ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2018)

11ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Εντάσσοντας δραστηριότητες με Arduino σε ένα συνθετικό μοντέλο διερευνητικής μάθησης και ανάπτυξης κινήτρων

Κων/να Γεωργιάδη, Κυπαρισσία Παπανικολάου

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 06/05/2024 05:51:26

Εντάσσοντας δραστηριότητες με Arduino σε ένα συνθετικό μοντέλο διερευνητικής μάθησης και ανάπτυξης κινήτρων

Γεωργιάδη Κων/να, Παπανικολάου Κυπαρισσία
kgeorgiadi94@gmail.com, kpapanikolaou@aspete.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα
Ανώτατη Σχολή ΠΑΙδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.)

Η παρούσα μελέτη διερευνά την επίδραση μίας διδακτικής παρέμβασης που λαμβάνει υπόψη τα κίνητρα των μαθητών, αξιοποιεί τη διερευνητική προσέγγιση και την τεχνολογία Arduino, στον τομέα των κινήτρων και των γνώσεων των μαθητών. Συγκεκριμένα, στόχος της μελέτης ήταν ένας εκπαιδευτικός σχεδιασμός που επαυξάνει τις φάσεις της διερευνητικής μάθησης με στρατηγικές του μοντέλου ARCS και η μελέτη της επίδρασής του στις διαστάσεις της προσοχής, της σχετικότητας, της ικανοποίησης και της εμπιστοσύνης, αλλά και στις γνώσεις των μαθητών στο κεφάλαιο των Αγωγών και των Μονωτών της Ε' Δημοτικού. Ταυτόχρονα για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία Arduino και το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch. Στην έρευνα συμμετείχαν δύο τμήματα της Ε' Δημοτικού, το πρώτο ως πειραματική ομάδα όπου εφαρμόστηκε ο προτεινόμενος σχεδιασμός και το δεύτερο ως ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν θετικά ως προς την επίδραση στα κίνητρα αλλά και τις γνώσεις των μαθητών συγκριτικά με το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας.

Λέξεις κλειδιά: Διερευνητική μάθηση, μοντέλο ARCS, εκπαιδευτική ρομποτική, τεχνολογία Arduino, Μονωτές και Αγωγοί.

Εισαγωγή

Η ψηφιακή τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους. Η καινοτομία που εισάγει η τεχνολογία στην εκπαιδευτική διαδικασία και το στοιχείο της πρόκλησης που τη συνοδεύει εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο εισάγεται καθώς η παρουσία της συνηθίζεται μετά από ένα διάστημα και η διατήρηση των κινήτρων των μαθητών απαιτεί την ενεργό εμπλοκή τους με δημιουργικό για τους ίδιους τρόπο. Ιδιαίτερα στο χώρο της εκπαίδευσης, η δημιουργία κινήτρων είναι σημαντική στοχεύοντας στην ενεργοποίηση των μαθητών προς την κατάκτηση στόχων και στην ενίσχυση της ικανοποίησής τους. Διάφορες θεωρίες έχουν προταθεί για την διατήρηση και ενίσχυση των κινήτρων των μαθητών (Bandura, 1997; Elliot and Dweck, 2005; Keller, 2010). Μία ενδιαφέρουσα πρόταση για το σχεδιασμό μαθημάτων με στοιχεία ενίσχυσης των κινήτρων των εκπαιδευόμενων αποτελεί το μοντέλο ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) (Keller, 1987; Keller, 2010). Σύμφωνα με τον Keller (1987) βασικοί παράγοντες για την κινητοποίηση των μαθητών αποτελούν το υλικό του μαθήματος, η συμπεριφορά του εκπαιδευτικού και ο σχεδιασμός του μαθήματος. Από τη σκοπιά του μαθησιακού σχεδιασμού, η συγκεκριμένη προσέγγιση έχει ενδιαφέρον καθώς προτείνει μια συστηματική διαδικασία για το σχεδιασμό στρατηγικών κινητοποίησης ενισχύοντας διδακτικές/μαθησιακές στρατηγικές (Keller, 2010). Η διαδικασία αυτή συνθέτει βασικές έννοιες και θεωρίες κινήτρων σε τέσσερις κατηγορίες ανάλογα με το αν η έμφαση δίνεται στην προσέλκυση *προσοχής*, στην εγκαθίδρυση *συνάφειας* της διδασκαλίας με τις ανάγκες, τους στόχους και το στυλ του εκπαιδευόμενου, στην οικοδόμηση *εμπιστοσύνης* σε σχέση με ρεαλιστικές απαιτήσεις στα προσδοκώμενα αποτελέσματα και προσωπική ευθύνη στην επίτευξή τους, καθώς και στην *ικανοποίηση* του εκπαιδευόμενου με την κατάλληλη διαχείριση εσωτερικών και εξωτερικών

στόχων. Μία ενδιαφέρουσα διάσταση του συγκεκριμένου μοντέλου αποτελεί η δυνατότητα που προσφέρει για επίλυση προβλημάτων ανάλογα με τις σχεδιαστικές προκλήσεις που προκύπτουν σε διαφορετικά μαθησιακά πλαίσια. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από προτεινόμενες στρατηγικές για κάθε διάσταση οι οποίες μπορεί να προσαρμοστούν στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ενός μαθησιακού πλαισίου διαμορφώνοντας τις κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις. Το μοντέλο ARCS έχει εφαρμοστεί σε διάφορες έρευνες που μελετούν την επίδρασή του σε συνδυασμό με συγκεκριμένες *εκπαιδευτικές μεθόδους/προσεγγίσεις* όπως συνεργατικές στρατηγικές (Αλεξανδρή & Παρασκευά, 2011) και ηλεκτρονική μάθηση (Lee, 2000) ή *τεχνολογίες* όπως η επαυξημένη πραγματικότητα (Di-Serio, Ibáñez, Delgado-Kloos, 2013), στην ενεργοποίηση κινήτρων κατά τη μαθησιακή διαδικασία. Τα αποτελέσματα των ερευνών αναδεικνύουν στρατηγικές που απορρέουν από το μοντέλο ARCS και αποτελεσματικά ενισχύουν τη διδασκαλία στην κατεύθυνση της προσέλκυσης προσοχής, της εγκαθίδρυσης συνάφειας, της οικοδόμησης εμπιστοσύνης και της αύξησης ικανοποίησης του εκπαιδευόμενου.

Στοχεύοντας να συνεισφέρουμε στην παραπάνω ερευνητική περιοχή και ως προς τις δύο διαστάσεις, των εκπαιδευτικών προσεγγίσεων και τεχνολογιών, προτείνουμε την ενίσχυση του διερευνητικού μοντέλου μάθησης με το μοντέλο ARCS αξιοποιώντας ως βασική τεχνολογία το Arduino. Η σύνδεση του διερευνητικού μοντέλου με το μοντέλο ARCS αναμένεται να επιφέρει πολλαπλά οφέλη τόσο για το μαθητή όσο και για τον εκπαιδευτικό υποστηρίζοντας την οργάνωση του μαθήματος με στοιχεία που προκαλούν το ενδιαφέρον και απαντούν στις ανάγκες των μαθητών.

Εμπειρική μελέτη

Η εκπαιδευτική παρέμβαση υλοποιήθηκε το Νοέμβριο του σχολικού έτους 2017-2018 σε δύο τμήματα της Ε΄ τάξης με αντίστοιχες επιδόσεις στο μάθημα της Φυσικής. Η διδακτική παρέμβαση έγινε στο κεφάλαιο των Αγωγών και Μονωτών της ενότητας του Ηλεκτρισμού. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 57 μαθητές από δύο τμήματα: 28 μαθητές του Ε1 και 29 του Ε2 του δημοτικού "Αγ. Διονύσιος" της Λεοντείου Σχολής Νέας Σμύρνης. Η οργάνωση του δείγματος έγινε σε πειραματική ομάδα (τμήμα Ε1) και σε ομάδα ελέγχου (τμήμα Ε2).

Όσον αφορά την πειραματική ομάδα, η πορεία του μαθήματος σχεδιάστηκε με βάση το διερευνητικό μοντέλο ενώ κάθε φάση του ενισχύθηκε με βάση συγκεκριμένες διαστάσεις του μοντέλου ARCS προκειμένου να ενισχυθεί η δράση των μαθητών. Πριν τη διδακτική παρέμβαση η ερευνήτρια παρακολούθησε το μάθημα που έγινε από το δάσκαλο Φυσικής με τίτλο: «Πότε ανάβει το λαμπάκι;» από το κεφάλαιο του Ηλεκτρισμού των Φυσικών. Στο τέλος του μαθήματος οι μαθητές συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο κινήτρων IMMS (Instructional Material Motivation survey) (Keller, 1987) το οποίο περιλαμβάνει ερωτήσεις πενταβάθμιας κλίμακας Likert όπως: «Υπήρξε κάτι ενδιαφέρον στο ξεκίνημα αυτού του μαθήματος που τράβηξε την προσοχή μου;» ή «Οι δραστηριότητες του μαθήματος ήταν πιο δύσκολες για εμένα από ότι θα επιθυμούσα». Οι μαθητές απάντησαν όλες τις ερωτήσεις χωρίς πρόβλημα. Στο επόμενο μάθημα πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση που περιγράφεται στη συνέχεια. Αντίστοιχα, η ομάδα ελέγχου διδάχτηκε το ίδιο αντικείμενο από τη δασκάλα με βάση την ύλη του βιβλίου: οι μαθητές επεξεργάστηκαν τις ερωτήσεις του βιβλίου, παρακολούθησαν την εκτέλεση πειράματος από τη δασκάλα και μία προσομοίωση από το φωτόδεντρο. Στο τέλος απάντησαν το ερωτηματολόγιο κινήτρων και τις ίδιες ερωτήσεις γνωστικού αντικειμένου με την πειραματική ομάδα.

Συγκεκριμένα, τα *ερευνητικά ερωτήματα* της μελέτης είναι:

- Το διερευνητικό μοντέλο σε συνδυασμό με το μοντέλο ARCS και την αξιοποίηση ρομποτικής με Arduino μπορεί να βελτιώσει τις γνώσεις των μαθητών;

- Το διερευνητικό μοντέλο σε συνδυασμό με το μοντέλο ARCS και την αξιοποίηση ρομποτικής με Arduino μπορεί να αυξήσει τα κίνητρα των μαθητών;

Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός της πορείας του μαθήματος, καθώς και η μορφή και η επιλογή των δραστηριοτήτων που αναπτύχθηκαν βασίζονται στη σύνθεση του διερευνητικού μοντέλου (Pedaste et al. 2015) με το μοντέλο ARCS όπως αναπτύσσεται στον Πίνακα 1.

Η διερευνητική μάθηση στοχεύει στη διαδικασία ανακάλυψης αιτιακών σχέσεων, με τον εκπαιδευόμενο να διαμορφώνει υποθέσεις και ερωτήματα και να τις δοκιμάζει οργανώνοντας πειράματα ή κάνοντας στοχευμένη παρατήρηση (Pedaste, Mäeots, Leijen, & Sarapuu, 2012). Η έμφαση εδώ είναι στην ενεργό εμπλοκή του μαθητή και στην ευθύνη που αναλαμβάνει στην ανακάλυψη νέας γνώσης. Από εκπαιδευτική σκοπιά, είναι σημαντική η διαμόρφωση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος στο πλαίσιο του οποίου οι μαθητές εμπλέκονται σε μια αυθεντική διαδικασία επιστημονικής ανακάλυψης. Η επιστημονική διαδικασία χρειάζεται να οργανωθεί σε επιμέρους φάσεις, σε μια λογική αλληλουχία που οδηγεί τον εκπαιδευόμενο και εστιάζει την προσοχή του σε σημαντικά στοιχεία της επιστημονικής σκέψης. Διάφορες τέτοιες προσεγγίσεις έχουν προταθεί στη διεθνή βιβλιογραφία, μία σύνθεση των οποίων αποτελεί η πρόταση των Pedaste et al. (2015) που οργανώνει τη διερευνητική μάθηση στις ακόλουθες φάσεις: Προσανατολισμός, Νοηματοδότηση (διαμόρφωση υποθέσεων), Διερεύνηση (πειραματισμός, παρατήρηση, ερμηνεία δεδομένων & ανάλυση), Συμπεράσματα, Συζήτηση.

Ένα θέμα που απασχόλησε τους ερευνητές σε αυτήν την έρευνα είναι πως το μοντέλο ARCS μπορεί να ενισχύσει φάσεις του διερευνητικού μοντέλου και με ποιόν τρόπο. Το μοντέλο ARCS μπορεί να αξιοποιηθεί ως μία μέθοδος σχεδιασμού μαθησιακών πλαισίων όπου υιοθετούνται στρατηγικές ενίσχυσης κινήτρων με βάση τους δείκτες που έχουν προταθεί για κάθε μία από τις βασικές διαστάσεις του μοντέλου (Keller, 2010). Συγκεκριμένα η ενίσχυση της *Προσοχής* συνδέεται με τους δείκτες της διέγερσης αντίληψης, διέγερσης διάθεσης έρευνας και μεταβλητότητας, η ενίσχυση της *Σχετικότητας ή συνάφειας* συνδέεται με τους δείκτες της οικειότητας, του προσανατολισμού στόχων και του συνταιριάσματος κινήτρων, η ενίσχυση της *Εμπιστοσύνης* συνδέεται με απαιτήσεις μάθησης, ευκαιρίες επιτυχίας, προσωπικής υπευθυνότητας, και τέλος η ενίσχυση της *Ικανοποίησης* συνδέεται με τους δείκτες της εσωτερικής ενίσχυσης, εξωτερικών αμοιβών και ισότητας.

Η πρόταση σύνθεσης των δύο μοντέλων αξιοποιεί διάφορες στρατηγικές ενίσχυσης κινήτρων σε κάθε φάση του διερευνητικού μοντέλου προκειμένου για παράδειγμα στη φάση του Προσανατολισμού να ενισχύσει την προσοχή και συγκέντρωση των μαθητών (Πίνακας 1, Φάση Α). Στη συνέχεια στη φάση της Νοηματοδότησης κατά τη διατύπωση υποθέσεων, ενισχύει το δείκτη της οικειότητας και του συνταιριάσματος κινήτρων οργανώνοντας την ομαδική εργασία γύρω από θέματα οικεία για τους μαθητές (Πίνακας 1, Φάση Β), ενώ αντίστοιχα στη φάση της Διερεύνησης κατά τον έλεγχο υποθέσεων μέσω πειραματισμού, οι μαθητές χειρίζονται μία ρομποτική κατασκευή Arduino στα μέτρα τους και πραγματοποιούν μία κατευθυνόμενη διερεύνηση λαμβάνοντας υποστήριξη από μια εικονική φιγούρα και τους συμμαθητές τους (Πίνακας 1, Φάση Γ). Σκοπός είναι η διαμόρφωση ενός μαθησιακού πλαισίου με ποικιλία μέσων και ερεθισμάτων όπου οι μαθητές έχουν ευκαιρίες επιτυχίας σε ένα σχετικά ελεγχόμενο πλαίσιο προκειμένου να αυξηθεί η εμπιστοσύνη στον εαυτό τους και να εμπλακούν ενεργά αναλαμβάνοντας την ευθύνη της μάθησής τους. Επίσης οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν τις νέες έννοιες σε καταστάσεις από τον πραγματικό κόσμο στοχεύοντας στην ενίσχυση της ικανοποίησής τους (Πίνακας 1, Φάση Δ).

Πίνακας 1. Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός που συνθέτει το Διερευνητικό μοντέλο με μοντέλο ARCS

Φάσεις Διερευνητικού Μοντέλου	**Στρατηγικές μοντέλου ARCS**	**Εκπαιδευτικές δραστηριότητες-Τεχνολογικά μέσα**
Φάση Α: *Προσανατολισμός μαθητών* Χρόνος: 5'	*Προσοχή* *Διέγερση διάθεσης έρευνας* μέσω εμπλοκής σε πραγματική προβληματική κατάσταση όπου οι μαθητές καλούνται να πάρουν θέση.	Η προσοχή καλλιεργείται αρχικά μέσα από την πραγματική ιστορία του μικρού Βασίλη που εμφανίζεται να πειράζει την πρίζα ενώ οι μαθητές καλούνται να πάρουν θέση για το τι πρόκειται να συμβεί. «Ο μικρός Βασίλης είναι πολύ περίεργος με αυτές τις πρίζες που βλέπει σε κάθε τοίχο του σπιτιού του. Μια μέρα δεν άντεξε και αποφάσισε να βάλει κι εκείνος ένα καλώδιο στην πρίζα όπως βλέπει την μαμά του να κάνει κάθε μέρα. Θέλοντας όμως να εξερευνήσει καλύτερα τις δύο τρυπούλες που υπάρχουν μέσα στην πρίζα σκέφτηκε να βάλει τα δάχτυλά του εκεί προκειμένου να εξερευνήσει την περιοχή.»
Φάση Β: Νοηματοδότηση Χρόνος: 20'	*Σχετικότητα-συνάφεια* Αξιοποίηση της *οικειότητας* που οι μαθητές έχουν με το νέο αντικείμενο μέσα από την ανάκληση προσωπικών σχετικών εμπειριών και πρότερων γνώσεων. Η εργασία σε ομάδες ενισχύει το *συνταίριασμα κινήτρων* καθώς καλούνται να μοιραστούν κοινές εμπειρίες και γνώσεις.	**Ανάκληση πρότερης γνώσης & διατύπωση υποθέσεων.** Για να καλλιεργήσουμε τον δείκτη *οικειότητα* της σχετικότητας-συνάφειας αξιοποιούμε μία οικεία εμπειρία των μαθητών θέτοντας στη συνέχεια ερωτήσεις που τους καλούν να ανακαλέσουν προσωπικές εμπειρίες και να διατυπώσουν υποθέσεις εργαζόμενοι σε ομάδες. Οι μαθητές καλούνται να συνεργαστούν και να απαντήσουν στις ερωτήσεις: 1. Ερώτηση στην ομάδα (10') « Αν ο μικρός Βασίλης έβαλε τελικά τα δάχτυλά του στην πρίζα μπορείτε να φανταστείτε τι μπορεί να έπαθε;» 2. Ερώτηση στην ομάδα (10') «Γνωρίζετε υλικά καθημερινής χρήσης που περνά μέσα από αυτά ηλεκτρικό ρεύμα; αν ναι να αναφέρετε ποια γνωρίζετε.»

Φάση Γ: Διερεύνηση Χρόνος: 35'	*Προσοχή* Παροχή ποικιλίας απεικονίσεων (φυσικών & εικονικών) στο πραγματικό κύκλωμα Arduino και στην οθόνη του υπολογιστή (*δείκτης Μεταβλητότητας*) αναμένεται να κεντρίσει την Προσοχή των μαθητών. *Εμπιστοσύνη* Μετά την ανάκληση πρότερης γνώσης αυξάνουν οι απαιτήσεις και η πρόκληση σταδιακά δημιουργώντας κατάλληλες *ευκαιρίες επιτυχίας* καθώς οι μαθητές καλούνται αυτόνομα να χρησιμοποιήσουν ένα Arduino λαμβάνοντας υποστήριξη από τον εκπαιδευτικό και μία οικεία φιγούρα στον υπολογιστή. Η *προσωπική ευθύνη* που αναλαμβάνουν οι μαθητές κατά τον πειραματισμό τους με το Arduino σε συνδυασμό με την άμεση ανατροφοδότηση που λαμβάνουν από τον υπολογιστή, αναμένεται να ενισχύσει την αυτοπεποίθηση των μαθητών εδραιώνοντας συναισθήματα εμπιστοσύνης.	**Πειραματισμός με τη χρήση Arduino**. Οι μαθητές διερευνούν υλικά προκειμένου να τα κατατάξουν σε αγωγούς ή μονωτές τοποθετώντας τα σε ένα πραγματικό κύκλωμα Arduino και παίρνουν ανατροφοδότηση για το είδος του υλικού (Αγωγός ή Μονωτής) από το λαμπάκι στο κύκλωμα που ανάβει ή δεν ανάβει και μια οικεία φιγούρα (γατούλα) στον υπολογιστή. Οι μαθητές σε ομάδες κάνουν υποθέσεις, πειραματίζονται και βγάζουν τα συμπεράσματα τους. Αυτή η συνεργατική διερεύνηση των αντικειμένων που είναι κάθε φορά αγωγοί ή μονωτές και η καταγραφή τους σε έναν πίνακα, βοηθά να εδραιωθούν συναισθήματα εμπιστοσύνης στα μέλη της ομάδας καθώς η σωστή καταγραφή των υλικών εξαρτάται από τον καθένα χωριστά. **Πειραματισμός με προσομοίωση**. Οι μαθητές κάνουν έναν ακόμη πειραματισμό καθώς καλούνται να κάνουν υποθέσεις σχετικά με την κίνηση των ηλεκτρονίων στο εσωτερικό των αγωγών και των μονωτών και στη συνέχεια αλληλεπιδρούν με μία προσομοίωση από το Φωτόδεντρο προκειμένου να επιβεβαιώσουν ή απορρίψουν τις αρχικές τους υποθέσεις.
Φάση Δ: Συμπεράσματα & Συζήτηση (Χρόνος: 10')	*Ικανοποίηση* Η *εσωτερική ενίσχυση* επιτυγχάνεται με την αξιοποίηση των νέων γνώσεων σε καταστάσεις από τον πραγματικό κόσμο.	Γίνεται μια ανακεφαλαίωση μέσα από ερωτήσεις που καλούν τους μαθητές να εφαρμόσουν σε ένα νέο πλαίσιο τις έννοιες που διδάχθηκαν όπως η λειτουργία του δικτύου κολώνων της ΔΕΗ ή ηλεκτρολογικά εργαλεία όπως το κατσαβίδι.

Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη φάση του Προσανατολισμού του Διερευνητικού μοντέλου και προκειμένου να ενισχυθεί η Προσοχή, οι μαθητές καλούνται να επεξεργαστούν ένα πραγματικό σενάριο που συνδέεται με προσωπικές τους εμπειρίες (Πίνακα 1 - Φάση Α). Στο επόμενο στάδιο (Πίνακα 1- Φάση Β) οι μαθητές με αφορμή το πραγματικό σενάριο συνεργάζονται προκειμένου να ανακαλέσουν προσωπικές εμπειρίες και γνώσεις καταλήγοντας σε συγκεκριμένες υποθέσεις για τα αγώγιμα υλικά και τους μονωτές. Στη συνέχεια, πειραματίζονται με την χρήση Arduino και μιας προσομοίωσης από το Φωτόδεντρο (Πίνακα 1- Φάση Γ). Απαραίτητα υλικά είναι το Arduino, ένα breadboard, μία αντίσταση, ένα λαμπάκι, ένα μπλε και δύο κόκκινα καλώδια στην άκρη των οποίων οι μαθητές συνδέουν καθημερινά αντικείμενα όπως λαστιχάκι, πλαστικό καλαμάκι, συνδετήρα, ξύλινο μανταλάκι, κ.λπ. προκειμένου να διαπιστώσουν αν είναι μονωτές ή αγωγοί.

Συγκεκριμένα, όταν οι μαθητές τοποθετούν έναν αγωγό στις άκρες των κόκκινων καλωδίων τότε ανάβει το κόκκινο λαμπάκι και παράλληλα στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζεται μία γατούλα η οποία λέει «αγωγός» ενώ όταν τοποθετείται ένας μονωτής η γατούλα λέει «μονωτής». Η συγκεκριμένη εφαρμογή έχει αναπτυχθεί σε Scratch.

Στο τέταρτο και τελευταίο στάδιο, δίνονται ερωτήσεις που καλούν τους μαθητές να εφαρμόσουν σε ένα νέο πλαίσιο τις έννοιες που διδάχθηκαν όπως η λειτουργία του δικτύου κολώνων της ΔΕΗ ή εργαλεία όπως το κατσαβίδι (Πίνακας 1 - Φάση Δ).

Στο τέλος του μαθήματος δόθηκε στους μαθητές να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο κινήτρων IMMS καθώς και πέντε ερωτήσεις γνωστικού αντικειμένου.

Συλλογή δεδομένων και Ανάλυση

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας είναι οι απαντήσεις των μαθητών: (1) σε πέντε ερωτήσεις γνωστικού αντικειμένου με έμφαση σε απλές πραγματικές καταστάσεις που επιδέχονται αντικειμενικών απαντήσεων όπως τα υλικά μιας κολώνας της ΔΕΗ ή ενός κατσαβιδιού, και αποτιμούν όλους τους μαθησιακούς στόχους που καλύφθηκαν στο μάθημα εξασφαλίζοντας την εγκυρότητα της βαθμολόγησης, και (2) στο ερωτηματολόγιο IMMS (Instructional Material Motivation survey) (Keller, 1987) το οποίο διερευνά τα κίνητρα των μαθητών με βάση τις στρατηγικές του μοντέλου ARCS.

Οι ερωτήσεις γνωστικού αντικειμένου αξιοποιήθηκαν στο 1ο ερευνητικό ερώτημα και το ερωτηματολόγιο κινήτρων IMMS στο 2ο ερευνητικό ερώτημα. Για τις ανάγκες της έρευνας αναλύθηκαν τα δύο ερωτηματολόγια (γνώσεων και κινήτρων) που δόθηκαν στους μαθητές ποσοτικά με τη χρήση του SPSS. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα παραμετρικά κριτήρια t-test ανεξάρτητων δειγμάτων και το t-test εξαρτημένων δειγμάτων.

Ερευνητικό Ερώτημα 1. Το διερευνητικό μοντέλο σε συνδυασμό με το μοντέλο ARCS και την αξιοποίηση ρομποτικής με Arduino μπορεί να βελτιώσει τις γνώσεις των μαθητών;

Συγκεκριμένα, για την απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα 1 πραγματοποιήθηκε σύγκριση των μέσων όρων της συνολικής βαθμολογίας των ερωτήσεων γνωστικού αντικειμένου ανάμεσα στην πειραματική ομάδα Ε1, όπου εφαρμόστηκε ο προτεινόμενος εκπαιδευτικός σχεδιασμός και στην ομάδα ελέγχου Ε2, με την εφαρμογή του στατιστικού ελέγχου t-test ανεξάρτητων δειγμάτων. Οι ερωτήσεις γνωστικού αντικειμένου βαθμολογήθηκαν ισότιμα, με άριστα το 10, από την ερευνήτρια που υλοποίησε την παρέμβαση και τη δασκάλα του τμήματος και υπήρχε απόλυτη συμφωνία. Τα αποτελέσματα της βαθμολόγησης του κάθε μαθητή περάστηκαν στο SPSS και έγινε η σχετική ανάλυση. Από τη σύγκριση των μέσων όρων της συνολικής βαθμολογίας της πειραματικής ομάδας με την ομάδα ελέγχου συμπεραίνουμε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικώς υψηλότερη επίδοση (8.0 ± 1.9) από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου (5.59 ± 1.74), $t(54)=4$, $p<.01$.

Ερευνητικό Ερώτημα 2. Το διερευνητικό μοντέλο σε συνδυασμό με το μοντέλο ARCS και την αξιοποίηση ρομποτικής με Arduino μπορεί να αυξήσει τα κίνητρα των μαθητών;

Από τις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο IMMS προέκυψαν τιμές για κάθε μαθητή στις διαστάσεις του μοντέλου ARCS: Προσοχή, Σχετικότητα, Ικανοποίηση και Εμπιστοσύνη. Η αξιολόγηση της διαφοράς των κινήτρων των μαθητών έγινε:

1. συγκρίνοντας το πριν της διδακτικής παρέμβασης με το μετά της διδακτικής παρέμβασης στην πειραματική ομάδα (τμήμα Ε1). Αξιοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος t-test εξαρτημένων δειγμάτων όπου συγκρίθηκαν οι μέσοι όροι των βαθμολογιών των παραπάνω διαστάσεων πριν και μετά την παρέμβαση.
2. συγκρίνοντας τους μέσους όρους των βαθμολογιών των παραπάνω διαστάσεων της πειραματικής ομάδας (τμήμα Ε1) και της ομάδας ελέγχου (τμήμα Ε2) μετά την παρέμβαση. Εδώ αξιοποιήθηκε ο στατιστικός έλεγχος t-test ανεξάρτητων δειγμάτων.

Κατά την πρώτη σύγκριση διαπιστώθηκε ότι για την πειραματική ομάδα

1. η βαθμολογία της προσοχής μετά τη διδακτική παρέμβαση ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με τη βαθμολογία πριν τη διδακτική παρέμβαση όπου η διαφορά των μέσων όρων βρέθηκε 12.1 όπου $t(28) = 8.0$, $p<.01$,
2. η βαθμολογία της εμπιστοσύνης μετά τη διδακτική παρέμβαση ήταν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με τη βαθμολογία πριν τη διδακτική παρέμβαση όπου η διαφορά των μέσων όρων βρέθηκε 17.7 όπου $t(28) = 8.9$, $p<.01$
3. η βαθμολογία της σχετικότητας μετά τη διδακτική παρέμβαση ήταν στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερη σε σχέση με τη βαθμολογία πριν τη διδακτική παρέμβαση όπου η διαφορά των μέσων όρων βρέθηκε 6.55 όπου $t(28) = 5.7$, $p<.01$ και
4. η βαθμολογία της ικανοποίησης μετά τη διδακτική παρέμβαση ήταν στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερη από τη βαθμολογία πριν τη διδακτική παρέμβαση όπου η διαφορά των μέσων όρων βρέθηκε 12.1 όπου $t(28) = 4.2$, $p<.001$.

Κατά τη δεύτερη σύγκριση, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας (Ε1) παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερη βαθμολογία στη διάσταση α) της προσοχής (37.1 ± 5.1), β) της εμπιστοσύνης (43.1 ± 6.3), γ) της σχετικότητας (31.3 ± 2.3), και δ) της ικανοποίησης (31.3 ± 2.4) από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου (Ε2) για τους οποίους ισχύει αντίστοιχα α) (26.1 ± 3.7), $t(55)=9.31$, $p<.01$, β) (27.8 ± 6.3), $t(55)=9.2$, $p<.01$, γ) (21.1 ± 5.3), $t(55)=22.8$, $p<.01$ και δ) (20.1 ± 4.7), $t(55)=17.3$, $p<.01$.

Αποτελέσματα

Όσον αφορά το *πρώτο ερευνητικό ερώτημα*, διαπιστώθηκε ότι το τμήμα στο οποίο έγινε η προτεινόμενη παρέμβαση παρουσίασε καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα από το τμήμα που διδάχτηκε το ίδιο διδακτικό αντικείμενο παραδοσιακά.

Όσον αφορά το *δεύτερο ερευνητικό ερώτημα*, τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαίωσαν τη θετική επίπτωση του εκπαιδευτικού σχεδιασμού που ενισχύει το διερευνητικό μοντέλο μάθησης με το μοντέλο ARCS και τη χρήση Arduino στα κίνητρα των μαθητών. Τα αποτελέσματα της έρευνας συγκρίνοντας το πριν της διδακτικής παρέμβασης και το μετά της διδακτικής παρέμβασης στην πειραματική ομάδα, έδειξαν ότι η Προσοχή, η Σχετικότητα, η Εμπιστοσύνη και σε λιγότερο βαθμό η Ικανοποίηση αυξήθηκαν σημαντικά μετά τη διδακτική παρέμβαση. Το γεγονός ότι η Ικανοποίηση δεν αυξήθηκε σε τόσο σημαντικό βαθμό σε σχέση με τις άλλες τρείς διαστάσεις ενδεχομένως πιθανά οφείλεται στο γεγονός ότι ο δάσκαλος που διδάσκει το μάθημα είναι ιδιαίτερα αγαπητός στους μαθητές κι επίσης το μάθημα περιλαμβάνει στοιχεία κατευθυνόμενου πειραματισμού και εμπλοκής των μαθητών. Αντίθετα, η διαφορά στις διαστάσεις της Προσοχής, της Σχετικότητας και της Εμπιστοσύνης,

φανερώνει ότι ο προτεινόμενος εκπαιδευτικός σχεδιασμός μπορεί να επιφέρει σημαντική αύξηση στα κίνητρα των μαθητών. Μελετήθηκε επίσης η διαφορά στα κίνητρα των μαθητών της πειραματικής ομάδας με την ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, μετά την παρέμβαση είχαν πιο ισχυρά κίνητρα ως προς τις τέσσερις διαστάσεις της Προσοχής, της Σχετικότητας, της Εμπιστοσύνης και της Ικανοποίησης, συγκριτικά με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου.

Συμπεράσματα

Η πρόταση της παρούσας έρευνας εστιάζει στη σύνθεση του διερευνητικού μοντέλου με το μοντέλο ARCS και την κατάλληλη τεχνολογία (χρήση Arduino), για την ενίσχυση των κινήτρων και γνώσεων των μαθητών. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες τάξης είναι ενθαρρυντικά ως προς τις διαστάσεις της Προσοχής, της Σχετικότητας, της Εμπιστοσύνης και της Ικανοποίησης καθώς και ως προς τις γνώσεις των μαθητών. Η σύνθεση των δύο μοντέλων μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε μαθησιακού πλαισίου και τα προβλήματα που χρειάζεται να αντιμετωπιστούν. Μία πρόταση για μελλοντική έρευνα είναι η αξιοποίηση εναλλακτικών τεχνολογιών όπως 3-D μοντελοποίηση και εκτύπωση σε μεγαλύτερη βαθμίδα εκπαίδευσης.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα, το δάσκαλο Φυσικής, τους δασκάλους της Ε΄ δημοτικού, την καθηγήτρια Πληροφορικής και τον διευθυντή του δημοτικού «Αγ. Διονύσιος» της Λεοντείου Σχολής Νέας Σμύρνης για τη θετική τους στάση και την υποστήριξη που παρείχαν στη διάρκεια διεξαγωγής της έρευνας.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον Ειδικό Λογαριασμό της Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. για τη χρηματοδότηση της παρουσίασης της παρούσας εργασίας μέσω του Προγράμματος «Ενίσχυση της Έρευνας στην Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.».

Αναφορές

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.

Di-Serio, A., Ibáñez, M-B, Delgado-Kloos, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.

Elliot, A. J., & Dweck, C. S. (Eds.). (2005b). *Handbook of competence and motivation*. New York: The Builford Press.

Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development,* 10(3), 2-10.

Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance. The ARCS approach*. NY: Springer.

Keller, J. M., & Suzuki, K. (2004). Learner motivation and e-learning design: A mutinationally validated process. *Journal of Educational Media,* 29(3), 229-239.

Lee, C. Y.(2000). Student Motivation in the Online Learning Environment. *Journal of Educational Media & Library Sciences*, 37(4), 367-375.

Pedaste, M., Mäeots, M., Leijen, Δ., & Sarapuu, S. (2012). Improving students' inquiry skills through reflection and self-regulation scaffolds. Technology, Instruction, *Cognition and Learning*, 9, 81–95.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., … Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.

Αλεξανδρή, Ε., & Παρασκευά, Φ. (2011). Σχεδιασμός και αξιολόγηση στρατηγικών ανάπτυξης κινήτρων σε συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης με την υποστήριξη της τεχνολογίας. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 4(1-3), 61-75.