατμοί, τότε το νερό βράζει. Κρατώντας το θερμόμετρο μέσα στο νερό, παρατήρησε σε ποιο σημείο σταθεροποιείται η στάθμη της στήλης του οινοπνεύματος. Γράψε στο αντίστοιχο σημείο τους χαρτιού την ένδειξη 100 0C.

Απομάκρυνε το θερμόμετρο από το νερό και σβήσε το μάτι.

Σημείωσε στο χαρτί με το οποίο έχεις καλύψει το θερμόμετρο 100 μικρές γραμμές, που απέχουν ίση απόσταση μεταξύ τους, από την τιμή 0 0C έως την τιμή 100 0C που έχεις γράψει.

Τώρα έχεις ένα "βαθμονομημένο" από εσένα θερμόμετρο. Βαθμονόμηση γίνεται και σε άλλα όργανα μέτρησης. Συζήτησε με τους συμμαθητές σου και με τον/την καθηγητή/τρια σου.

3. Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Οι δραστηριότητες που ενισχύουν την ανάπτυξη των μαθηματικών δεξιοτήτων είναι η συχνή άσκηση σε διαδικασίες μέτρησης της θερμότητας

Κάθε δραστηριοποίηση και συναλλαγή της καθημερινότητας είναι ένα βήμα στην κοινωνικοποίηση και στην αυτονομία των μαθητών. Αυτό είναι το ζητούμενο της εκπαίδευσής τους στο σχολείο

Με βάση τις ενέργειές σου στο πείραμα 1 και τις συζητήσεις που ακολούθησαν, γράψε τα συμπεράσματά σου για τη σκοπιμότητα, μερικές φορές, και τον τρόπο βαθμονόμησης των οργάνων μέτρησης.

.....

.....

.....

4. Μέθοδος Αξιολόγησης

Η διαγνωστική έκθεση θα περιγράφει με σαφήνεια τις κατακτημένες από το μαθητή γλωσσικές δεξιότητες, και θα καθορίζει τους προσεχείς διδακτικούς στόχους. Η αξιολόγηση θα γίνεται με λίστα διαμορφωμένη με σειρά δυσκολίας η οποία θα τοποθετείται στον ατομικό φάκελο του μαθητή.

Από τη Θερμότητα στη Θερμοκρασία – Η Θερμική Ισορροπία

1. Στόχοι του μαθήματος

ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Σχολείο • Σπίτι • Γειτονιά • Αγορά
Μαριαλένα Σταματιάδου

Να αναπτύξει το παιδί δεξιότητες μέτρησης της θερμότητας και της εννοιολόγησης της θερμοκρασίας και ταυτόχρονα κοινωνικές δεξιότητες

2. Περιγραφή της δραστηριότητας κατά στάδια

Συγκέντρωσε τα παρακάτω υλικά και όργανα για την εκτέλεση σχετικού πειράματος.

Υλικά / Όργανα:

δύο θερμομέτρα οινόπνευματος (με περιοχή τιμών από -10°C έως 120°C), πυρίμαχο δοχείο (πυρέξ), νερό, ηλεκτρικό μάτι θέρμανσης, λεκάνη (μεγαλύτερη από το δοχείο)

Πείραμα



Τοποθέτησε το πυρίμαχο δοχείο το οποίο περιέχει μικρή ποσότητα νερού επάνω στο ηλεκτρικό μάτι. Άναψε το μάτι, ώστε να αρχίσει να θερμαίνεται το νερό. Θέρμανε το νερό έως ότου η θερμοκρασία του φθάσει στους 70°C περίπου.



Στη συνέχεια, τοποθέτησε το δοχείο με το ζεστό νερό μέσα στη λεκάνη η οποία περιέχει νερό της βρύσης. Άρχισε να μετράς συγχρόνως ανά ένα λεπτό τις τιμές της θερμοκρασίας του θερμότερου νερού του δοχείου και του ψυχρότερου νερού της λεκάνης. Γράφε τις τιμές αυτές στις αντίστοιχες στήλες του παρακάτω πίνακα, ονομάζοντας θ1 τη θερμοκρασία του νερού του δοχείου και θ2 τη θερμοκρασία του νερού της λεκάνης.

Συνέχισε να μετράς και να γράφεις, έως ότου οι δυο θερμοκρασίες σταθεροποιηθούν.

3. Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Ποια είναι η εξέλιξη των θερμοκρασιών; Σύγκρινε μεταξύ τους τις δύο καμπύλες. Τι παρατηρείς;

.....

.....

Εφάρμοσε τα συμπεράσματά σου και σε άλλες περιπτώσεις επανάληψης των παραπάνω φαινομένων στην καθημερινή ζωή. Συζήτησε με τους συμμαθητές σου.

Οι δραστηριότητες που ενισχύουν την ανάπτυξη των μαθηματικών δεξιοτήτων είναι η συχνή άσκηση σε διαδικασίες διαπίστωσης της θερμοκρασίας , Κάθε δραστηριοποίηση και συναλλαγή της καθημερινότητας είναι ένα βήμα στην κοινωνικοποίηση και στην αυτονομία των μαθητών. Αυτό είναι το ζητούμενο της εκπαίδευσής τους στο σχολείο.

4. Μέθοδος Αξιολόγησης

Η διαγνωστική έκθεση θα περιγράφει με σαφήνεια τις κατακτημένες από το μαθητή γλωσσικές δεξιότητες, και θα καθορίζει τους προσεχείς διδακτικούς στόχους. Η αξιολόγηση θα γίνεται με λίστα διαμορφωμένη με σειρά δυσκολίας η οποία θα τοποθετείται στον ατομικό φάκελο του μαθητή.

Οι Αλλαγές Κατάστασης του Νερού – Ο "Κύκλος" του Νερού

1. Στόχοι του μαθήματος

ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

Σχολείο • Σπίτι • Γειτονιά • Αγορά

Να αναπτύξει το παιδί δεξιότητες μάθησης περί το νερό και ταυτόχρονα κοινωνικές δεξιότητες

2. Περιγραφή της δραστηριότητας κατά στάδια

Με αφορμή τα φαινόμενα που παρατήρησες στην παραπάνω εικόνα, γράψε τι περιμένεις να συμβεί στα παρακάτω πειράματα και αντιστοίχισε τα πειράματα αυτά με τα παραπάνω φαινόμενα. Γράψε τα αντίστοιχα φαινόμενα δίπλα σε κάθε εικόνα.



Αν αφήσεις σε ένα ανοιχτό πλατύ δοχείο λίγο νερό για αρκετές ώρες ή ημέρες, ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τι θα παρατηρήσεις;

.....
.....
.....

3. Προσδοκώμενα Αποτελέσματα

Οι δραστηριότητες που ενισχύουν την ανάπτυξη των μαθηματικών δεξιοτήτων είναι η συχνή άσκηση σε διαδικασίες μάθησης περί του νερού

Κάθε δραστηριοποίηση και συναλλαγή της καθημερινότητας είναι ένα βήμα στην κοινωνικοποίηση και στην αυτονομία των μαθητών. Αυτό είναι το ζητούμενο της εκπαίδευσής τους στο σχολείο

Συζήτησε με τους συμμαθητές σου, αναρωτήσου σε ποιες θερμοκρασίες συμβαίνουν αυτά τα φαινόμενα και γράψε τις υποθέσεις σου.

.....
.....

4. Μέθοδος Αξιολόγησης

Η διαγνωστική έκθεση θα περιγράφει με σαφήνεια τις κατακτημένες από το μαθητή γλωσσικές δεξιότητες, και θα καθορίζει τους προσεχείς διδακτικούς στόχους. Η αξιολόγηση θα γίνεται με λίστα διαμορφωμένη με σειρά δυσκολίας η οποία θα τοποθετείται στον ατομικό φάκελο του μαθητή.

Μέθοδοι

Με το παρόν σενάριο επιχειρείται να δοθεί μια σύγχρονη διδακτική πρόταση, σύμφωνη με τις κατευθυντήριες αρχές του ΙΕΠ. Στο πλαίσιο της διεπιστημονικότητας, ο καθηγητής της Πληροφορικής συνεργάζεται με τον καθηγητή της Φυσικής.

Στο Εργαστήριο της Πληροφορικής, η παρουσίαση της λειτουργίας του αισθητήρα υπερήχων έρχεται ως συνέχεια και παράδειγμα πρακτικής εφαρμογής των γνώσεων που απέκτησαν οι μαθητές της Β' Γυμνασίου σχετικά με την ταχύτητα και τη μετάδοση του ήχου.

Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες εργασίας και συνεργάζονται για την υλοποίηση ενός σχεδίου εργασίας. Έχοντας στη διάθεσή τους το Ελεύθερο και Ανοικτό Λογισμικό του Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>) και του IDE (<https://www.arduino.cc/en/software>), καθώς και το Ανοικτό Υλικό του μικροελεγκτή Arduino (<https://ellak.gr/2011/01/ανοικτό-υλικό-arduino>), κατασκευάζουν έναν έξυπνο λαμπτήρα, αρχικά σε περιβάλλον προσομοίωσης και στη συνέχεια σε πραγματικό περιβάλλον. Ανακαλώντας προηγούμενες ψηφιακές γνώσεις, τροποποιούν και εξελίσσουν τις συνδεσμολογίες και τα προγράμματα που τους δίνονται, ώστε για να ανάβει ένα LED όταν έχει σκοτεινιάσει και κάποιος πλησιάσει τον αισθητήρα υπερήχων.

Κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας, ο καθηγητής με τα φύλλα εργασίας και τη φυσική παρουσία του αναλαμβάνει τον ρόλο του διευκολυντή της διερευνητικής, βιωματικής και ομαδοσυνεργατικής προσέγγισης της γνώσης. Ενισχύει την Υπολογιστική Σκέψη των μαθητών, εμπλέκοντάς τους σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων, που απαιτούν ικανότητες κριτικής σκέψης, ανάλυσης, αφαίρεσης και σύνθεσης. Στο τέλος οι μαθητές καλούνται να αυτοαξιολογήσουν το αποτέλεσμα της συνεργασίας τους.

Ολοκληρώνοντας, η παρούσα διδακτική πρόταση προσπαθεί να αφογκραστεί τις ανάγκες της σημερινής ψηφιακής εποχής και τις νέες προκλήσεις στην καθημερινότητα των μαθητών, που απαιτούν πέρα από τα hard skills ψηφιακής τεχνολογίας, την ανάπτυξη των soft skills (Ananiadou & Claro, 2009). Η μαθησιακή διαδικασία ξεπερνά τον γνωσιοκεντρικό χαρακτήρα της. Μέσα από την αλληλεπίδραση των μαθητών, ευνοείται η ανάπτυξη ήπιων δεξιοτήτων, όπως είναι οι δεξιότητες επικοινωνίας, η ομαδικότητα, η συνεργασία, η δημιουργική σκέψη, η προσαρμοστικότητα, η αυτοεπίγνωση και η αυτορρύθμιση των μαθητών. Οι δεξιότητες αυτές θεωρούνται σήμερα εξαιρετικά σημαντικές για τους μαθητές και επαγγελματίες του 21ου αιώνα και συμβάλλουν στην επίτευξη της αυτονομίας των μαθητών και σε έναν πιο ικανοποιητικό τρόπο ζωής (Freire, 1985; Giroux, 1988; Williams, 2015).

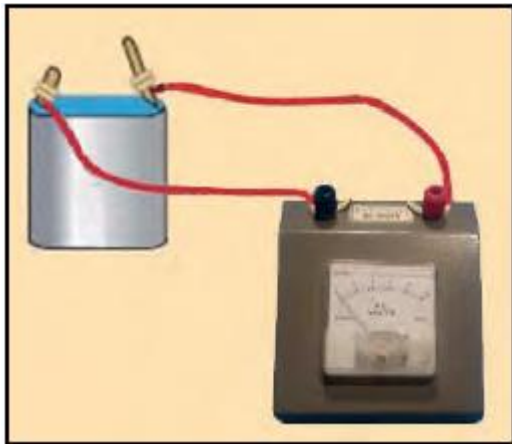
Σχέδια μαθημάτων στο περιβάλλον προσομοίωσης tinkercad

Το Ηλεκτρικό βραχυ-Κύκλωμα – Κίνδυνοι και "Ασφάλεια"

Υλικά / Όργανα:

μπαταρίες, βολτόμετρο (εάν υπάρχει), λαμπάκι με τη βάση του, καλώδια, μεταλλικοί συνδετήρες, σύρμα κουζίνας (ψιλό ατσαλόμαλλο).

Πείραμα 1

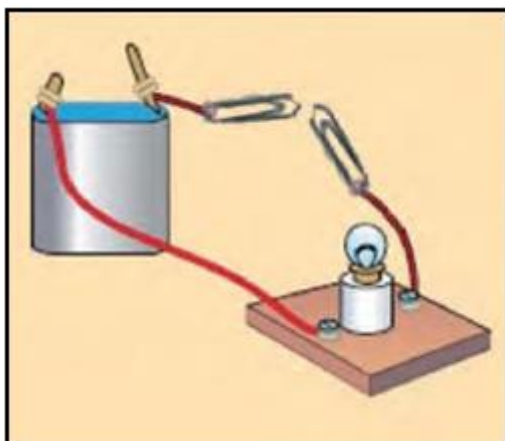


Σύνδεσε με καλώδια τους πόλους μιας μπαταρίας με τους ακροδέκτες του βολτόμετρου, όπως στη διπλανή εικόνα, κάνοντας δοκιμές για να βρεις τη σωστή πολικότητα, με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σου. Διάβασε την ένδειξη του βολτόμετρου (..... V) και σύγκρινέ τη με την ένδειξη της μπαταρίας. Πρόσεξε τον τρόπο με τον οποίο συνδέουμε τα βολτόμετρα.

Επανάλαβε το πείραμα με άλλες μπαταρίες.

Πείραμα 2

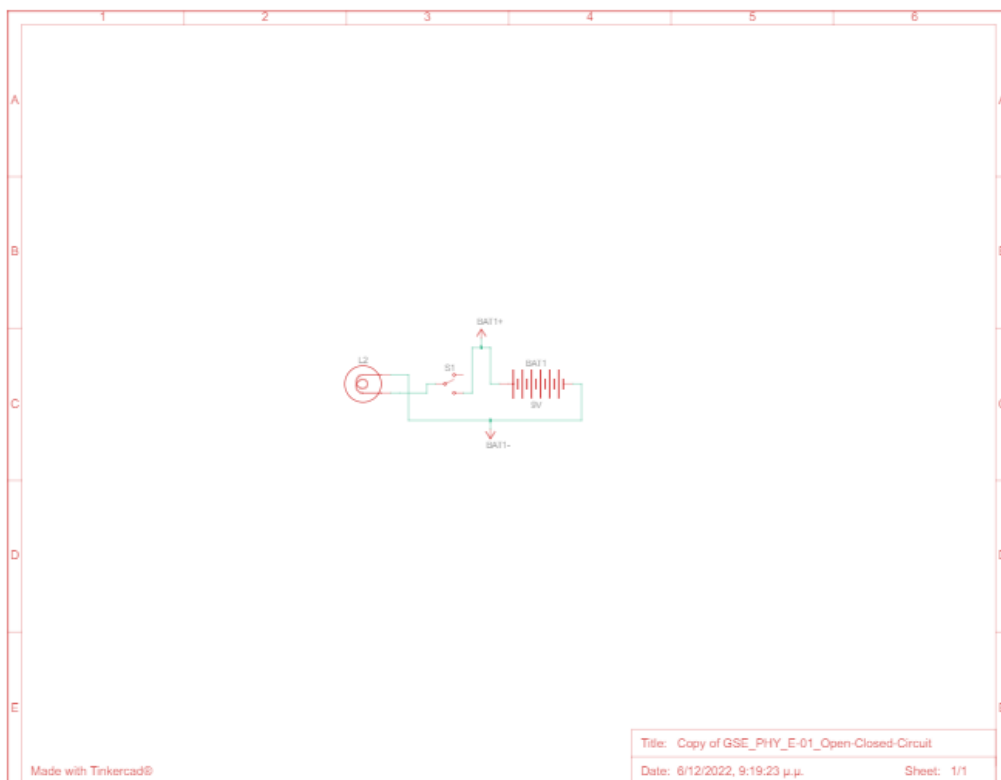
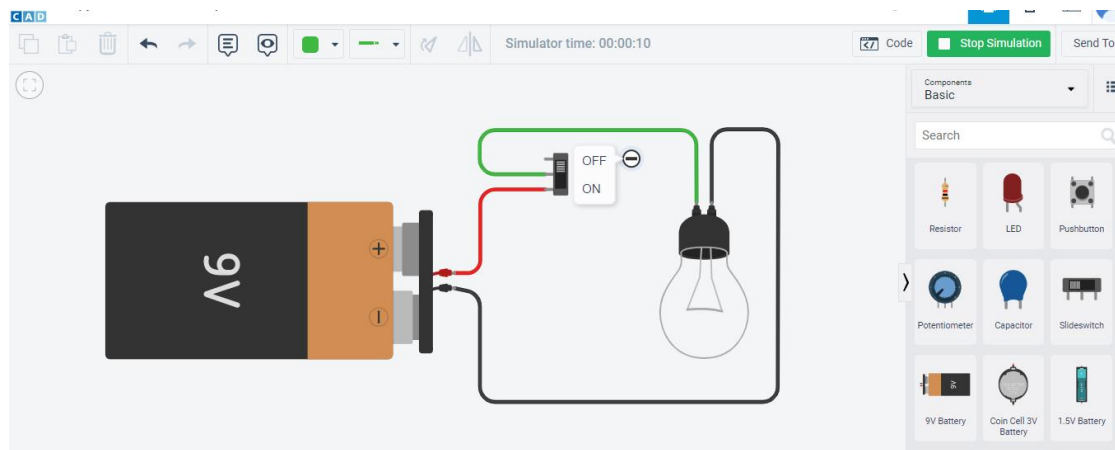
Πραγματοποίησε το κύκλωμα της διπλανής εικόνας. Τι παρατηρείς όταν ακουμπήσεις τον ένα συνδετήρα στον άλλο και κλείσει το κύκλωμα;



Προσομοιωμένη εκμάθηση ηλεκτρονικής στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Τα παραπάνω πειράματα θα τα εφαρμόσουμε και στο πρόγραμμα προσομοίωσης tinkercad.

<https://www.tinkercad.com/things/i4fXeS5BNus-copy-of-gsephye-01open-closed-circuit/editel?tenant=circuits>



Name	Quantity	Component
BAT1	1	9V Battery
S1	1	Slideswitch
L2	1	Light bulb

Το σενάριο ενσωματώνει τεχνικές της Συνεργατικής Μάθησης με Υποστήριξη Υπολογιστή. Οι τεχνικές Συνεργατικής Μάθησης με Υποστήριξη Υπολογιστή στοχεύουν να εμπλέξουν τους μαθητές της ομάδας σε μια συντονισμένη δραστηριότητα, ώστε μέσω της αλληλεπίδρασης να οδηγηθούν από κοινού στην κατανόηση και στη λύση ενός προβλήματος (Cooper et al., 1990; Slavin, 1995). Κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης αυτής, οι μαθητές χρησιμοποιούν κατάλληλα ψηφιακά τεχνολογικά προϊόντα, όπως ειδικό λογισμικό, υπολογιστές, δίκτυα, εφαρμογές διαδικτύου και ειδικές τεχνολογίες όπως είναι η εκπαιδευτική ρομποτική (Δημητριάδης, 2015α; Κόμης, 2004).

Αυτά τα ψηφιακά τεχνολογικά εργαλεία, σε συνδυασμό με τα φύλλα εργασίας και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της μαθησιακής διαδικασίας, διευκολύνουν επίσης την προσέγγιση της γνώσης σύμφωνα με τη Διερευνητική Μάθηση, κατά την οποία ο καθηγητής μέσα από τη χρήση διερευνητικών μεθόδων διδασκαλίας εμπλέκει τον μαθητή στη διαδικασία μάθησης, βοηθώντας τον να ανακαλύψει τη γνώση μόνος του (Αργύρης, 2002). Από τη Συνεργατική Μάθηση: α) Απορρέουν γνωστικά οφέλη. Σύμφωνα με μελέτες, οι μαθητές κατανοούν σε μεγαλύτερο βάθος το γνωστικό αντικείμενο όταν συνεργάζονται, από ό,τι αν μελετούσαν ατομικά (Bargh & Schul, 1980; Webb, 1984). β) Αναπτύσσονται ήπιες δεξιότητες, όπως προαναφέρθηκε. γ) Προκύπτουν μεταγνωστικά οφέλη.

Η συνεργατική προσέγγιση της μάθησης βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τις δυνατότητές τους και σταδιακά να αναβαθμίσουν χαρακτηριστικά της προσωπικότητάς τους (όπως την αυτοεκτίμηση) που θα συνδράμουν στην εξέλιξη

τους στον τομέα της μάθησης, αλλά και της μελλοντικής εργασίας (Δημητριάδης, 2015β; Johnson & Johnson, 1991; Tozer et al., 1995). Επίσης η συνεργατική προσέγγιση, μέσα από την ανάπτυξη των διαπροσωπικών σχέσεων των μαθητών, συμβάλλει στη διαχείριση της ετερότητας της τάξης (όπως στην περίπτωση της ένταξης παιδιών με ειδικές ανάγκες), καθώς και στην ανάπτυξη της διαπολιτισμικής αντίληψης σε πολυπολιτισμικά σχολικά περιβάλλοντα (Δημητριάδης, 2015β; Kerns, 1996).

Για να φέρετε τα μέρη του κυκλώματος από το μενού στη δεξιά πλευρά στην περιοχή επεξεργασίας, κάντε κλικ και σύρετέ τα εδώ.

Για να ξεκινήσετε ένα καλώδιο, απλά κάντε κλικ στο καλώδιο του εξαρτήματος της επιλογής σας. Χρησιμοποιήστε τα σημεία για να καθοδηγήσετε το καλώδιο καθώς δρομολογείται και, στη συνέχεια, τερματίστε το στο καλώδιο ενός άλλου εξαρτήματος.

Για να μετακινήσετε εξαρτήματα, κάντε κλικ και σύρετε τα, και για να τα περιστρέψετε, χρησιμοποιήστε το κουμπί στην επάνω αριστερή γωνία της οθόνης.

Μπορείτε να μεγεθύνετε και να σμικρύνετε χρησιμοποιώντας τον τροχό κύλισης του ποντικιού σας. Για να μετατοπίσετε την προβολή, κάντε αριστερό κλικ και σύρετε μια κενή περιοχή οπουδήποτε στην οθόνη.

Αν διαπιστώσετε ότι χάσατε το κύκλωμα, μπορείτε να το ανακτήσετε κάνοντας κλικ στο κουμπί "Zoom to fit" (Μεγέθυνση για να χωρέσει) που βρίσκεται στην επάνω αριστερή γωνία, ακριβώς κάτω από το κουμπί περιστροφής.

Ζητήστε από κάθε άτομο να κατασκευάσει ένα απλό κύκλωμα LED χρησιμοποιώντας μια μπαταρία 9V, ένα LED και μια αντίσταση 1K, όπως φαίνεται στο διάγραμμα. Δεν είναι απαραίτητο να εξηγήσετε το νόμο του Ohm, επειδή η λυχνία LED θα λειτουργήσει σωστά ακόμη και χωρίς την εξήγησή σας.

Είναι απαραίτητο η άνοδος της λυχνίας LED να είναι συνδεδεμένη με τον θετικό (κόκκινο) πόλο της μπαταρίας.

Περιγράψτε τη χρωματική κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται για τα καλώδια, με το κόκκινο να αντιπροσωπεύει το θετικό και το μαύρο το αρνητικό. Το άλλο χρώμα είναι σε μεγάλο βαθμό άσχετο με τη συζήτηση. Καθώς κατασκευάζετε πιο πολύπλοκα κυκλώματα, ίσως διαπιστώσετε ότι πρέπει να χρησιμοποιήσετε διαφορετικά χρώματα για διαφορετικά εξαρτήματα (ίσως ένα χρώμα για τις εισόδους και ένα χρώμα για τις εξόδους).

Εάν πατήσετε το κουμπί με την ένδειξη Start Simulation (Εναρξη προσομοίωσης) που βρίσκεται στην επάνω δεξιά γωνία, η λυχνία LED θα πρέπει να ανάψει.

Σε αυτό το σημείο, κάντε μια παύση και ελέγξτε αν όλοι είναι έτοιμοι. Μπορείτε να ζητήσετε από όποιον αντιμετωπίζει πρόβλημα να μοιραστεί μαζί σας την οθόνη του, ώστε να μπορέσετε να αντιμετωπίσετε μαζί του τα προβλήματα.

Στο πλαίσιο ενός εισαγωγικού μαθήματος, οι περισσότεροι άνθρωποι πιθανότατα δεν έχουν κατανοήσει καλά τι είναι στην πραγματικότητα ένα Arduino ή τη διάκριση μεταξύ ενός μικροελεγκτή και ενός υπολογιστή. Στις περισσότερες περιπτώσεις, θα το εξηγήσω λέγοντας ότι ένας μικροελεγκτής και ένας υπολογιστής δεν είναι το ίδιο πράγμα. Εκτελεί μόνο μία λειτουργία. Δεν συνοδεύεται από λειτουργικό σύστημα,

οπότε δεν μπορείτε να το χρησιμοποιήσετε για να παίξετε παιχνίδια ή να εγκαταστήσετε προγράμματα, ούτε να ελέγξετε το ηλεκτρονικό σας ταχυδρομείο σε αυτό. Είναι ικανός να εκτελεί μόνο ένα πρόγραμμα κάθε φορά. Υπάρχουν πιθανώς δεκάδες μικροελεγκτές κρυμμένοι σε διάφορες συσκευές στο σπίτι σας, όπως πλυντήρια πιάτων, πλυντήρια ρούχων και στεγνωτήρια, φούρνοι μικροκυμάτων και άλλα.

Ο μικροελεγκτής είναι ο "εγκέφαλος" της συσκευής και είναι υπεύθυνος για τον καθορισμό του τι θα συμβεί όταν πατηθούν τα κουμπιά. Απλώς κατασκευάζουμε ένα βασικό κύκλωμα με μια λυχνία LED που παραμένει πάντα αναμμένη. Θα θέλαμε να γράψουμε κάποιο κώδικα που θα ενεργοποιεί και θα απενεργοποιεί αυτόματα αυτό το LED για εμάς τις κατάλληλες στιγμές. Αυτό ανοίγει το δρόμο για μια μεγάλη ποικιλία πιο σύνθετων έργων που θα μπορούσαν να κάνουν χρήση ενός μικροελεγκτή, όπως η ρομποτική, ο οικιακός αυτοματισμός και έργα τέχνης που κάνουν χρήση κινητήρων και φώτων LED.

Εμπνεύστε όλους να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν ένα νέο κύκλωμα και φροντίστε να συμπεριλάβετε ένα Arduino:

Η απόφαση να χρησιμοποιήσετε το προκατασκευασμένο κύκλωμα Arduino+breadboard που βρίσκεται στην ενότητα "Starters" του μενού εξαρτημάτων είναι θέμα προσωπικής προτίμησης- ωστόσο, προτιμώ να ΜΗΝ το χρησιμοποιήσετε. Μπορείτε να το βρείτε στο μενού υπό τον τίτλο "Components". Όταν το breadboard και το Arduino είναι γυρισμένα έτσι ώστε να έχουν κατακόρυφο προσανατολισμό, είναι πολύ πιο απλό για μένα να διαβάζω αυτά που γράφω πάνω τους. Αντί να βασίζεστε στο Tinkercad για να χειριστείτε τη σύνδεση των διαύλων τροφοδοσίας και γείωσης του breadboard για εσάς, είναι απαραίτητο, κατά τη γνώμη μου, να

αποκτήσετε τις απαραίτητες γνώσεις για να το κάνετε μόνοι σας αντί να βασίζεστε στο Tinkercad για να το κάνετε. Έτσι:

Για να ξεκινήσετε, το μόνο που έχετε να κάνετε είναι να σύρετε και να αποθέσετε ένα breadboard και ένα Arduino στο παράθυρο επεξεργασίας. Θα πρέπει να μετακινηθείτε μέχρι το κάτω μέρος της λίστας των εξαρτημάτων για να τα βρείτε.

Γυρίστε το καθένα από αυτά κατά ενενήντα μοίρες.

Δημιουργήστε μια σύνδεση μεταξύ του ακροδέκτη 5V στο Arduino και του διαύλου συν στο breadboard. Κάντε το καλώδιο να μοιάζει σαν να είναι φτιαγμένο από κόκκινο καλώδιο.

Δημιουργήστε μια σύνδεση μεταξύ του ακροδέκτη GND στο Arduino και του διαύλου στο breadboard χρησιμοποιώντας ένα καλώδιο βραχυκυκλώματος. Κάντε το καλώδιο να φαίνεται μαύρο χρωματίζοντάς το.

Όπως υποδηλώνεται από την εικόνα, θα πρέπει να δημιουργηθεί κάποιου είδους σύνδεση μεταξύ των διαύλων στα αριστερά και στα δεξιά.

Θα πρέπει να δώσετε έμφαση στο να έχετε καλωδίωση που δεν είναι μόνο τακτοποιημένη αλλά και με χρωματική κωδικοποίηση. Ένας σημαντικός αριθμός μαθητών θα παραλείψει τα πράσινα φωτάκια στα καλώδια και αντ' αυτού θα κάνει κλικ απευθείας από το ένα σημείο στο άλλο. Αυτό θα μετατραπεί σε ένα μπέρδεμα!

Για άλλη μια φορά, αυτό είναι ένα καλό σημείο ελέγχου για να σταματήσετε και να βεβαιωθείτε ότι όλοι είναι έτοιμοι, οπότε ας το κάνουμε αυτό τώρα.

Ανοίξτε τον Επεξεργαστή Κώδικα

Κάντε κλικ στο κουμπί Code (Κώδικας) στην επάνω δεξιά γωνία για να ανοίξετε τον επεξεργαστή κώδικα. Προτιμώ να διδάσκω με τον επεξεργαστή κειμένου, οπότε αυτόν θα χρησιμοποιήσω στο μέλλον, αλλά αν θέλετε να επικεντρωθείτε περισσότερο στην πτυχή του προγραμματισμού, μπορείτε να παραμείνετε στον επεξεργαστή μπλοκ. Έτσι εξηγώ συνήθως αυτόν τον κώδικα στους ανθρώπους - μην ανησυχείτε για τις λεπτομέρειες της C και τη σύνταξη με τις καμπύλες αγκύλες κ.λπ:

Το Arduino έχει ένα σωρό ακίδες. Χρησιμοποιούμε αυτές τις ακίδες για να διασυνδεθούμε με πράγματα όπως LED, κινητήρες, κουμπιά, αισθητήρες κ.λπ. Αυτό που κάνει αυτός ο κώδικας είναι να λέει στο Arduino ότι πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε το pin 13 ως έξοδο, για να ελέγξουμε κάτι όπως ένα κουμπί ή έναν αισθητήρα (η εντολή pinMode). Αυτό συμβαίνει μόνο μία φορά. Στη συνέχεια, πρόκειται να κάνει βρόχο για πάντα. Να θυμάστε ότι κάνει μόνο αυτό το ένα πράγμα. Δεν υπάρχει καμία έξοδος από αυτόν τον βρόχο για να πάτε να ελέγξετε το email σας. Το μόνο που κάνει είναι να ανάψει το LED (η εντολή digitalWrite). Στη συνέχεια περιμένει για 1000 χιλιοστά του δευτερολέπτου (1 δευτερόλεπτο), σβήνει το LED και περιμένει για άλλο ένα δευτερόλεπτο. Στη συνέχεια επαναλαμβάνει. Αυτό είναι το μόνο που κάνει, για πάντα - ανάβει το LED για ένα δευτερόλεπτο και σβήνει για ένα δευτερόλεπτο.

Πατήστε το κουμπί Start Simulation (Εναρξη προσομοίωσης) και κάντε ζουμ στο Arduino. Θα πρέπει να δείτε τη μικρή λυχνία LED δίπλα στο γράμμα "L" να αναβοσβήνει. Αυτό είναι ένα ενσωματωμένο LED στο Arduino που είναι συνδεδεμένο στον ακροδέκτη 13. Στη συνέχεια θα προσθέσουμε μια εξωτερική λυχνία LED.

Ηλεκτρισμός και ηλεκτρικές συσκευές

Ο ηλεκτρισμός και οι ηλεκτρονικές συσκευές που τον χρησιμοποιούν.

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη ενέργειας που μπορούν να δημιουργηθούν από την ηλεκτρική ενέργεια.

Να κάνετε έρευνα σχετικά με τις ιδιότητες του ηλεκτρικού ρεύματος και να δοκιμάσετε να κατασκευάσετε μερικά βασικά κυκλώματα.

Ειδικές προσδοκίες

Να δώσετε μια εξήγηση των ρόλων που παίζει κάθε εξάρτημα σε ένα βασικό ηλεκτρικό κύκλωμα.

Περιγραφή

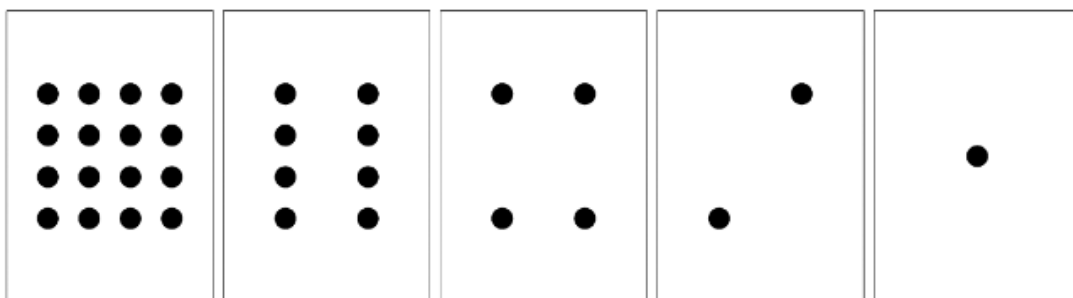
Οι μαθητές θα κατανοήσουν το δυαδικό σύστημα ως τη βάση για τις πληροφορίες του υπολογιστή και θα πραγματοποιήσουν μια πρακτική έρευνα για τα μοτίβα στο δυαδικό σύστημα που δεν είναι συνδεδεμένα και δεν χρησιμοποιεί υπολογιστή. Βασιζόμενοι σε αυτές τις θεμελιώδεις γνώσεις, οι μαθητές θα χρησιμοποιήσουν το TinkerCAD για να σχεδιάσουν και να δημιουργήσουν βασικά κυκλώματα. Θα πρέπει να διερευνηθούν τα κυκλώματα, καθώς και οι αλγόριθμοι κωδικοποίησης, όπως οι βρόχοι και οι εντολές υπό όρους, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της εξόδου ενός κυκλώματος.

Τα ηλεκτρικά κυκλώματα απαιτούν μια παροχή ρεύματος (για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα), αγωγούς για τη μετάδοση του ρεύματος (όπως καλώδια) και ένα φορτίο. Τα τροφοδοτικά παρέχουν ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα. Οι αγωγοί μεταδίδουν το ρεύμα (μια συσκευή που μετατρέπει την ενέργεια από το ηλεκτρικό ρεύμα για να δημιουργήσει μια έξοδο, όπως φως, ήχο ή κίνηση). Ελέγχοντας την ποσότητα του ρεύματος που παρέχεται σε μια συσκευή, είμαστε σε θέση να ασκήσουμε επιρροή στην έξοδο που παράγεται από τη συσκευή. Στις

περισσότερες περιπτώσεις, το κάνουμε αυτό με διακόπτες, οι οποίοι ανοίγουν ένα κύκλωμα για να εμποδίσουν τη ροή ρεύματος προς τη συσκευή, πράγμα που θα σταματήσει τη συσκευή, και κλείνουν για να επιτρέψουν τη ροή ρεύματος προς τη συσκευή, πράγμα που θα εκκινήσει τη συσκευή. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να σταματήσουμε και να εκκινήσουμε τη συσκευή.

Κατά τη διάρκεια αυτού του μαθήματος, θα κατασκευάσουμε βασικά κυκλώματα και θα χρησιμοποιήσουμε διακόπτες για να χειριστούμε τη λειτουργία αυτών των κυκλωμάτων. Όταν πατηθεί ένα κουμπί (το οποίο προκαλεί το κλείσιμο ενός διακόπτη) και αντίστροφα, οι διακόπτες αυτοί θα ελέγχονται περαιτέρω με κώδικα, ώστε να μπορούμε να προγραμματίζουμε συγκεκριμένες εξόδους με βάση δεδομένες συνθήκες. Για παράδειγμα, όταν πατηθεί ένα κουμπί, ο διακόπτης θα κλείσει.

Φτιάξτε πέντε διαφορετικές κάρτες χρησιμοποιώντας κουκκίδες (που απεικονίζονται παρακάτω). Κάθε κάρτα έχει διπλάσιες κουκκίδες από την κάρτα στα δεξιά της, οπότε ο συνολικός αριθμός κουκκίδων σε κάθε κάρτα είναι 16. (ρωτήστε τους μαθητές αν μπορούν να αναγνωρίσουν αυτό το μοτίβο). Πρέπει να τοποθετηθούν με τη σειρά που φαίνεται παρακάτω (ξεκινώντας από τα αριστερά και προχωρώντας προς τα δεξιά: 16 κουκκίδες, 8 κουκκίδες, 4 κουκκίδες, 2 κουκκίδες, 1 κουκκίδα).



Διαλέξτε πέντε μαθητές που θα εκπροσωπήσουν την τάξη ως εθελοντές για αυτή τη δραστηριότητα. Σε κάθε μαθητή δίνεται μία από αυτές τις κάρτες και τους δίνεται η εντολή να παραταχθούν με την ακριβή σειρά που απεικονίζεται εδώ. Εξηγήστε ότι η αξία μιας κάρτας αντιπροσωπεύεται από ένα μηδέν κάθε φορά που είναι κρυμμένη από την οπτική επαφή (για παράδειγμα, όταν η κάρτα δεν αναποδογυρίζεται για να αποκαλυφθούν οι τελείες της). Το ένα είναι η αξία που δηλώνει η κάρτα όταν η όψη

της είναι ανοιχτή και οι τελείες της είναι ορατές. Προκειμένου οι μαθητές να μετατρέψουν τον δυαδικό αριθμό σε ακέραιο αριθμό, πρέπει πρώτα να προσθέσουν τις τελείες που είναι αυτή τη στιγμή ορατές, πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να προσθέσουν μόνο τις τελείες που αντιπροσωπεύουν ένα ένα.

Ζητήστε από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τις κάρτες τους για να αναπαραστήσουν τον αριθμό 10001, για παράδειγμα. Η ακολουθία "πάνω, κάτω, κάτω, πάνω" δημιουργείται επειδή οι μονάδες τοποθετούνται πάνω από τα μηδενικά, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται οι τελείες, ενώ τα μηδενικά τοποθετούνται κάτω από τις μονάδες. Οι μαθητές είναι σε θέση να προσδιορίσουν τον ακέραιο αριθμό που αναπαρίσταται μετρώντας τον συνολικό αριθμό των κουκκίδων που εμφανίζονται.:



(Απάντηση = 17)

Δραστηριότητα κωδικοποίησης

Δημιουργήστε ένα απλό κύκλωμα στο TinkerCAD Circuits

Για να δημιουργήσουμε το πιο βασικό ηλεκτρικό κύκλωμα, θα χρειαστούμε (1) μια πηγή ενέργειας (σε αυτή την περίπτωση, μια μπαταρία)- (2) έναν αγωγό (καλώδια) και ένα φορτίο (μια λυχνία LED). Ζητήστε από τους μαθητές να περιγράψουν καθημερινές συσκευές που τροφοδοτούνται με ρεύμα με κυκλώματα. Πώς ελέγχονται αυτές οι συσκευές (δηλαδή, χρησιμοποιούν διακόπτη);

Σημειώστε ότι οι μαθητές μπορούν να παρακολουθήσουν χρησιμοποιώντας το φυλλάδιο "Οδηγός κωδικοποίησης" για αναφορά.

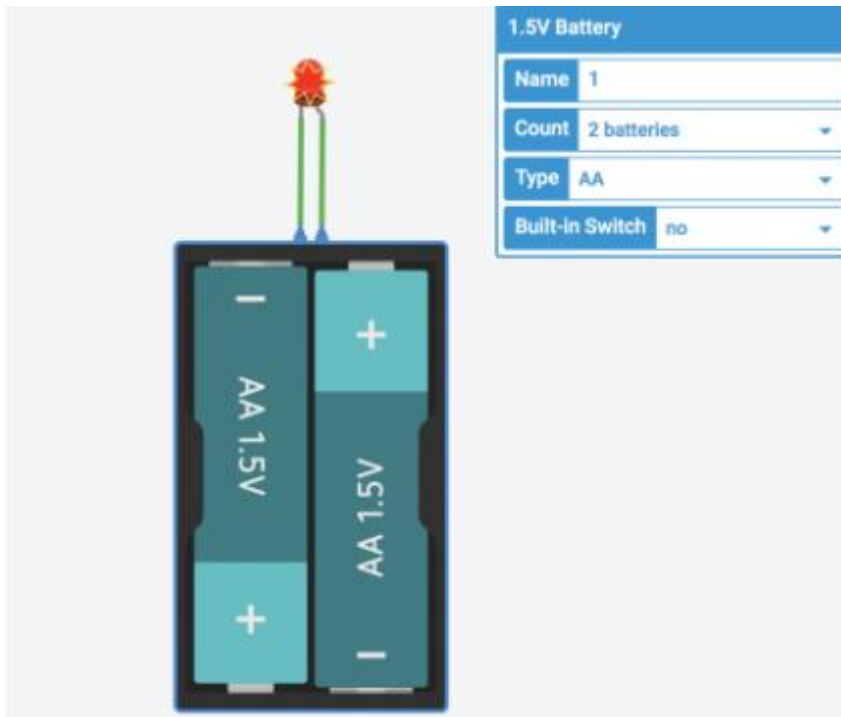
- Βρείτε τη λυχνία LED και την μπαταρία 1,5V στο μενού εξαρτημάτων και σύρετέ τα στον καμβά προγραμματισμού.

- Σχεδιάστε καλώδια κάνοντας κλικ στο σημείο έναρξης και στο σημείο λήξης με το ποντίκι ή το trackpad. Ένα καλώδιο θα σχεδιαστεί αυτόματα μεταξύ αυτών των σημείων.
- Δοκιμάστε το κύκλωμά σας πατώντας το κουμπί Start Simulation (Έναρξη προσομοίωσης). Τι συμβαίνει στο LED σας?



Εικόνα που απεικονίζει μια κόκκινη λυχνία LED και μια μπαταρία AA που συνδέονται μεταξύ τους με δύο καλώδια για να σχηματίσουν ένα βασικό κύκλωμα.

Θα αυξήσουμε την ποσότητα του ρεύματος που προέρχεται από την πηγή ενέργειας προσθέτοντας μια δεύτερη μπαταρία. Αυτό θα μας επιτρέψει να προσθέσουμε επιπλέον αντιστάσεις. Μπορείτε να το πετύχετε αυτό κάνοντας αριστερό κλικ στην πηγή ενέργειας και ανεβάζοντας τον αριθμό των μπαταριών 1,5V μέχρι να δείξει 2. Τι συμβαίνει με το φως LED σας?

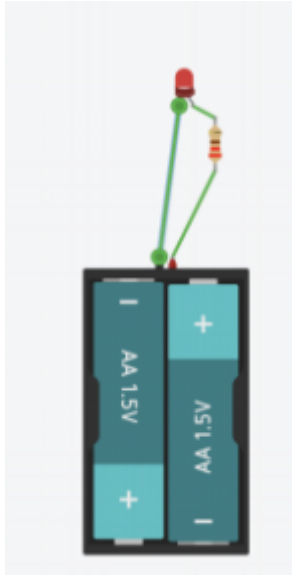


Εικόνα που απεικονίζει ένα απλό κύκλωμα που αποτελείται από μια κόκκινη λυχνία LED, δύο μπαταρίες AA και δύο καλώδια που συνδέονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν το κύκλωμα. Μια απεικόνιση μιας έκρηξης με κόκκινο χρώμα βρίσκεται πάνω από το LED.

Η ποσότητα του ρεύματος που διαρρέει το LED υπερβαίνει το μέγιστο που μπορεί να αντέξει το φορτίο μας. Όταν υπερφορτώνετε ένα κύκλωμα, μπορεί να προκληθεί υπερθέρμανση της καλωδίωσης, η οποία μπορεί να οδηγήσει στην καταστροφή της συσκευής που προσπαθείτε να τροφοδοτήσετε ή ακόμη και σε πυρκαγιά. Συνδέοντας μια αντίσταση σε σειρά με το φορτίο μας, μπορούμε να μειώσουμε την ποσότητα του ρεύματος που το διαρρέει. Πάρτε έναν αντιστάτη από τον πίνακα των διαθέσιμων εξαρτημάτων και, στη συνέχεια, σύρετέ τον στον καμβά προγραμματισμού.

- Επανασυνδέστε το κύκλωμα επανασχεδιάζοντας τα καλώδια με τέτοιο τρόπο ώστε ένα καλώδιο να συνδέει τη λυχνία LED στον ακροδέκτη 2 του αντιστάτη και ένα άλλο καλώδιο να συνδέει τον αρνητικό ακροδέκτη της μπαταρίας στον ακροδέκτη 1 του αντιστάτη.

- Μπορείτε τώρα να ξεκινήσετε την προσομοίωση. Τι ακριβώς συμβαίνει με το κύκλωμά σας?



Προσθήκη κώδικα

Θα δείτε ότι υπάρχει ένα κουμπί με την ένδειξη Code που βρίσκεται ακριβώς δίπλα στο κουμπί που σας επιτρέπει να ξεκινήσετε και να σταματήσετε την προσομοίωση. Κάνοντας κλικ σε αυτό το κουμπί, θα αποκαλύψετε τον κώδικα που ελέγχει την έξοδο του κυκλώματός μας (σε αυτή την περίπτωση, το πώς ανάβει η λυχνία LED μας). Επειδή το κύκλωμά μας δεν είναι προς το παρόν προγραμματιζόμενο, δεν υπάρχει κώδικας για το τρέχον κύκλωμά μας. Ο μόνος έλεγχος που έχουμε είναι αν το κύκλωμά μας είναι ανοιχτό (απενεργοποιημένο ή 0) ή κλειστό (ενεργοποιημένο ή 1).

- Επιλέξτε Arduino από το υπομενού που εμφανίζεται δίπλα στο "Components" (Εξαρτήματα). Απλά σύρουμε το κουμπί του παραδείγματος στον καμβά, όπου γίνεται ο προγραμματισμός.

- Αυτό το κύκλωμα φαίνεται να μοιάζει πολύ με αυτό που κατασκευάσαμε σε προηγούμενο μάθημα. Το Arduino που χρησιμοποιούμε είναι ένας προγραμματιζόμενος μικροελεγκτής που λαμβάνει ρεύμα από μια θύρα USB. Το

ρεύμα ταξιδεύει μέσω του ακροδέκτη 13 και ελέγχεται από μια αντίσταση στο δρόμο του προς το φορτίο, το οποίο σε αυτή την περίπτωση είναι η λυχνία LED. Η αντίσταση είναι μέρος του Arduino, το οποίο διαθέτει ένα μικροσκοπικό ενσωματωμένο φως.

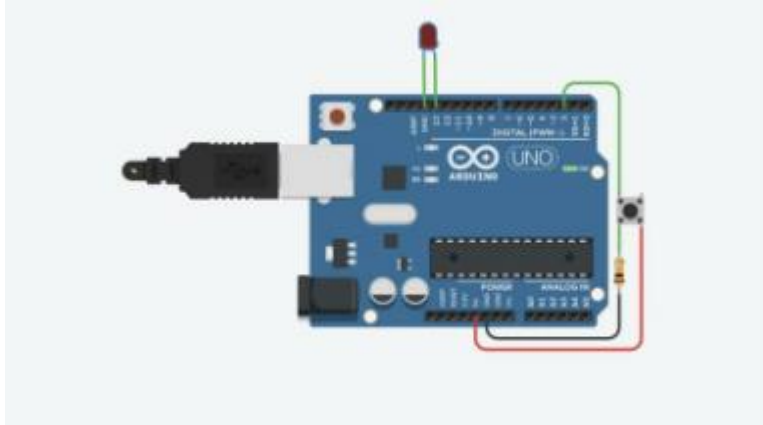
Αν επιλέξετε να αλλάξετε την προβολή σας σε Blocks + Text, θα μπορέσετε να δείτε τον βρόχο γραμμένο σε C, η οποία είναι η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για το Arduino. Αυτός ο βρόχος ελέγχει τον ακροδέκτη που είναι συνδεδεμένος με το μπουτόν (ακροδέκτης 2) προκειμένου να διαπιστώσει αν το μπουτόν είναι πατημένο ή όχι (που θα είχε ως αποτέλεσμα την τιμή 1) ή αν δεν είναι πατημένο (που θα είχε ως αποτέλεσμα την τιμή 0). (LOW, ή 0). Το επόμενο πράγμα που βλέπουμε είναι μια δήλωση υπό συνθήκη που ισχύει και για τις δύο καταστάσεις του κουμπιού. Εάν η τιμή buttonState είναι HIGH, ο ελεγκτής θα θέσει το pin που ελέγχει το LED (pin 13) σε HIGH, γεγονός που θα προκαλέσει την ενεργοποίηση του LED. Εάν η τιμή buttonState είναι LOW, ο ελεγκτής θα θέσει τον ακροδέκτη που ελέγχει το LED σε LOW, γεγονός που θα προκαλέσει την απενεργοποίηση του LED..



Εικόνα που δείχνει τον κώδικα μπλοκ που περιγράφει το πρόγραμμα που ελέγχει μια ενσωματωμένη λυχνία LED χρησιμοποιώντας το Arduino και ένα μπουτόν.

Ας προσθέσουμε μια επιπλέον λυχνία LED εξωτερικά, ώστε να μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα πιο ξεκάθαρα. Μας δίνεται η δυνατότητα να σύρουμε ένα LED

πάνω στον καμβά προγραμματισμού και στη συνέχεια να συνδέσουμε την κάθοδο στον ακροδέκτη Ground (GND) ενώ παράλληλα να συνδέσουμε την άνοδο στον ακροδέκτη 13. (τον ακροδέκτη LED στην πλακέτα Arduino). Τώρα θα πρέπει να βλέπετε την κόκκινη λυχνία LED να ανάβει κάθε φορά που πατάτε το κουμπί. up.



Κατασκευή Ηλεκτρικής Πηγής

Μπορείς να κατασκευάσεις και εσύ μια ηλεκτρική πηγή, εφαρμόζοντας τον τρόπο λειτουργίας των μπαταριών και να τη δοκιμάσεις αν έχεις στη διάθεσή σου ένα βολτόμετρο.

Υλικά / Όργανα:

βολτόμετρο, καλώδια (από χάλκινο σύρμα), δύο ποτήρια, ξίδι, δύο λαμαρινόβιδες (από ψευδάργυρο)

Ρίξε σε ένα μικρό ποτήρι ξίδι. Γύμνωσε τις άκρες δύο καλωδίων. Τύλιξε τη μια άκρη του ενός καλωδίου στη λαμαρινόβίδα (από ψευδάργυρο) και σύνδεσε την άλλη άκρη με το μαύρο ακροδέκτη (-) του βολτόμετρου. Βύθισε τη βίδα στο ξίδι.

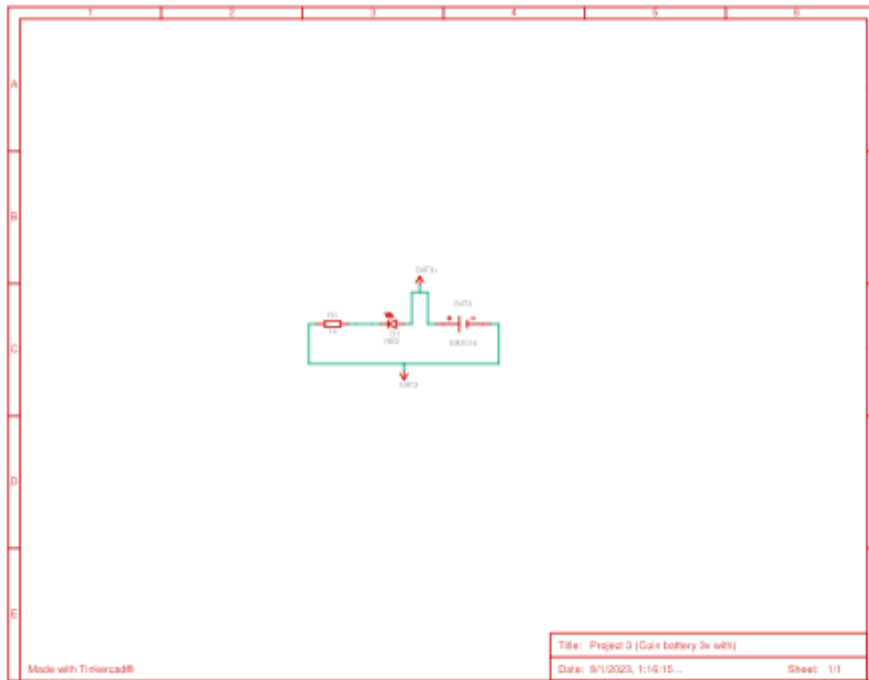
Σύνδεσε τη μία άκρη του άλλου καλωδίου (από χαλκό) με τον κόκκινο ακροδέκτη (+) του βολτόμετρου και βύθισε την άλλη άκρη του στο ξίδι. Διάβασε και γράψε την ένδειξη του βολτόμετρου 0.99



Η ηλεκτρική πηγή που κατασκεύασες ονομάζεται "ηλεκτρικό στοιχείο" και είναι παρόμοια με την πρώτη ηλεκτρική πηγή που κατασκευάστηκε (το 1800). Μπορείς στη συνέχεια να κατασκευάσεις και άλλες ίδιες και να τις συνδέσεις σε σειρά.

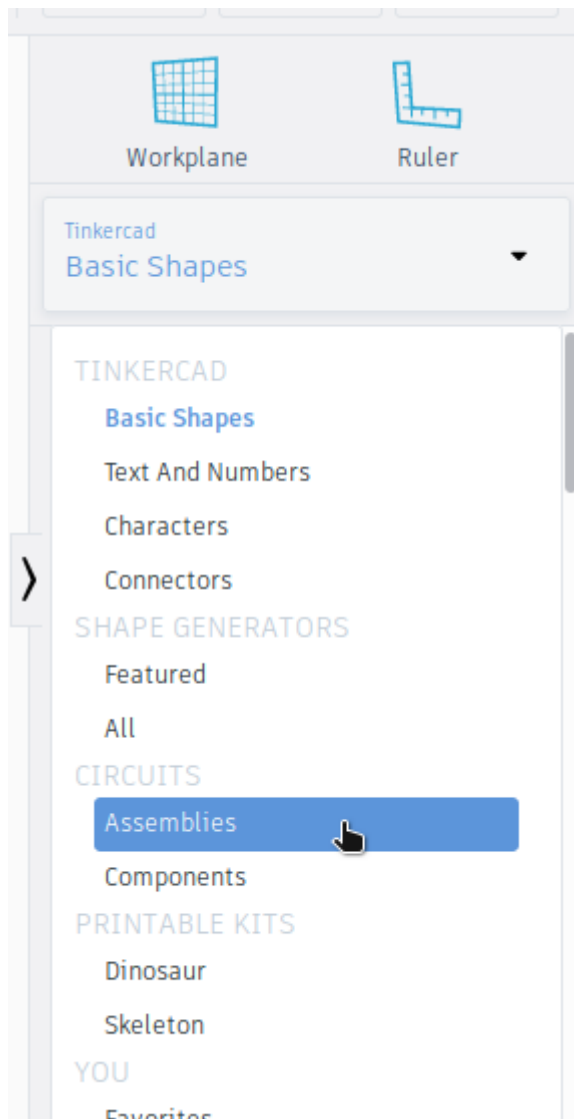
Μπαταρία κέρματος 3v

Όνομα	Ποσότητα	Στοιχείο
BAT3	1	Coin Cell 3V Battery
D1	1	Red LED
R1	1	1 kΩ Resistor



Χρησιμοποιώντας το κύκλωμα Glow Circuit Assembly, το οποίο αποτελείται από μια δίοδο εκπομπής φωτός (LED) και μια μπαταρία, θα μάθετε πώς να κατασκευάζετε τρισδιάστατα σχέδια που λάμπουν στο σκοτάδι. Τα σχέδιά σας στο Tinkercad θα επωφεληθούν από την προσθήκη κάποιου φωτισμού όταν χρησιμοποιήσετε αυτή την απλή μέθοδο.

Πρέπει πρώτα να ανοίξετε το Tinkercad και, στη συνέχεια, να κάνετε κλικ στο πτυσσόμενο πλαίσιο Shapes και να επιλέξετε από τη λίστα την κατηγορία Circuit Assemblies (Συναρμολογήσεις κυκλωμάτων)..



Φέρτε έναν κάτοχο Glow στο επίπεδο εργασίας και τοποθετήστε τον εκεί. Θα παρατηρήσετε ότι η κλιμάκωση έχει κλειδωθεί, πράγμα που σημαίνει ότι δεν μπορείτε να αλλάξετε το μέγεθός του. Αυτός ο περιορισμός επιβάλλεται λόγω του γεγονότος ότι ο κάτοχος πρέπει να είναι συμβατός με ένα συγκεκριμένο σύνολο ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο.

Για να ετοιμαστείτε για εκτύπωση, εξάγετε τη θήκη στον υπολογιστή σας ως αρχείο.STL. Όταν ο κάτοχος Glow εισάγεται στο επίπεδο εργασίας του Tinkercad, εμφανίζονται οι απεικονίσεις των ηλεκτρικών εξαρτημάτων. Ωστόσο, αυτές οι απεικονίσεις δεν θα εξαχθούν ή δεν θα εκτυπωθούν μαζί με την ίδια τη θήκη. Είναι παρούσες μόνο για να φωτίζουν τις θέσεις των εξαρτημάτων μέσα στο στήριγμα..

Τώρα ήρθε η ώρα να αρχίσετε να εκτυπώνετε τα εξαρτήματά σας χρησιμοποιώντας έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή! Οι συνιστώμενες διαμορφώσεις είναι ένα επίπεδο πλήρωσης 20%, μια ενεργοποιημένη σχεδία και μια απενεργοποιημένη ρύθμιση για τα στηρίγματα.

Ρυθμίστε τα πόδια των LED ανάλογα με τις ανάγκες.

Λάβετε υπόψη ότι το ένα πόδι του LED είναι σημαντικά μακρύτερο από το άλλο. Αυτό χρησιμεύει ως ένδειξη για το ποιος ακροδέκτης είναι θετικός και ποιος αρνητικός στη συσκευή. Ο κοντύτερος ακροδέκτης είναι αρνητικός (-) και ο μακρύτερος ακροδέκτης είναι θετικός (+). Ο κοντύτερος ακροδέκτης θα αντιστοιχεί στην πλευρά "-" της μπαταρίας κέρματος που θα χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία του LED.

Λόγω του μήκους των ακροδεκτών, η διάταξη Glow δεν μπορεί να τους φιλοξενήσει στην τρέχουσα κατάστασή τους. Χρησιμοποιώντας τον κόφτη καλωδίων, κοντύνετε τον μακρύτερο αρνητικό (+) ακροδέκτη έτσι ώστε να έχει μήκος περίπου 1,5 εκατοστό. και όσο πιο παρατεταμένος είναι ο θετικός (+), τόσο πιο μακρύς είναι.

Πάρτε στα χέρια σας την μπαταρία CR2032 της coin cell και βεβαιωθείτε ότι η θετική πλευρά, η οποία φέρει την ένδειξη "+", είναι ευθυγραμμισμένη με την ένδειξη "+" που είναι τυπωμένη στη θήκη. Μόλις τοποθετηθεί, η μπαταρία θα αλληλεπιδράσει με τις δύο μικρές αυλακώσεις για να δημιουργήσει χώρους ακριβώς στη δεξιά πλευρά για τα καλώδια μιας λυχνίας LED, ουσιαστικά σάντουιτς μεταξύ τους.

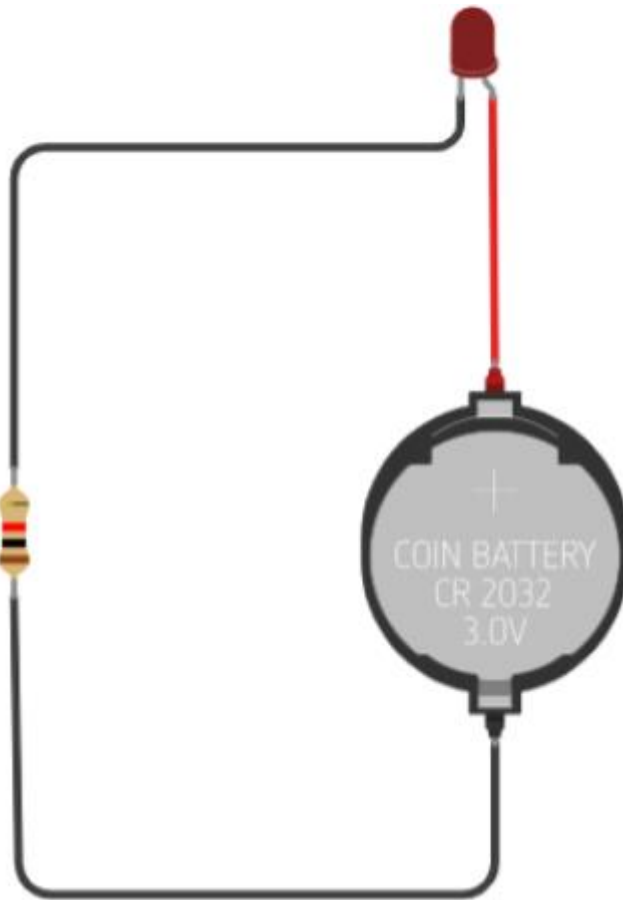
Κατά την τοποθέτηση της λυχνίας LED, ξεκινήστε από την κορυφή και βεβαιωθείτε ότι το μακρύτερο, θετικό σκέλος είναι ευθυγραμμισμένο με την ένδειξη "+" στη θήκη καθώς το σπρώχνετε μέσα.

Πιέστε λίγο το LED και συνεχίστε να το σπρώχνετε προς τα μέσα μέχρι το κάτω μέρος του πλαστικού "βολβού" να συναντήσει το πάνω μέρος της θήκης σε ορθή γωνία.

Σε αυτό το σημείο, η λυχνία LED θα πρέπει να είναι αναμμένη.

Σε περίπτωση που δεν παράγει φως, δοκιμάστε να το γυρίσετε. Βεβαιωθείτε ότι η μπαταρία και η λυχνία LED είναι τοποθετημένες προς τη σωστή κατεύθυνση, έτσι ώστε το "+" στη θήκη να είναι ευθυγραμμισμένο με το σημείο εισαγωγής.

Η απλή αφαίρεση της λυχνίας LED θα απενεργοποιήσει το συγκρότημα λάμπης..



Συζήτηση - Επίλογος

Από το δείγμα μαθητών στο οποίο υλοποιήθηκε το παρόν σενάριο έχουμε ενδείξεις πως η εφαρμογή των πρόσφατων οδηγιών του ΙΕΠ για τη διδασκαλία της Πληροφορικής διευκολύνει τη μαθησιακή διαδικασία μέσα στην τάξη και ενισχύει την αποτελεσματικότητά της. Η βιωματική και διερευνητική προσέγγιση της γνώσης με τη χρήση ψηφιακών τεχνολογικών προϊόντων που προτείνει το ΙΕΠ φαίνεται πως βοηθά τους μαθητές να εμπλακούν ενεργητικά και με μεγαλύτερη προθυμία στις δραστηριότητες που συντελούνται μέσα στην τάξη και έτσι να κατακτήσουν αποτελεσματικότερα τους γνωστικούς στόχους του μαθήματος.

Επίσης η αλληλεπίδραση των μαθητών, στο πλαίσιο της Συνεργατικής Μάθησης, φαίνεται πως δημιουργεί κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη των ήπιων δεξιοτήτων τους. Ολοκληρώνοντας, προτείνεται η υλοποίηση του σεναρίου και στις άλλες τάξεις του Γυμνασίου, όπως και στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού, αρκεί ο

εκπαιδευτικός να προσαρμόσει ανάλογα τον βαθμό της παρέμβασής του στη μαθησιακή διαδικασία. Ειδικά στην Γ' Γυμνασίου, αν λάβουμε υπό όψη μας πως η φωτοευαίσθητη αντίσταση λειτουργεί ως ποτενσιόμετρο, το σενάριο θα μπορούσε να υλοποιηθεί σε συνεργασία με τον καθηγητή Φυσικής και να αποτελέσει πρακτική εφαρμογή του κεφαλαίου του ηλεκτρικού ρεύματος.

Βιβλιογραφία

- ✚ Aljeraiwi, A. A. (2019). Integrating technology acceptance model with innovation diffusion theory: an empirical investigation on student's intention to use E-learning systems. *IEEE Access*, 7, 26797-26809.
- ✚ Alshurideh, M., Al Kurdi, B., Salloum, S. A. (2019). Examining the main mobile learning system driver's effects: A mix empirical examination of both the Expectation-Confirmation Model (ECM) and the Technology Acceptance Model (TAM). In *International Conference on Advanced Intelligent Systems and Informatics* p. 406-417. Springer, Cham.
- ✚ Arbaugh, J. B. (2005). Is there an optimal design for on-line MBA courses? *Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 135-149. <https://doi.org/10.5465/amle.2005.17268561>
- ✚ Arbaugh, J. B. (2014). System, scholar or students? which most influences online MBA course effective-ness? *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(4), 349-362. <https://doi.org/10.1111/jcal.12048>
- ✚ Arbaugh, J. B., & Duray, R. (2002). Technological and structural characteristics, student learning and satisfaction with web-based courses an exploratory study of two on-line MBA programs. *Management Learning*, 33(3), 331-347. <https://doi.org/10.1177/1350507602333003>

- ✚ Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.

- ✚ 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. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>

- ✚ Berland, L. K., Martin, T. H., Ko, P., Peacock, S. B., Rudolph, J. J. & Golubski, C. (2013). Student learning in challenge-based engineering curricula. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (JPEER)*, 3(1), 5. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1080>

- ✚ Berta R., Bellotti F., van der Spek E., Winkler T. (2017) A Tangible Serious Game Approach to Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. In: Nakatsu R., Rauterberg M., Ciancarini P. (eds) *Handbook of Digital Games and Entertainment Technologies*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-4560-50-4_32

- ✚ Beth, E. W., & Piaget, J. (1966). *Mathematical epistemology and psychology*. Dordrecht, The Netherlands: Reidel.

- ✚ Bower, M., Wood, L. N., Lai, J. W., Howe, C., Lister, R., Mason, R., Highfield, K., & Veal, J. (2017). Improving the Computational Thinking Pedagogical Capabilities of School Teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3). <https://doi.org/10.14221/ajte.2017v42n3.4>

- ✚ Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42. <https://doi.org/10.3102/0013189X018001032>
- ✚ Bundy, A. (2007). Computational Thinking is Pervasive. *Journal of Scientific and Practical Computing*, 1(2), 67- 69.
- ✚ Babu, R., Singh, R. (2009). Evaluation of Web Accessibility and Usability from Blind User's Perspective: The Context of Online Assessment. *AMCIS 2009 Proceedings*, 623

- ✚ Baker, R. S., D'Mello, S. K., Rodrigo, M. M. T., & Graesser, A. C. (2010). Better to be frustrated than bored: the incidence, persistence, and impact of learners' cognitive-affective states during interactions with three different computer-based learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(4), 223-241.

- ✚ Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.6.1173>

- ✚ Benckendorff, P., Lohmann, G., Pratt, M., Reynolds, P., Strickland, P., Whitelaw, P. (2015). Enhancing student learning outcomes with simulation-based pedagogies. *Australasian society for computers in learning and tertiary education (ascilite)*, 618–620.

- ✚ Bentler, P. M. (1995). EQS structural equations program manual. Encino, CA: Multivariate Software. Bolliger, D. U., & Martin, F. (2018). Instructor and student perceptions of online student engagement strategies. *Distance Education*, 39(4), 568–583. <https://doi.org/10.1080/01587919.2018.1520041> Bolliger, D. U., & Martindale, T. (2004). Key factors for determining student satisfaction in online courses. *International Journal on E-Learning*, 3(1), 61–68.

- ✚ Bradford, G. R. (2011). A relationship study of student satisfaction with learning online and cognitive load: Initial results. *The Internet and Higher Education*, 14(4), 217–226. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2011.05.001>

- ✚ Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, 189(194), 4–7.

- ✚ Browne, M. V., & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. In K. A. Bollen & J. S. Long (Eds.), *Testing Structural Equation Models* (pp. 136–162). Sage.

- ✚ Carin, A. A., Bass, J. E., & Contant, T. L. (2005). *Methods for teaching science as inquiry* (9th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

- ✚ Cetin, I., & Dubinsky, E. (2017). Reflective abstraction in computational thinking. *The Journal of Mathematical Behavior*, 47, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.06.004>

- ✚ Cheng, H., Hao, L., Luo, Z., & Wang, F. (2016). Establishing the Connection between Control Theory Education and Application: An Arduino Based Rapid Control Prototyping Approach. *International Journal of Learning and Teaching*, 2(1). <https://doi.org/10.18178/ijlt.2.1.67-72>

- ✚ Collins, A. (1988). *Cognitive apprenticeship and instructional technology* (Technical Report 6899): BBN Labs Inc., Cambridge, MA.

- ✚ Cretchley, P. (2007). Does computer confidence relate to levels of achievement in ICT-enriched learning models?. *Education and Information Technologies*, 12(1), 29–39. <https://doi.org/10.1007/s10639-006-9004-6>

- ✦ Cakir, R., & Solak, E. (2014). Exploring the factors influencing e-learning of Turkish EFL learners through TAM. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 13(3), 79-87.
- ✦ Ceaparu, I., Lazar, J., Bessiere, K., Robinson, J., & Shneiderman, B. (2004). Determining causes and severity of end-user frustration. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 17(3), 333-356.

- ✦ Chen, K. Z., Lowenthal, P. R., & Bauer, C. (2016). Effectiveness and student perceptions of high-enrolment health studies online courses. *Health Education Journal*, 75(3), 343-357. <https://doi.org/10.1177/0017896915581060>

- ✦ Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T., & Fischer, F. (2020). Simulation-based learning in higher education: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 90(4), 499-541.

- ✦ Chiu, C. M., Hsu, M. H., Sun, S. Y., Lin, T. C., & Sun, P. C. (2005). Usability, quality, value and e-learning continuance decisions. *Computers & Education*, 45(4), 399-416. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.06.001>
- ✦ Dahlstrom, E., Brooks, D. C., Bichsel, J. (2014). The current ecosystem of learning management systems in higher education: Student, faculty, and IT perspectives. Louisville CO: EDUCAUSE Research Report

- ✦ Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*. <https://doi.org/10.2307/249008>

- ✦ Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14), 1111-1132. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1992.tb00945.x>

- ✦ Dumford, A. D., & Miller, A. L. (2018). Online learning in higher education: exploring advantages and disadvantages for engagement. *Journal of Computing in Higher Education*, 30(3), 452-465. <https://doi.org/10.1007/s12528-018-9179-z>

- ✦ Dagiene, V. & Stupuriene, G. (2016). Bebras-a sustainable community building model for the concept based learning of informatics and computational thinking. *Informatics in Education*, 15(1), 25. <https://doi.org/10.15388/infedu.2016.02>

- ✦ Denning, P. J. 2007. Computing is a natural science. *Commun. ACM*, 50, 13-18. <https://doi.org/10.1145/1272516.1272529>

- ✚ Djambong, T., &Freiman, V. (2016). Task-Based Assessment of Students' Computational Thinking Skills Developed through Visual Programming or Tangible Coding Environments. International Association for Development of the Information Society.

- ✚ Einhorn, S. (2012). Microworlds, computational thinking, and 21st century learning. LCSI White Paper. Ανακτήθηκε from <http://www.microworlds.com>
- ✚ El-Masri, M., &Tarhini, A. (2017). Factors affecting the adoption of e-learning systems in Qatar and USA: extending the unified theory of acceptance and use of technology 2 (UTAUT2). Educational Technology Research and Development. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9508-8>

- ✚ Flores, R., Ari, F., Inan, F. A., & Arslan-Ari, I. (2012). The impact of adapting content for students with individual differences. Journal of Educational Technology & Society, 15(3), 251-261.

- ✚ Furtado, P. G. F., Hirashima, T., & Hayashi, Y. (2019). The effect on new knowledge and reviewed knowledge caused by the positioning task in closed concept maps. Research and Practice in Tech-nology Enhanced Learning, 14(1), 1-14.

- ✚ Fogarty, G., Cretchley, P., Harman, C., Ellerton, N., &Konki, N. (2001). Validation of a questionnaire to measure mathematics confidence, computer confidence, and attitudes towards the use of technology for learning mathematics. Mathematics Education Research Journal, 13(2), 154-160. <https://doi.org/10.1007/BF03217104>

- ✚ Goh, K. S. A., Wee, L. K., Yip, K. W., Toh, P. Y. J., & Lye, S. Y. (2013). Addressing learning difficulties in Newtons 1st and 3rd Laws through problem based inquiry using Easy Java Simulation. arXiv preprint arXiv:1303.0081.

- ✚ Gravemeijer, K., & Doorman, M. (1999). Context problems in realistic mathematics education: A calculus course as an example. Educational Studies in Mathematics, 39(1), 111-129. <https://doi.org/10.1023/A:1003749919816>

- ✚ Greenwald, J. M. (2010). Antecedents of core confidence latent construct: Direct and reciprocal links. Dissertation Abstracts International Section A, 72, 270.

- ✚ Guzdial, M. (2008). Education Paving the way for computational thinking. Communications of the ACM, 51(8), 25- 27, <https://doi.org/10.1145/1378704.1378713>

- ✚ Green, L. S., Inan, F. A., & Denton, B. (2012). Examination of factors impacting student satisfaction with a new learning management system. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 13(3), 189-197.
- ✚ Haddad, F. S. (2018). Examining the effect of learning management system quality and perceived usefulness on student's satisfaction. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 96(23), 8034-8044.

- ✚ Hallinger, P., & Wang, R. (2020). The evolution of simulation-based learning across the disciplines, 1965-2018: a science map of the literature. *Simulation & Gaming*, 51(1), 9-32.

- ✚ Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, 27, 1-12.

- ✚ Hu, L., Bentler, P.M. (1995). Evaluating model fit. In R. H. Hoyle's (Eds) *Structural Equation Modeling: Concepts, Issues, and Application*, p. 76-99. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

- ✚ Hu, C. (2011, June). Computational thinking: what it might mean and what we might do about it. In *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education* (pp. 223-227). ACM. <https://doi.org/10.1145/1999747.1999811>

- ✚ Juszczak, M. D. (2015). From Towards a Computational Pedagogy - Analysis of ABM Deployment in Pedagogical Instances. *International Journal of Pedagogy Innovation and New Technologies*, 2(1), 2-13. <https://doi.org/10.5604/23920092.1159113>
- ✚ Ifinedo, P., Pyke, J., & Anwar, A. (2018). Business undergraduates' perceived use outcomes of moodle in a blended learning environment: the roles of usability factors and external support. *Telematics and Informatics*, 35(1), 93-102.

- ✚ Iglesias, A., Moreno, L., Castro, E., & Cuadra, D. (2014). Are accessible distance learning systems useful for all students? our experience with IMES, an accessible web-based learning system. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 9(1), 1-17. <https://doi.org/10.4018/ijwltt.2014010101>

- ✚ Islam, A. N. (2013). Investigating e-learning system usage outcomes in the university context. *Computers & Education*, 69, 387-399. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.037>

- ✚ Joo, Y. J., Lim, K. Y., & Kim, E. K. (2011). Online university student's satisfaction and persistence: examining perceived level of presence, usefulness and ease of use as predictors in a structural model. *Computers & Education*, 57(2), 1654-1664. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.02.008>

- ✚ Kalyuga, S. (2009). The expertise reversal effect. In: *Managing cognitive load in adaptive multimedia learning*, p. 58–80. IGI Global.
- ✚ Karimi, L., & Ahmad, T. B. T. (2013). Perceived learning and satisfaction in a blended teacher education program: an experience of Malaysian teacher trainees. *Contemporary Educational Technology*, 4(3), 197–211.
- ✚ Kay, R. H., & Knaack, L. (2009) . Assessing learning, quality and engagement in learning objects: the Learning object evaluation scale for students (LOES-S). *Educational Technology Research and Development*, 57, 147–168. <https://doi.org/10.1007/s11423-008-9094-5>
- ✚ Kebritchi, M., Lipschuetz, A., & Santiago, L. (2017). Issues and challenges for teaching successful online courses in higher education: a literature review. *Journal of Educational Technology Systems*, 46(1), 4–29. <https://doi.org/10.1177/0047239516661713>
- ✚ Keller, J.M. (1983). Motivational design of instruction. In C.M. Reigeluth, eds, *Instructional Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- ✚ Keller, J.M. (1993). *Manual for Instructional Materials Motivational Survey (IMMS)*. Tallahassee, FL.
- ✚ Keller, J.M. (2010). Managing outcomes for satisfaction. In *Motivational Design for Learning and Performance*, p. 165–192. Springer, Boston, MA.
- ✚ Keller, J. M. (2008). An integrative theory of motivation, volition, and performance. *Technology, Instruction, Cognition, and Learning*, 6(2), 79–104.
- ✚ Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). Guilford Press.
- ✚ Lazar, J., Jones, A., Hackley, M., & Shneiderman, B. (2006). Severity and impact of computer user frustration: a comparison of student and workplace users. *Interacting with Computers*, 18, 187–207.
- ✚ Kalelioglu, F., & Gülbahar, Y. (2014). The effects of teaching programming via Scratch on problem solving skills: a discussion from learners' perspective. *Informatics in Education*, 13(1), 33.

- ✚ Katehi, L., Pearson G., & Feder M. (2009). Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. Washington, DC: National Academy of Engineering and National Research Council.

- ✚ Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L. & MacKinnon, L. (2012). Learning Programming at the Computational Thinking Level via Digital Game-Play. *Procedia Computer Science*, 9, 522-531. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.04.056>

- ✚ Kotsopoulos, D., Floyd, L., Khan, S., Namukasa, I. K., Somanath, S., Weber, J., & Yiu, C. (2017). A pedagogical framework for computational thinking. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), 154- 171. <https://doi.org/10.1007/s40751-017-0031-2>

- ✚ Landau, RH., Páez, J. & Bordeianu, C. (2008). *A Survey of Computational Physics: Introductory Computational Science*. Princeton and Oxford: Princeton University Press
- ✚ Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>

- ✚ L'Heureux, J., Boisvert, D., Cohen, R. & Sanghera, K. 2012. IT problem solving: an implementation of computational thinking in information technology. *Proceedings of the 13th annual conference on Information technology education*. Calgary, Alberta, Canada: ACM. <https://doi.org/10.1145/2380552.2380606>

- ✚ Lo, J. J., Ji, N. W., Syu, Y. H., You, W. J., Chen, Y. T. (2008) Developing a Digital Game-Based Situated Learning System for Ocean Ecology. In: Pan Z., Cheok A.D., Müller W., El Rhalibi A. (eds) *Transactions on Edutainment I. Lecture Notes in Computer Science*, vol 5080. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 51-61. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69744-2_5

- ✚ Lowenthal, P. R., Nyland, R., Jung, E., Dunlap, J. C., & Kepka, J. (2019). Does class size matter? an exploration into faculty perceptions of teaching high-enrollment online courses. *American Journal of Distance Education*, 33(3), 152–168. <https://doi.org/10.1080/08923647.2019.1610262>

- ✚ MacCallum, R. C., Browne, M. V., & Sugawara, H. M. (1996). Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological Methods*, 1, 130–149. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.2.130>

- ✚ Makransky, G., Mayer, R. E., Veitch, N., Hood, M., Christensen, K. B., & Gadegaard, H. (2019). Equivalence of using a desktop virtual reality science simulation at home and in class. *Plos One*, 14(4), e0214944.

- ✚ Mayer, R. (2020). *Multimedia learning* (3rd eds). Cambridge University. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>

- ✚ McGill, T. J., & Klobas, J. E. (2009). A task-technology fit view of learning management system impact. *Computers and Education*, 52(2), 496–508. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.10.002>

- ✚ Mohammadi, H. (2015). Investigating users' perspectives on e-learning: an integration of TAM and IS success model. *Computers in Human Behavior*, 45, 359–374. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.07.044>

- ✚ Mtebe, J. S., Raphael, C. (2018). Key factors in learner's satisfaction with the e-learning system at the University of Dares Salaam, Tanzania. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34(4). <https://doi.org/10.14742/ajet.2993>

- ✚ Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn*. Ανακτήθηκε on May 2018 from http://courseshare.com/pdfs/Education_3-0__Chula_Bonk.pdf

- ✚ Moore, T. J. (2008). STEM integration: Crossing disciplinary borders to promote learning and engagement. Invited presentation to the faculty and graduate students of the UTeachEngineering, UTeachNatural Sciences, and STEM Education program area at University of Texas at Austin, December 15, 2008.

- ✚ National Academy of Engineering (NAE) & National Research Council (NRC). (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. The National Academies Press, Washington NGSS, 2013.

- ✚ National Research Council (2010) *Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking*. Ανακτήθηκε from http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12840

- ✚ National Research Council (2011). *National Research Council Report of a Workshop of Pedagogical Aspects of Computational Thinking*. Ανακτήθηκε on 10-20-2011 from http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13170

- ✚ National Research Council. (2012a) *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press, Washington, DC

- ✚ National Research Council. (2012b) Discipline-based education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. National Academies Press, Washington, DC.
- ✚ Nicolescu, B. (2004). Gurdjieff's philosophy of nature. In J. Needleman & G. Baker (Eds.), Gurdjieff (pp. 37- 69).New York, NY: The Continuum International Publishing Group.
- ✚ Naveh, G., Tubin, D., &Pliskin, N. (2012). Student satisfaction with learning management systems: a lens of critical success factors. *Technology, Pedagogy and Education*, 21(3), 337-350.
- ✚ Nguyen, H., Pham, H., Vu, N., & Hoang, H. (2020). Factors influencing students' intention to use e-learning system: a case study conducted in Vietnam. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*, 15(18), 165-182.
- ✚ Nunnally, J. C., & Bernstein, J. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- ✚ Ozkan, S., &Koseler, R. (2009). Multi-dimensional students' evaluation of e-learning systems in the higher education context: an empirical investigation. *Computers and Education*, 53(4), 1285-1296. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.06.011>
- ✚ Pérez-Pérez, M., Serrano-Bedia, A. M., & García-Piqueres, G. (2020). An analysis of factors affecting students perceptions of learning outcomes with moodle. *Journal of Further and Higher Education*, 44(8), 1114-1129.
- ✚ Persico, D., Manca, S., &Pozzi, F. (2014). Adapting the technology acceptance model to evaluate the innovative potential of e-learning systems. *Computers in Human Behavior*, 30, 614-622. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.07.045>
- ✚ Nowotny, H. (2003). Democratising expertise and socially robust knowledge. *Science and public policy*, 30(3), 151-
- ✚ <https://doi.org/10.3152/147154303781780461>

- ✚ Przybylla, M., & Romeike, R. (2014). Physical computing and its scope-towards a constructionist computer science curriculum with physical computing. *Informatics in Education*, 13(2), 225. <https://doi.org/10.15388/infedu.2014.05>

- ✚ Psycharis, S. (2015). The Impact of Computational Experiment and Formative Assessment in Inquiry Based Teaching and Learning Approach in STEM Education. *Journal of Science Education, and Technology (JOST)*, 25(2), 316-326. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9595-z>

- ✚ Psycharis, S. (2016). Inquiry Based- Computational Experiment, Acquisition of Threshold Concepts and Argumentation in Science and Mathematics Education. *Educational Technology & Society*, 19(3), 282-293.

- ✚ Psycharis, S. (2018). STEAM In Education: Literature review on the role of computational thinking, engineering epistemology and computational science. *Computational STEAM Pedagogy (CSP)*. *Scientific Culture*, 4(2), 51-72. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1214565>

- ✚ Psycharis, S., Kalovrektis, K., Sakelalridi, E., Korres, K., & Mastorodimos, D. (2017). Unfolding the Curriculum: Physical Computing, Computational Thinking and Computational Experiment in STEM's Transdisciplinary Approach. *European Journal of Engineering Research and Science (EJERS)*. <https://doi.org/10.24018/ejers.2018.0>

- ✚ Psycharis, S., & Kotzampasaki, E. (2017). A didactic Scenario for Implementation of Computational Thinking using Inquiry Game Learning. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Education and E-Learning, Bangkok Thailand 2-4 November 2017* (pp. 26-29). ACM. <https://doi.org/10.1145/3160908.3160918>

- ✚ Qiu, K., Buechley, L., Baafi, E., & Dubow, W. (2013, June). A curriculum for teaching computer science through computational textiles. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 20-27). ACM. <https://doi.org/10.1145/2485760.2485787>

- ✚ Rubio, M. A., Hierro, C. M., & Pablo, A. P. D. M. (2013, July). Using arduino to enhance computer programming courses in science and engineering. In *Proceedings of EDULEARN13 conference* (pp. 5127-5133).
- ✚ Rugarcia, A., Felder, R. M., Woods, D. R. & Stice, J. E. (2000). The future of engineering education: I. A vision for a new century. *Chemical Engineering Education*, 34, 16-25.

- ✚ Rejón-Guardia, F., Polo-Peña, A. I., & Maraver-Tarifa, G. (2020). The acceptance of a personal learning environment based on Google apps: the role of subjective norms and social image. *Journal of Computing in Higher Education*, 32(2), 203-233.

- ✚ Sahasrabudhe, S., Lockley, M. (2014). Understanding blind user's accessibility and usability problems in the context of myITlab simulated environment. Proceedings of the 20th Americas Conference on Information Systems.
- ✚ Singh, V., & Thurman, A. (2019). How many ways can we define online learning? a systematic literature review of definitions of online learning (1988–2018). American Journal of Distance Education, 33(4), 289–306. <https://doi.org/10.1080/08923647.2019.1663082>
- ✚ Skinner, B. T. (2019). Making the connection: Broadband access and online course enrollment at public open admissions institutions. Research in Higher Education, 60(7), 960–999. <https://doi.org/10.1007/s11162-018-9539-6>
- ✚ Small, R. V., & Venkatesh, M. (2000). A cognitive-motivational model of decision satisfaction. Instructional Science, 28(1), 1–22. <https://doi.org/10.1023/A:1003574312599>
- ✚ Sun, P. C., Tsai, R. J., Finger, G., Chen, Y. Y., & Yeh, D. (2008). What drives a successful e-Learning? an empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. Computers & Education, 50(4), 1183–1202. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.007>
- ✚ Schulz, S., & Pinkwart, N. (2015, November). Physical computing in stem education. In Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education (pp. 134–135). ACM. <https://doi.org/10.1145/2818314.2818327>
- ✚ Selby, C., & Woollard, J. (2014). Refining an understanding of computational thinking. Author's Original, 1–23.
- ✚ Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. Education and Information Technologies, 18(2), 351–380. <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x>
- ✚ Sentance, S., & Csizmadia, A. (2015). Teachers' perspectives on successful strategies for teaching Computing in school. Paper presented at IFIP TCS, 2015. <http://community.computingatschool.org.uk/files/6769/original.pdf>

- ✚ Shirey, K. (2017). Teacher Productive Resources for Engineering Design Integration in High School Physics Instruction (Fundamental). In Proceedings of the 2017 ASEE Annual Conference, Columbus, OH, June 2017. <https://doi.org/10.18260/1-2--28908>
- ✚ Stankov, L., Lee, J., Luo, W., & Hogan, D. J. (2012). Confidence: A better predictor of academic achievement than self-efficacy, self-concept and anxiety?. *Learning and Individual Differences*, 22(6), 747-758. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.05.013>
- ✚ Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
- ✚ Weinberg, B. A. (2009). A model of over-confidence. *Pacific Economic Review*, 14, 502-515. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0106.2009.00466.x>
- ✚ Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- ✚ Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49, 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- ✚ Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences*, 366(1881), 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- ✚ Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(1), 5. <https://doi.org/10.1145/2576872>
- ✚ Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2011). Introducing computational thinking in education courses. In Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education (pp. 465-470). ACM. <https://doi.org/10.1145/1953163.1953297>
- ✚ Yasar O., Veronesi P., Maliekal J., Little L. J., Vattana S. E., & Yeter I. H. (2016). Computational Pedagogy: Fostering a New Method of Teaching. Presented at: ASEE Annual Conference and Exposition. Presented: June 2016. Project: SCOLLARCIT.

- ✚ Wu, J. H., Tennyson, R. D., & Hsia, T. L. (2010). A study of student satisfaction in a blended e-learning system environment. *Computers and Education*, 55(1), 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.12.012>

- ✚ Yang, E., & Dorneich, M. C. (2018). Evaluating human-automation etiquette strategies to mitigate user frustration and improve learning in affect-aware tutoring. *Applied Sciences*, 8(6), 895.
- ✚ Downes, T. (1999). Playing with computing technologies in the home. *Education and Information Technologies*, 4, 65-79.
- ✚ Editors. (2008, March 27). The push to improve STEM education. *Education Week*, 27(3), (02774232).
- ✚ NSTA Reports. (2008). Senators Lieberman and Coleman introduce STEM Education for the 21st Century Act. Vol. 20 Issue 1, p15-15, 1/5p; (AN 34130629).

- ✚ Rieber, L.P. (2001, December). Designing learning environments that excite serious play, Paper presented at the 18 th Annual Meeting of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, Melbourne, Australia, 1-10.
- ✚ Reiber, L.P., Smith L., & Noah, D. (1998). The value of serious play. *Educational Technology*, 38(6), 29-37.
- ✚ Shaffer, D.W. (2006). *How computer games help children learn*. Palgrave Macmillan: New York.
- ✚ Juan, A. A., Loch, B., Daradoumis, T., & Ventura, S. (2017). Games and simulation in higher education. *Int. J. of Educational Techn. in Higher Education*, 14(1), 2365-9440.

- ✚ Gagné, R. M., Wagner, W. W., Golas, K. C., & Keller, J. M. (1988). *Principles of Instructional Design*. Belmont, CA: Wadsworth.
- ✚ Fonseca, P., Juan, A. A., Pla, L. M., Rodriguez, S. V., & Faulin, J. (2009). Simulation education in the internet age: some experiences on the use of pure online and blended learning models. In *Proc. of the Winter Simulation Conference*, 299-309.

- ✚ Martin, D., & McEvoy, B. (2003). Business simulations: a balanced approach to tourism education. *Int. J. of Contemporary Hospitality Management*, 15(6), 336-339.
- ✚ Costantino, F., Di Gravio, G., Shaban, A., & Tronci, M. (2012). A simulation based game approach for teaching operations management topics. In *Proc. of the Winter Simulation Conference*, 1-12.
- ✚ Clarke, E. (2009). Learning outcomes from business simulation exercises: Challenges for the implementation of learning technologies. *Education+ Training*, 51(5/6), 448-459.
- ✚ Bloomer, J. (1973). Evaluating an educational game. In *Scottish Educational Studies*, 5(2), 122-123.
- ✚ Pasin, F., & Giroux, H. (2011). The impact of a simulation game on operations management education. *Computers & Education*, 57(1), 1240-1254.
- ✚ Adelsberger, H. H., Bick, M. H., Kraus, U. F., & Pawlowski, J. M. (1999). A simulation game approach for efficient education in enterprise resource planning systems. In *Proc. of the ESM*, 99, 454-460.
- ✚ Chapman, G. M., & Martin, J. F. (1995). Computerized business games in engineering education. *Computers & Education*, 25(1-2), 67-73.

- ✦ Anderson, E. F., Engel, S., Comminos, P., & McLoughlin, L. (2008). The case for research in game engine architecture. In Proc. of the Conf. on Future Play, 228-231.
- ✦ Stanley, D., & Latimer, K. (2011). 'The Ward': A simulation game for nursing students. *Nurse Education in Practice*, 11(1), 20-25.
- ✦ Deshpande, A. A., & Huang, S. H. (2011). Simulation games in engineering education: A state-of-the-art review. *Computer Applications in Eng. Education*, 19(3), 399-410.

- ✦ Mazur, J. E. (2016). *Learning & behavior*. Routledge.

- ✦ Lamb, R. L., Annetta, L., Firestone, J., & Etopio, E. (2018). A meta-analysis with examination of moderators of student cognition, affect, and learning outcomes while using serious educational games, serious games, and simulations. *Computers in Human Behavior*, 80, 158-167.
- ✦ Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Freitas, S., Louchart, S., ... & De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391-411.

- ✦ Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain.

- ✦ Turner, P. E., Johnston, E., Kebritchi, M., Evans, S., & Heflich, D. A. (2018). Influence of online computer games on the academic achievement of nontraditional undergraduate students. *Cogent Education*.
- ✦ Admiraal, W., Huizenga, J., Akkerman, S., & Ten Dam, G. (2011). The concept of flow in collaborative game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 27(3), 1185-1194.

- ✦ Csikszentmihalyi, M. (1997). *Flow and the psychology of discovery and invention*. New York, NY: Harper Perennial.
- ✦ Hainey, T., Connolly, T. M., Stansfield, M., & Boyle, E. A. (2011). Evaluation of a game to teach requirements collection and analysis in software engineering at tertiary education level. *Computers & Education*, 56(1), 21-35.
- ✦ Rondon, S., Chiarion, S., & Furquim de Andrade, C. (2013). Computer game-based and traditional learning method: A comparison regarding student's knowledge retention. *BMC Medical Education*, 13(30), 1-8.
- ✦ Bellotti, F., Ott, M., Arnab, S., Berta, R., de Freitas, S., Kiili, K., & De Gloria, A. (2011). Designing serious games for education: from pedagogical principles to game mechanisms. In Proc. of the European Conf. on Games Based Learning, 26-34.
- ✦ Jarvis, P. (1995). *Adult and continuing education: Theory and practice*, 2nd ed. London and New York: Routledge.

- ✦ Serrano-Laguna, Á., Manero, B., Freire, M., & Fernández-Manjón, B. (2018). A methodology for assessing the effectiveness of serious games and for inferring player learning outcomes. *Multimedia Tools and Applications*, 77(2), 2849-2871.
- ✦ Qudrat-Ullah, H. (2010). Perceptions of the effectiveness of system dynamics-based interactive learning environments. *Computers & Education*, 55(3), 1277-1286.

- ✦ Chapman, K. J., & Sorge, C. L. (1999). Can a simulation help achieve course objectives? An exploratory study investigating differences among instructional tools. *Journal of Education for Business*, 74(4), 225-230.
- ✦ das Dores Cardoso, L., de Assis Rangel, J. J., Nascimento, A. C., Laurindo, Q. M. G., & Camacho, J. C. (2014). Discrete event simulation for teaching in control systems. In *Proc. of the Winter Simulation Conference*, 3608-3617.
- ✦ Curland, S. R., & Lyn Fawcett, S. (2001). Using simulation and gaming to develop financial skills in undergraduates. *Int. J. of Contemporary Hospitality Management*, 13(3), 116-119.
- ✦ Balci, O., Deater-Deckard, K., & Norton, A. (2013). Challenges in teaching modeling and simulation online. In *Proc. of the Winter Simulation Conference*, 3568-3575.
- ✦ Grasas, A., Ramalhinho, H., & Juan, A. A. (2013). Operations research and simulation in master's degrees. In *Proc. of the Winter Simulation Conference*, 3609-3619.

- ✦ Anspoka Z., Kazaka D. (2019). Teachers during Education Reforms: Challenges and Opportunities. In V. Dislere (Ed.), *The Proceedings of the International Scientific Conference Rural Environment. Education. Personality (REEP)*, 12. Jelgava: Latvia University of Life Sciences and Technologies, 22-27. doi: 10.22616/REEP.2019.002

- ✦ Beļickis I., Blūma D., Koķe T., Markus D., Skujiņa V., Šalme A. (2001). *Pedagoģijasterminuskaidrojošāvārdnīca. [Explanatory dictionary of pedagogical terms]* Riga: Zvaigzne ABC. (in Latvian)

- ✦ Breiner J.M., Harkness S.S., Johnson C.C., Koehler C.M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. doi: 10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x

- ✦ Brown R., Brown J., Reardon K., Merrill C. (2011). Understanding STEM: current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9. Ανακτήθηκε από <http://www.stemteacherlearning.com/uploads/topics/stem-curricula/Understanding%20STEM.pdf>

- ✦ Bybee R.W. (2010a). Advancing STEM Education: A2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.

- ✚ Bybee R.W. (2010b). What is STEM education? *Science*. 329(5995), 996. doi: 10.1126/science.1194998

- ✚ Byers A. (2016). Science Teachers “Speak Up” About Technology in the Classroom. Ανακτήθηκε από <http://blog.nsta.org/2016/09/08/science-teachers-speak-up-about-technology-in-the-classroom/>

- ✚ Dugger W.E. (2010). Evolution of STEM in the United States. In the Biennial International Conference on Technology Education, 6. Gold Coast, Queensland, Australia. Ανακτήθηκε από <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf>

- ✚ Ertmer P.A., Ottenbreit-Leftwich A.T., Sadik O., Sendurur E., Sendurur P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & education*, 59(2), 423-435. doi: 10.1016/j.compedu.2012.02.001

- ✚ European Commission. (2016). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Improving and Modernising Education. Brussels. Ανακτήθηκε από <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0941&from=EN>

- ✚ European Commission. (2018). Digital Learning & ICT in Education. Ανακτήθηκε από <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/digital-learning-ict-education>

- ✚ Fullan M., Langworthy M. (2014). A rich seam: How new pedagogies find deep learning. London: Pearson. Ανακτήθηκε από https://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/01/3897.Rich_Seam_web.pdf

- ✚ Gibilisco S. (2013). STEM (science, technology, engineering, and mathematics). Ανακτήθηκε από <https://whatis.techtarget.com/definition/STEM-science-technology-engineering-and-mathematics>

- ✚ Gonzalez H.B., Kuenzi J.J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Washington, DC: Congressional Research Service. Ανακτήθηκε από <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>

- ✚ Guzey S.S., Roehrig G.H. (2009). Teaching science with technology: Case studies of science teachers' development of technology, pedagogy, and content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 25-45. Waynesville, NC USA: Society for Information Technology & Teacher Education. Ανακτήθηκε from <https://www.learntechlib.org/primary/p/29293/>

- ✚ Hom E.J. (2014). What is STEM Education? Ανακτήθηκεfrom<https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>

- ✚ Honey M., Pearson G., Schweingruber H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*, 500. Washington, DC: National Academies Press. doi: 10.17226/18612

- ✚ Inan F.A., Lowther D.L. (2010). Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: A path model. *Educational Technology Research and Development*, 58(2), 137-154. doi: 10.1007/s11423-009-9132-yISTE Standards. (2019). Ανακτήθηκε from <https://www.iste.org/standards>

- ✚ Jones A. (2004). A review of the research literature on barriers to the uptake of ICT by teachers: British Educational Communications and Technology Agency (Becta). Version 1. Ανακτήθηκεfromhttps://dera.ioe.ac.uk/1603/1/becta_2004_barrierstouptake_litrev.pdf

- ✚ Mumtaz S. (2000). Factors affecting teachers' use of information and communications technology: a review of the literature. *Journal of information technology for teacher education*, 9(3), 319-342. doi: 10.1080/14759390000200096

- ✚ National Reforms in School Education. (2019). Ανακτήθηκεfromhttps://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/national-reforms-school-education-34_en

- ✚ Osborne J., Hennessy S. (2003). Report 6: Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions. Ανακτήθηκε from <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190441/document>

- ✚ Ottenbreit-Leftwich A.T., Glazewski K.D., Newby T.J., Ertmer P.A. (2010). Teacher value beliefs associated with using technology: Addressing professional and student needs. *Computers & education*, 55(3), 1321-1335. doi: 10.1016/j.compedu.2010.06.002

- ✚ Punie Y., Zinnbauer D., Cabrera M. (2008). A review of the Impact of ICT on Learning. Working paper prepared for DG EAC. Seville, Spain: Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), JRC, European Commission. Ανακτήθηκε από <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC47246.TN.pdf>

- ✚ Sanders M. (2009). Integrative STEM education: primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26. Ανακτήθηκε από <https://www.iteea.org/File.aspx?id=56320>

- ✚ Stohlmann M., Moore T.J., Roehrig G.H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), Article 4. doi: 10.5703/1288284314653

- ✚ Tsupros N., Kohler R., Hallinen J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit 1. Pittsburgh, Pennsylvania: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach, Carnegie Mellon University.
- ✚ Abecia, D. R., Samong, M., Abella, L., Baldomero, F., Tamayo, A., & Gabronino, R. (2014). Measuring Happiness of University Students. *Sciences, American Journal of Social*, 2(3), 43-48.

- ✚ Adams, W. K. (2010). Student Engagement and Learning with PhET Interactive Simulations. *Il Nuovo Cimento C*, 33(3), 21-32.

- ✚ Adams, W. K., Reid, S., LeMaster, R., McKagan, S., Perkins, K., Dubson, M., & Wieman, C. E. (2008). A Study of Educational Simulations Part II-Interface Design. *Journal of Interactive Learning Research*, 19(4), 551-577.

- ✚ Antonio, V. V. (2015). Adoption and Use of ICT in the Management of Public Secondary Schools. Mariano Marcos State University, Laoag City.

- ✚ Armstrong, A., & Casement, C. (2000). *The Child and the Machine: How Computers*. Robins Lane Press.

- ✚ Bahr, C. M., & Rieth, H. J. (1989). The effects of Instructional Computer Games and Drill and Practice Software on Learning Disabled Students' Mathematics Achievement. *Computers in the Schools*, 6(4), 87-102.

- ✚ Bailey, R. (2009). Well-being, Happiness and Education. *British Journal of Sociology of Education*, 30(6), 795-802. <https://doi.org/10.1080/01425690903236613>

- ✚ Batuyong, C. T., & Antonio, V. V. (2018). Exploring the Effect of PhET Interactive Simulation-Based Activities on Students' Performance and Learning Experiences in Electromagnetism. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 6(2), 121-131.

- ✚ Beghetto, R. A. (2016). Creative learning: A fresh look. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 15(1), 6-23.

- ✚ Casinillo, L. F. & Casinillo, E. L. (2020). (2020). Modelling Experiences and its Factors in General Mathematics: The Case of Grade 11 Students. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, 3(2), 25-34.

- ✚ Casinillo, L. F. (2019). Factors affecting the failure rate in mathematics: the case of Visayas State University (VSU). *Review of Socio-Economic Research and Development Studies*, 3(1), 1-18.

- ✚ Casinillo, L. F., & Aure, M. R. K. L. (2018).). Econometric evidence on academic performance in basic calculus of science, technology, engineering and mathematics (STEM) senior high students. *Journal of Educational and Human Resource Development*, 6, 238-249.

- ✚ Casinillo, L. F., Camulte, M. C. G., Raagas, D. L., & Riña, T. S. (2020). Cultural factors in learning mathematics: the case on achievement level among Badjao students. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*, 4(1), 71-81.

- ✚ Casinillo, L. F., & Guarte, J. M. (2018). Evaluating the effectiveness of teaching strategies: The case of a national vocational school in Hilongos, Leyte. *Review of Socio-Economic Research and Development Studies*, 2(1), 64-79.

- ✚ Fokkens-Bruinsma, M., & Canrinus, E. T. (2012). Adaptive and Maladaptive Motives for Becoming a Teacher. *Journal of Educational Teaching*, 38(1), 3-19. <https://doi.org/10.1080/02607476.2012.643652>

- ✚ Hewitt, P. G. (2006). *Practicing Physics Conceptual Physics (10 th)*. Pearson Education Inc.
- ✚ Hsin, C. T., Li, M. C., & Tsai, C. C. (2014). The influence of young children's use of technology on their learning: A review. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 85-99.
- ✚ Meggiolaro, S. (2018). Information and communication technologies use, gender and mathematics achievement: evidence from Italy. *Social Psychology of Education*, 21(2), 497-516.
- ✚ Mekonnen, S. (2014). Problems challenging the academic performance of physics students in higher governmental institutions in the case of Arbaminch, Wolayita Sodo, Hawassa and Dilla Universities. *Natural Science*, 6, 362-375.
- ✚ Moore, E. B., Chamberlain, J. M., Parson, R., & Perkins, K. K. (2014). PhET interactive simulations:
- ✚ Transformative tools for teaching chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1191-1197.
- ✚ Mullis, I. V. S., Martin, M., & Tom, L. (2016) . 20 Years of TIMSS: International Trends in Mathematics and Science Achievement Curriculum and Instruction. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- ✚ Orleans, A. V. (2007). The condition of secondary school physics education in the Philippines: Recent developments and remaining challenges for substantive improvements. *The Australian Educational Researcher*, 34(1), 33-54.
- ✚ Pittard, V., Bannister, P., & Dunn, J. (2003). The big pICTure: The impact of ICT on attainment, motivation and learning. DIES.
- ✚ Podolefsky, N. S., Perkins, K. K., & Adams, W. K. (2010). Factors promoting engaged exploration with computer simulations. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(2), 102-117.
- ✚ Podolefsky, N. S., Perkins, K. K., & Adams, W. K. (2009). Computer simulations to classrooms: tools for change. *AIP Conference Proceedings*, 233-236.
- ✚ Prestridge, S. (2012). The beliefs behind the teacher that influences their ICT practices. *Computers & Education*, 58(1), 449-458.

- ✚ Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153.

- ✚ Sangcap, P. G. A. (2010). Mathematics-related beliefs of Filipino college students: Factors affecting mathematics and problem solving performance. *Procedia - Social and Behavioral Science*, 8(1), 465– 475. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.064>

- ✚ Sarmiento, D. H., &Orale, R. L. (2016). Senior high school curriculum in the Philippines, USA and Japan.

- ✚ *Journal of Academic Research*, 1(3), 12–23.

- ✚ Scheid, J., Müller, A., Schnotz, W., Hettmannsperger, R., Kuhn, J., Telli, S., & Vogt, P. (2010). Development of Representational Competence via Cognitively Activating Tasks for Physics Experiments. GIREP Conference in Reims.

- ✚ Schwartz, D., Bransford, J. D., & Sears, D. (2005). Efficiency and Innovation in Transfer : Transfer of Learning from a Modern Multidisciplinary Perspective. JP Mestre.

- ✚ Waight, N., & Abd-El-Khalick, F. (2007). The impact of technology on the enactment of “inquiry” in a technology enthusiast’s sixth grade science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 154–182.

- ✚ Walpole, R. E. (1982). *Introduction to statistics*. McMillan Publishing Co., Inc.
- ✚ Cheng, H., Podolsky, D. J., Fisher, D. M., Wong, K. W., Lorenz, H. P., Khosla, R. K., Drake, J. M., & Forrest, C. R. (2018). Teaching palatoplasty using a high-fidelity cleft palate simulator. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 141(1), 91–98. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000003957>

- ✚ Chernikova, O., Heitzmann, N., Fink, M. C., Timothy, V., Seidel, T., & Fischer, F. (2019). Facilitating diagnostic competences in higher education: A meta-analysis in medical and teacher education. *Educational Psychology Review*, 32(1), 157–196. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09492-2>

- ✚ *Chiu, M., Arab, A., Elliott, R., & Naik, V. (2011). An experiential teaching session on the anesthesia machine check improves resident performance. *Canadian Journal of Anaesthesia/Journal canadiend’anesthésie*, 59(3), 280–287. <https://doi.org/10.1007/s12630-011-9649-5>

- ✚ *Chung, C., Cooper, S., Cant, R., Connell, C., Mckay, A., Kinsman, L., Gazula, S., Boyle, J., Cameron, A., Cash, P., Evans, L., Kim, J., Masud, R., McInnes, D., Norman, L., Penz, E., Rotter, T., Tanti, E., & Breakspear, T. (2018). The educational impact of web-based and face-to-face patient deterioration simulation programs: An interventional trial. *Nurse Education Today*, 64(1), 93-98. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.01.037>

- ✚ *Chung, G. K. W. K., Gyllenhammer, R. G., & Baker, E. L. (2011). The effects of practicing with a virtual ultrasound trainer on FAST window identification, acquisition, and diagnosis (CRESST Report 787). National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing. <http://cresst.org/wp-content/uploads/R787.pdf>

- ✚ *Clayton, J., Butow, P., Waters, A., Laidsaar-Powell, R., O'Brien, A., Boyle, F., Back, A., Arnold, R., Tulskey, J., & Tattersall, M. (2012). Evaluation of a novel individual-ised communication-skills training intervention to improve doctors' confidence and skills in end-of-life communication. *Palliative Medicine*, 27(3), 236-243. <https://doi.org/10.1177/0269216312449683>

- ✚ Cook, D. A. (2014). How much evidence does it take? A cumulative meta-analysis of outcomes of simulation-based education. *Medical Education*, 48(8), 750-760. <https://doi.org/10.1111/medu.12473>

- ✚ Cook, D. A., Brydges, R., Zendejas, B., Hamstra, S. J., & Hatala, R. (2013). Technology-enhanced simulation to assess health professionals: A systematic review of validity evidence, research methods, and reporting quality. *Academic Medicine*, 88(6), 872- 883. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e31828ffdcf>
- ✚ *Damle, L. F., Tefera, E., McAfee, J., Loyd, M. K., Jackson, A. M., Auguste, T. C., & Gomez-Lobo, V. (2015). Pediatric and Adolescent Gynecology Education through Simulation (PAGES): Development and evaluation of a simulation curriculum. *Journal of Pediatric & Adolescent Gynecology*, 28(3), 186-191. <https://doi.org/10.1016/j.jpjag.2014.07.008>

- ✚ D'Angelo, C., Rutstein, D., Harris, C., Bernard, R., Borokhovski, E., & Haertel, G. (2014). Simulations for STEM learning: Systematic review and meta-analysis. SRI International. <https://www.sri.com/publication/simulations-for-stem-learning-sys-tematic-review-and-meta-analysis-full-report/>

- ✚ *Dankbaar, M., Alsmā, J., Jansen, E. E., Merrienboer, J. J., Saase, J. L., & Schuit, S. (2016). An experimental study on the effects of a simulation game on students' clinical cognitive skills and motivation. *Advances in Health Sciences Education*, 21(3), 505-521. <https://doi.org/10.1007/s10459-015-9641-x>

- ✚ Davidsson, P., &Verhagen, H. (2017). Types of simulation. In B. Edmonds & R. Meyer (Eds.), *Simulating social complexity. Understanding complex systems* (pp. 23–37). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66948-9_3

- ✚ *DeWaay, D. J., McEvoy, M. D., Alexander, L. A., Kern, D. H., &Nietert, P. J. (2014). Simulation curriculum can improve medical student assessment and management of acute coronary syndrome during a clinical practice exam. *American Journal of the Medical Sciences*, 347(6), 452–456. <https://doi.org/10.1097/MAJ.0b013e3182a562d7> *Ditton-Phare, P., Sandhu, H., Kelly, B., Kissane, D., &Loughland, C. (2016). Pilot evaluation of a communication skills training program for psychiatry residents using standardized patient assessment. *Academic Psychiatry*, 40(5), 768–775. <https://doi.org/10.1007/s40596-016-0560-9>

- ✚ *Djukic, M., Adams, J., Fulmer, T., Szyld, D., Lee, S., Oh, S.-Y., &Triola, M. (2015). E-learning with virtual teammates: A novel approach to interprofessional education. *Journal of Interprofessional Care*, 29(5), 476–482. <https://doi.org/10.3109/13561820.2015.1030068>

- ✚ Dochy, F., Segers, M., van den Bossche, P., &Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13(5), 533–568. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00025-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00025-7)

- ✚ *Douglas, S., Andrade, A., Boyd, S., Leslie, M., Webb, L., Davis, L., Fraine, M., Frazer, N., Hargraves, R., &Bickman, L. (2016). Communication training improves patient-centered provider behavior and screening for soldiers’ mental health concerns. *Patient Education and Counseling*, 99(7), 1203–1212. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2016.01.018>

- ✚ *Dubovi, I., Levy, S., & Dagan, E. (2017). Now I know how! The learning process of medication administration among nursing students with non-immersive desktop virtual reality simulation. *Computers & Education*, 113, 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.009>

- ✚ *Dumont, T., Hakim, J., Black, A., & Fleming, N. (2016). Does an advanced pelvic simulation curriculum improve resident performance on a pediatric and adolescent gynecology focused objective structured clinical examination? A cohort study. *Journal of Pediatric & Adolescent Gynecology*, 29(3), 276–279. <https://doi.org/10.1016/j.jpjag.2015.10.015>
- ✚ Andreu Andrés, M. A., & García Casas, M. (2011). Perceptions of gaming as experiential learning by engineering students. *International Journal of Engineering Education*, 27(4), 795–804.
- ✚ Angelini, M. L. (2016). Integration of the pedagogical models “simulation” and “flipped classroom” in teacher instruction. *SAGE Open*, 6(1). doi:10.1177/2158244016636430.

- ✚ Angelini, M. L., García-Carbonell, A., & Martínez-Alzamora, N. (2015). *Estudiocuantitativodiscretosobre la simulació telemática en el aprendizaje del inglés.*

[Quantitative study about telematic simulation in learning]. RIE Revista Iberoamericana de Educación, 69(2), 51-68.

- ✚ Arias Aranda, D., Haro Domínguez, C., & Romerosa Martínez, M. M. (2010). An innovative approach to the learning process in management: The use of simulators in higher education. REVISTA DE EDUCACION, 353, 333-334.

- ✚ Ariffin, M., Oxley, A., & Sulaiman, S. (2014). Evaluating game-based learning effectiveness in higher education. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 123, 20-27 <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1393>. Accessed 11 Sept 2016.

- ✚ Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries (OECD education working paper 41). Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development, Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/218525261154>

- ✚ Bargh, J.A., & Schul, Y. (1980). On the cognitive benefits of teaching. Journal of Educational Psychology, 72(5), 593-604.

- ✚ Cooper, J., Prescott, S., Cook, L., Smith, L., Mueck, R., & Cuseo, J. (1990). Cooperative learning and college instruction. Long Beach, CA: California State University Foundation.

- ✚ Freire, P. (1985). The politics of education: culture, power and liberation. Westport, Connecticut: Bergin & Garvey Publishers, Inc.

- ✚ Giroux, H.A. (1988). Teachers as intellectuals: toward a critical pedagogy of learning. Westport, Connecticut: Bergin & Garvey Publishers, Inc.

- ✚ Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (1991). Learning together and alone: cooperative, competitive, and individualistic learning. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.

- ✚ Auman, C. (2011). Using simulation games to increase student and instructor engagement. College Teaching, 59(4), 154-161. Backlund, P., & Hendrix, M. (2013). Educational games-are they worth the effort? A literature survey of the effectiveness of serious games. In Games and virtual worlds for serious applications (VS-GAMES), 2013 5th international conference on (pp. 1-8). IEEE. Badea, M. (2015). English classes and effectiveness of games in higher education. Journal Plus Education, 13(2), 79-85. Bausch, L., Beran, J., Cahanes, S., & Krug, L. (2008). Physiological responses while playing Nintendo Wii sports. Journal of Undergraduate Kinesiology Research, 3, 19-25.

- ✚ Beckem, J. M., & Watkins, M. (2012). Bringing life to learning: Immersive experiential learning simulations for online and blended courses. Journal of Asynchronous Learning Networks, 16(5), 61-70.

- ✚ Bekebrede, G., Warmelink, H. J. G., & Mayer, I. S. (2011). Reviewing the need for gaming in education to accommodate the net generation. Computers & Education, 57(2), 1521-1529.

- ✚ Bellotti, F., Kapralos, B., Lee, K., Moreno-Ger, P., & Berta, R. (2013). Assessment in and of serious games: An overview. Advances in Human-Computer Interaction, 2013, 1.

- ✚ Beuk, F. (2015). Sales simulation games student and instructor perceptions. *Journal of Marketing Education*, 1-13 (2015).Doi: 0273475315604686.

- ✚ Biddiss, E., & Irwin, J. (2010). Active video games to promote physical activity in children and youth. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 164, 664-672.

- ✚ Boeker M, Andel, P, Vach, W., &Frankenschmidt, A. (2013). Game-based E-learning is more effective than a conventional instructional method: A randomized controlled trial with third-year medical students. *PloS One* 8(12): e82328. doi:10.1371/journal.pone.0082328.

- ✚ Bolliger, D. U., Mills, D., White, J., &Kohyama, M. (2015). Japanese students' perceptions of digital game use for English-language learning in higher education. *Journal of Educational Computing Research*, 53(3), 384-408 0735633115600806.
- ✚ Buckless, F. A., Krawczyk, K., & Showalter, D. S. (2014). Using virtual worlds to simulate real-world audit procedures. *Issues in Accounting Education*, 29(3), 389-417.

- ✚ Çankaya, S., &Karamete, A. (2009). The effects of educational computer games on students' attitudes towards mathematics course and educational computer games. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 145-149.
- ✚ Carenys, J., & Moya, S. (2016). Digital game-based learning in accounting and business education. *Accounting Education*, 25(6), 598-651. Cela-Ranilla, J. M., Esteve-Mon, F. M., Esteve-González, V., &Gisbert-Cervera, M. (2014). Developing self-management and teamwork using digital games in 3D simulations. *Australasian Journal of Educational Technology*, 30(6), 634-651. Chang, Y. C., Peng, H. Y., & Chao, H. C. (2010). Examining the effects of learning motivation and of course design in aninstructional simulation game. *Interactive Learning Environments*, 18(4), 319-339.

- ✚ Chaves, R. O., von Wangenheim, C. G., Furtado, J. C. C., Oliveira, S. R. B., Santos, A., &Favero, E. L. (2015). Experimental evaluation of a serious game for teaching software process modeling. *IEEE Transactions on Education*, 58(4), 289-296.

- ✚ Chen, L., Chen, T.-L., & Liu, H.-K. J. (2010). Perception of young adults on online games: Implications for highereducation. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(3), 76-84.

- ✚ Chen, C. H., Wang, K. C., & Lin, Y. H. (2015). The Comparison of solitary and collaborative modes of game-based learning on Students' science learning and motivation. *Educational Technology & Society*, 18(2), 237-248.

- ✚ Chiang, Y. T., Lin, S. S. J., Cheng, C. Y., & Liu, E. Z. F. (2011). Exploring online game players' flow experiences and positive affect. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(1), 106-114.
- ✚ Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2015). Digital games, design, and learning a systematic review and meta-analysis. *Review of educational research*, 86(1), 79-122 0034654315582065.
- ✚ Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of the empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686.
- ✚ Connolly, T., & Stansfield, M. (2006). Using games-based eLearning technologies in overcoming difficulties in teaching information systems. *Journal of Information Technology Education*, 5(1), 459-476.
- ✚ Connolly, T. M., Stansfield, M., & Hainey, T. (2007). An application of games-based learning within software engineering. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 416-428.
- ✚ Costa, G. J. M. D., Kikot, T., Fernandes, S., & Águas, P. (2014). Why use-centered game-based learning in higher education? The case of cesimsimbrand. *Journal of Spatial and Organizational Dynamics*, 2(3), 229-241.
- ✚ Cózar-Gutiérrez, R., & Sáez-López, J.M. (2016). Game-based learning and gamification in initial teacher training in the social sciences: An experiment with MinecraftEdu. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13(1), 1 (2016). doi: 10.1186/s41239-016-0003-4.
- ✚ Crocco, F., Offenholley, K., & Hernandez, C. (2016). A proof-of-concept study of game-based learning in higher education. *Simulation & Gaming*, 47(4), 403-422 (2016). Doi: 1046878116632484.
- ✚ Cvetić, B., Vasiljević, D., & Danilović, M. (2013). DRP game: New tool to enhance teaching and learning in logistics and supply chain management. In 1st Logistics International Conference (pp. 299-303).
- ✚ Dankbaar, M. E. W., Alsmas, J., Jansen, E. E. H., van Merriënboer, J. J. G., van Saase, J. L. C. M., & Schuit, S. C. E. (2016).

- ✚ An experimental study on the effects of a simulation game on students' clinical cognitive skills and motivation. *Advances in Health Sciences Education*, 21(3), 505-521.
- ✚ DePorres, D., & Livingston, R. E. (2016). Launching new doctoral students: Embracing the Hero's journey. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 43(1), 121-128.
- ✚ Denholm, J., Protopsaltis, A., & de Freitas, S. (2012). The value of team-based mixed-reality (TBMR) games in higher education. In *European Conference on Games Based Learning* (p. 571). Academic Conferences international limited.
- ✚ de Smale, S., Overmans, T., Jeuring, J., & van de Grint, L. (2015). The effect of simulations and games on learning objectives in tertiary education: A systematic review. In *Games and Learning Alliance 4th International Conference, GALA 2015 Rome*.
- ✚ Divjak, B., & Tomić, D. (2011). The impact of game-based learning on the achievement of learning goals and motivation for learning mathematics-literature review. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 35(1), 15-30.
- ✚ Dudzinski, M., Greenhill, D., Kayyali, R., Nabhani, S., Philip, N., Caton, H., Ishtiaq, S., & Gatsinzi, F. (2013). The design and evaluation of a multiplayer serious game for pharmacy students. In *European Conference on Games Based Learning* (p. 140). Academic Conferences international limited.
- ✚ Dzung, R. J., Lin, K. Y., & Wang, P. R. (2014). Building a construction procurement negotiation training game model: Learning experiences and outcomes. *British Journal of Educational Technology*, 45(6), 1115-1135.
- ✚ Elias, A. (2014). Simulating the European Union: Reflections on module design. *International Studies Perspectives*, 15(4), 407-422.
- ✚ Erhel, S., & Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers & Education*, 67, 156-167.
- ✚ Farrington, J. (2011). From the research: Myths worth dispelling: Seriously, the game is up. *Performance Improvement Quarterly*, 24, 105-110.
- ✚ Felicia, P. (2011). Assessing how game-based learning is perceived in Irish education. In *Proceedings of the 7th European Conference on Management Leadership and Governance: ECCBL 2011* (p. 168). Academic Conferences limited.
- ✚ Flanagan, B., Nestel, D., & Joseph, M. (2004). Making patient safety the focus: Crisis resource management in the undergraduate curriculum. *Medical Education*, 38(1), 56-66.

- ✦ Franciosi, S. J. (2016). Acceptability of RPG simulators for foreign language training in Japanese higher education. *Simulation & Gaming*, 47(1), 31–50 (2015). Doi: 1046878115608621.
- ✦ Fu, K., Hainey, T., & Baxter, G. (2016). A systematic literature review to identify empirical evidence on the use of computer games in business education and training. In 10th European Conference on Games Based Learning: ECGBL 2016 (p. 232).
- ✦ García Carbonell, A., & Watts Hooge, F. I. (2012). Investigación empírica del aprendizaje con simulación telemática. *Revista Iberoamericana de Educación (versión digital)*, 59(3), 1–11.
- ✦ Gegenfurtner, A., Quesada-Pallarès, C., & Knogler, M. (2014). Digital simulation-based training: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 45(6), 1097–1114.
- ✦ Geithner, S., & Menzel, D. (2016). Effectiveness of learning through experience and reflection in a Project Management simulation. *Simulation & Gaming*, 47(2), 228–256 (2016). Doi: 1046878115624312.
- ✦ Giovanello, S. P., Kirk, J. A., & Kromer, M. K. (2013). Student perceptions of a role-playing simulation in an introductory international relations course. *Journal of Political Science Education*, 9(2), 197–208.
- ✦ Girard, C., Ecalle, J., & Magnan, A. (2013). Serious games as new educational tools: How effective are they? A meta-analysis of recent studies. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(3), 207–219.
- ✦ Gold, S. (2016). Design and effectiveness of a self-study pedagogical approach to using a simulation game in the classroom. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 43(1).
- ✦ Gómez, M. (2014). Ciencias Sociales y gamificación, ¿una pareja con futuro? In J. Pagès (Ed.), *Una mirada al pasado y un proyecto de futuro: investigación e innovación didáctica de las ciencias sociales* (pp. 257–262). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona; Asociación Universitaria de Profesores de Didáctica de las Ciencias Sociales.
- ✦ Gros, B. (2007). Digital games in education: The Design of Games Based Learning Environments. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(1), 23–39.

- ✚ Hainey, T., Connolly, T. M., Stansfield, M., & Boyle, E. A. (2011). Evaluation of a game to teach requirements collection and analysis in software engineering at tertiary education level. *Computers & Education*, 56(1), 21-35.

- ✚ Halpern, D. F., Millis, K., Graesser, A. C., Butler, H., Forsyth, C., & Cai, Z. (2012). Operation ARA: A computerized learning game that teaches critical thinking and scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 7(2), 93-100.

- ✚ Hämäläinen, R., & Oksanen, K. (2014). Collaborative 3D learning games for future learning: Teachers' instructional practices to enhance shared knowledge construction among students. *Technology, Pedagogy and Education*, 23(1), 81-101.
- ✚ Hannig, A., Kuth, N., Özman, M., Jonas, S., & Spreckelsen, C. (2012). eMedOffice: A web-based collaborative serious game for teaching optimal design of a medical practice. *BMC Medical Education*, 12(1), 1.

- ✚ Hannig, A., Lemos, M., Spreckelsen, C., Ohnesorge-Radtke, U., & Rafai, N. (2013). Skills-o-mat: Computer supported interactive motion-and game-based training in mixing alginate in dental education. *Journal of Educational Computing Research*, 48(3), 315-343.

- ✚ Helle, L., Nivala, M., Kronqvist, P., Gegenfurtner, A., Björk, P., & Säljö, R. (2011). Traditional microscopy instruction versus process-oriented virtual microscopy instruction: A naturalistic experiment with control group. *Diagnostic Pathology*, 6(1), 1.
- ✚ Hess, T., & Gunter, G. (2013). Serious game-based and nongame-based online courses: Learning experiences and outcomes. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), 372-385.

- ✚ Hou, H. T. (2015). Integrating cluster and sequential analysis to explore learners' flow and behavioral patterns in a simulation game with situated-learning context for science courses: A video-based process exploration. *Computers in Human Behavior*, 48, 424-435.
- ✚ Hou, H. T., & Li, M. C. (2014). Evaluating multiple aspects of a digital educational problem-solving-based adventure game. *Computers in Human Behavior*, 30, 29-38.

- ✚ Hsu, Y.-C., Ho, H. N. J., Tsai, C.-C., Hwang, G.-J., Chu, H.-C., Wang, C.-Y., & Chen, N.-S. (2012). Research trends in technology-based learning from 2000 to 2009: A content analysis of publications in selected journals. *Educational Technology & Society*, 15(2), 354-370.
- ✚ Huang, W. H., Huang, W. Y., & Tschopp, J. (2010). Sustaining iterative game playing processes in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing. *Computers & Education*, 55(2), 789-797.
- ✚ Ke, F., Xie, K., & Xie, Y. (2015). Game-based learning engagement: A theory-and data-driven exploration. *British Journal of Educational Technology*. doi:10.1111/bjet.12314.

- ✦ Kikot, T., Costa, G., Magalhães, R., & Fernandes, S. (2013). Simulation games as tools for integrative dynamic learning: The case of the management course at the University of Algarve. *Procedia Technology*, 9, 11-21.
- ✦ Klabbers, J. H. G. (2009). Terminological ambiguity game and simulation. *Simulation & Gaming*, 40(4), 446-463.
- ✦ Kleinheksel, A. J. (2014). Transformative learning through virtual patient simulations: Predicting critical student reflections. *Clinical Simulation in Nursing*, 10(6), e301-e308.
- ✦ Kovalik, C. L., & Kuo, C. L. (2012). Innovation Diffusion: Learner benefits and instructor insights with the Diffusion Simulation Game. *Simulation & Gaming*, 43(6), 803-824.
- ✦ Lameris, P., Arnab, S., Dunwell, I., Stewart, C., Clarke, S., & Petridis, P. (2016). Essential features of serious games design in higher education: Linking learning attributes to game mechanics. *British Journal of Educational Technology*. doi:10.1111/bjet.12467.
- ✦ Lancaster, R. J. (2014). Serious game simulation as a teaching strategy in pharmacology. *Clinical Simulation in Nursing*, 10(3), e129-e137.
- ✦ Li, Z. Z., Cheng, Y. B., & Liu, C. C. (2013). A constructionism framework for designing game-like learning systems: Its effect on different learners. *British Journal of Educational Technology*, 44(2), 208-224.
- ✦ Li, M. C., & Tsai, C. C. (2013). Game-based learning in science education: A review of relevant research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 877-898.
- ✦ Liarokapis, F., Anderson, E. F., Oikonomou, A. (2010). Serious games for use in a higher education environment. In *Proceedings of the Emerging Games Platforms, Technologies and Applications Workshop (EGPTA'10)*, 15th Int'l Computer Games Conference: AI, Interactive Multimedia, Virtual Worlds and Serious Games Louisville, Kentucky, USA (pp. 28-31).
- ✦ Liao, Y. W., Huang, Y. M., & Wang, Y. S. (2015). Factors affecting students' continued usage intention toward business simulation games: an empirical study. *Journal of Educational Computing Research*, 53(2), 260-283.
- ✦ Liao, Y.-W., & Wang, Y.-S. (2011). Investigating the factors affecting students' continuance intention to use business simulation games in the context of digital learning. In *International Conference on Innovation, Management and Service* (pp. 119-124).

- ✚ Lin, Y. L. (2016). Differences among different DGBLs learners. *International Journal of Business and Management*, 11(1), 181-188.

- ✚ Lin, Y. L., & Tu, Y. Z. (2012). The values of college students in business simulation game: A means-end chain approach. *Computers & Education*, 58(4), 1160-1170.

- ✚ Liu, C. C., Cheng, Y. B., & Huang, C. W. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, 57(3), 1907-1918.

- ✚ Ljungkvist, P., & Mozelius, P. (2012). Educational games for self learning in introductory programming courses-a straightforward design approach with progression mechanisms. In *Proceedings Of The 6th European Conference On Games Based Learning, ECGBL* (pp. 285-293).

- ✚ Lu, J., Hallinger, P., & Showanasai, P. (2014). Simulation-based learning in management education: A longitudinal quasi-experimental evaluation of instructional effectiveness. *Journal of Management Development*, 33(3), 218-244.

- ✚ Lukosch, H., Kurapati, S., Groen, D., & Verbraeck, A. (2016). Microgames for situated learning a case study in interdependent planning. *Simulation & Gaming*, 47(3), 346-367 (2016). Doi: 1046878116635468.

- ✚ Mayer, I., Warmelink, H., & Bekebrede, G. (2013). Learning in a game-based virtual environment: A comparative evaluation in higher education. *European Journal of Engineering Education*, 38(1), 85-106.

- ✚ McLoughlin, C., & Lee, M. J. W. (2008). The three P's of pedagogy for the networked society: Personalization, participation, and productivity. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 20(1), 10-27.
- ✚ Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.

- ✚ Mueller, F., Agamanolis, S., & Picard, R. (2003). Exertion interfaces: Sports over a distance for social bonding and fun. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 561-568). ACM.

- ✚ Nadolny, L., & Halabi, A. (2015). Student participation and achievement in a large lecture course with game-based learning. *Simulation & Gaming*, 47(1), 51-72 (2015). Doi: 10.46878/115620388.
- ✚ Navidad, F. C. (2013). Students' devised classroom games-simulations: An innovative tool on mathematics achievement and motivation in nursing students. *International Proceedings of Economics Development and Research*, 60, 14-18. doi:10.7763/IPEDR.
- ✚ Nkhoma, M., Calbeto, J., Sriratanaviriyakul, N., Muang, T., Ha Tran, Q., & Kim Cao, T. (2014). Towards an understanding of real-time continuous feedback from simulation games. *Interactive Technology and Smart Education*, 11(1), 45-62.
- ✚ Pasin, F., & Giroux, H. (2011). The impact of a simulation game on operations management education. *Computers & Education*, 57(1), 1240-1254.
- ✚ Peterson, M. (2010). Computerized games and simulations in computer-assisted language learning: A meta-analysis of research. *Simulation & Gaming*, 41(1), 72-93.
- ✚ Pløhn, T. (2013). Nuclear mayhem-a pervasive game designed to support learning. In *European Conference on Games Based Learning* (p. 475). Academic Conferences international limited.
- ✚ Poikela, P., Ruokamo, H., & Teräs, M. (2015). Comparison of meaningful learning characteristics in simulated nursing practice after traditional versus computer-based simulation method: A qualitative videography study. *Nurse Education Today*, 35(2), 373-382.
- ✚ Rajan, P., Raju, P., & Sankar, C.S. (2013). Serious Games to Improve Student Learning in Engineering Classes. Paper presented at 120th ASEE Annual Conference & Exposition, 23-26 June, 2013, Atlanta, Georgia. <https://peer.asee.org/22448> Accessed 2 Oct 2016.
- ✚ Ranchhod, A., Gurău, C., Loukis, E., & Trivedi, R. (2014). Evaluating the educational effectiveness of simulation games: A value generation model. *Information Sciences*, 264, 75-90.
- ✚ Renken, M., Peffer, M., Otreel-Cass, K., Girault, I., & Chiocarriello, A. (2016). Computer simulations on a multidimensional continuum: A definition and examples. In *Simulations as Scaffolds in Science Education* (pp. 5-14). London: Springer.
- ✚ Riemer, V., & Schrader, C. (2015). Learning with quizzes, simulations, and adventures: Students' attitudes, perceptions and intentions to learn with different types of serious games. *Computers & Education*, 88, 160-168.

- ✚ Ritzhaupt, A., Poling, N., Frey, C., & Johnson, M. (2014). A synthesis on digital games in education: What the research literature says from 2000 to 2010. *Journal of Interactive Learning Research*, 25(2), 261-280.
- ✚ Robertson, B., Schumacher, L., Gosman, G., Kanfer, R., Kelley, M., & DeVita, M. (2009). Simulation-based crisis team training for multidisciplinary obstetric providers. *Simulation in Healthcare*, 4(2), 77-83. doi:10.1097/SIH.0b013e3181917cd.
- ✚ Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.
- ✚ Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. Cambridge, MA, USA: MIT Press. Sarabia-Cobo, C. M., Alconero-Camarero, A. R., Lavín-Alconero, L., & Ibáñez-Rementería, I. (2016). Assessment of a learning intervention in palliative care based on clinical simulations for nursing students. *Nurse Education Today*, 45, 219-224.
- ✚ Sauve, L., Renaud, L., Kaufman, D., & Marquis, J. S. (2007). Distinguishing between games and simulation: A systematic review. *Education Technology & Society*, 10(3), 247-256.
- ✚ Sawyer, B. (2002). *Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation*. USA: Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- ✚ Seng, W. Y., & Yatim, M. H. M. (2014). Computer game as learning and teaching tool for object oriented programming in higher education institution. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 123, 215-224.
- ✚ Shieh, R. S., Chang, W., & Tang, J. (2010). The impact of implementing technology-enabled active learning (TEAL) in university physics in Taiwan. *Asia-Pacific Education Researcher (De La Salle University Manila)*, 19(3).
- ✚ Shin, S., Park, J. H., & Kim, J. H. (2015). Effectiveness of patient simulation in nursing education: Meta-analysis. *Nurse Education Today*, 35(1), 176-182.
- ✚ Siewiorek, A., Saarinen, E., Lainema, T., & Lehtinen, E. (2012). Learning leadership skills in a simulated business environment. *Computers & Education*, 58, 121-135.

- ✚ Siewiorek, A., Gegenfurtner, A., Lainema, T., Saarinen, E., & Lehtinen, E. (2013). The effects of computer-simulation game training on participants' opinions on leadership styles. *British Journal of Educational Technology*, 44(6), 1012-1035.
- ✚ Silvia, C. (2012). The impact of simulations on higher-level learning. *Journal of Public Affairs Education*, 18(2), 397-422.
- ✚ Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*, 64(2), 489-528.
- ✚ Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.
- ✚ Söderström, T., Häll, L., Nilsson, T., & Ahlqvist, J. (2014). Computer simulation training in health care education fuelling reflection-in-action? *Simulation & Gaming*, 45(6), 805-828.
- ✚ Stanley, D., & Latimer, K. (2011). 'the Ward': A simulation game for nursing students. *Nurse Education in Practice*, 11(1), 20-25.
- ✚ Strycker, J. (2016). Utilizing a simulation within an online school technology leadership course. *Online Learning Journal*, 20(1), 130-144.
- ✚ Swanson, E. A., Nicholson, A. C., Boese, T. A., Cram, E., Stineman, A. M., & Tew, K. (2011). Comparison of selected teaching strategies incorporating simulation and student outcomes. *Clinical Simulation in Nursing*, 7(3), e81-e90.
- ✚ Tanner, J. R., Stewart, G., Totaro, M. W., & Hargrave, M. (2012). Business simulation games: Effective teaching tools or window dressing? *American Journal of Business Education (Online)*, 5(2), 115.
- ✚ Tao, Y. H., Yeh, C. C. R., & Hung, K. C. (2015). Validating the learning cycle models of business simulation games via student perceived gains in skills and knowledge. *Educational Technology & Society*, 18(1), 77-90.

- ✚ Terzidou, T., Tsiatsos, T., Dae, A., Samaras, O., & Chasanidou, A. (2012). Utilizing virtual worlds for game based learning: Grafica, a 3D educational game in second life. In 2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies (pp. 624-628). IEEE.
- ✚ Tiwari, S. R., Nafees, L., & Krishnan, O. (2014). Simulation as a pedagogical tool: Measurement of impact on perceived effective learning. *The International Journal of Management Education*, 12(3), 260-270.
- ✚ Tseklevs, E., Cosmas, J., & Aggoun, A. (2014). Benefits, barriers and guideline recommendations for the implementation of serious games in education for stakeholders and policymakers. *British Journal of Educational Technology*, 47(1), 164-183. doi:10.1111/bjet.12223.
- ✚ van Roessel, L., & van Mastrigt-Ide J. (2011). Collaboration and team composition in applied game creation processes. DiGRA '11, proceedings of the 2011 DiGRA international conference, think design play, 1-14.
- ✚ von Wangenheim, C. G., Savi, R., & Borgatto, A. F. (2012). DELIVER!—an educational game for teaching earned value management in computing courses. *Information and Software Technology*, 54(3), 286-298.
- ✚ Vos, L., & Brennan, R. (2010). Marketing simulation games: Student and lecturer perspectives. *Marketing Intelligence & Planning*, 28(7), 882-897.
- ✚ Wang, C., Huang, C. C., Lin, S. J., & Chen, J. W. (2016). Using multimedia tools and high-fidelity simulations to improve medical students' resuscitation performance: An observational study. *BMJ Open*, 6(9), e012195.
- ✚ Wang, L. C., & Chen, M. P. (2010). The effects of game strategy and preference-matching on flow experience and programming performance in game-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(1), 39-52.
- ✚ Warren, J. N., Luctkar-Flude, M., Godfrey, C., & Lukewich, J. (2016). A systematic review of the effectiveness of simulation-based education on satisfaction and learning outcomes in nurse practitioner programs. *Nurse Education Today*, 46, 99-108.
- ✚ White, B., Kahrman, A., Luberic, L., & Idleh, F. (2010). Evaluation of software for introducing protein structure. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 38(5), 284-289.

«Δηλώνω ρητά και ανεπιφύλακτα ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.»

Υπογραφή:

