ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 13 (2024)

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

Δίσκος του Νεύτωνα, προγραμματιζόμενος με Scratch και στηριγμένος σε διάταξη physical computing, για τη διδασκαλία και μάθηση θεμάτων οπτικής

Αριστοτέλης Γκιόλμας, Ζωγραφιά Παπαναγιώτου, Άνθιμος Χαλκίδης, Αρτεμησία Στούμπα, Ηλίας Μπόικος, Βασιλική Ψωμά, Αικατερίνη Μπενίση, Γιάννα Κατσιαμπούρα, Κωνσταντίνος Σκορδούλης, Αλεξάνδρα - Τριανταφυλλιά Παπαναγιώτου

doi: 10.12681/codiste.7009

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 08/12/2025 14:48:42

ΔΙΣΚΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΣ ΜΕ SCRATCH ΚΑΙ ΣΤΗΡΙΓΜΕΝΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΑΞΗ PHYSICAL COMPUTING, ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΘΕΜΑΤΩΝ ΟΠΤΙΚΗΣ

Αριστοτέλης Γκιόλμας[1], Ζωγραφιά Παπαναγιώτου[2], Άνθιμος Χαλκίδης[3], Αρτεμησία Στούμπα[+], Ηλίας Μπόικος[5], Βασιλική Ψωμά[6], Αικατερίνη Μπενίση[7], Γιάννα Κατσιαμπούρα[8], Κωνσταντίνος Σκορδούλης[9], Αλεξάνδρα-Τριανταφυλλιά Παπαναγιώτου[10]

[1]Επίκουρος Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης - Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, [2]Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, ΠΤΔΕ - ΕΚΠΑ, [3]Επιστημονικός Συνεργάτης, ΠΤΔΕ , ΕΚΠΑ, [5]Υποψήφιος Διδάκτορας, ΠΤΔΕ - ΕΚΠΑ, [6]Υποψήφια Διδάκτορας, ΠΤΔΕ - ΕΚΠΑ, [7]Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, ΠΤΔΕ - ΕΚΠΑ, [8]Επίκουρη Καθηγήτρια, ΠΤΔΕ -ΕΚΠΑ, [9]Καθηγητής, ΠΤΔΕ - ΕΚΠΑ, [10]Προπτυχιακή Φοιτήτρια, ΣΕΜΦΕ - Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

agkiolm@eled.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εφαρμογή και την αντίστοιχη διδακτική παρέμβαση χρησιμοποιούνται το Arduino και το περιβάλλον προγραμματισμού με πλακίδια Scratch, για να μπορέσουν οι μαθητές να "ελέγξουν" και να "προγραμματίσουν" την περιστροφή μικρών δίσκων του Νεύτωνα. Σκοπός είναι να διδαχθούν - με διαδραστικό τρόπο - έννοιες της Οπτικής και να διερευνηθούν από τους μαθητές (κυρίως μεγάλων τάξεων Δημοτικού ή Γυμνασίου), αλλά και από φοιτητές, ζητήματα που αφορούν τα στοιχεία Φυσικής (του φωτός) στον δίσκο του Νεύτωνα (πχ τα χρώματα, το persistence of vision κ.ά). Η εφαρμογή και η αντίστοιχη διδακτική παρέμβαση θα πραγματοποιηθεί σε σχολικές τάξεις, ενώ έχει ανέβει και σε ηλεκτρονικές πλατφόρμες, ώστε να ληφθούν εκπαιδευτικά ερευνητικά αποτελέσματα, αλλά και να υπάρξει ανατροφοδότηση από μαθητές και εκπαιδευτικούς, ως προς την εφαρμογή της ιδέας και τα μαθησιακά της αποτελέσματα.

Λέξεις κλειδιά: Arduino, Scratch, Δίσκος του Νεύτωνα.

A NEWTON'S DISC, PROGRAMMED WITH SCRATCH AND BASED ON AN ARRANGEMENT OF PHYSICAL COMPUTING, USING FOR THE TEACHING AND LEARNING OF TOPICS OF OPTICS

Aristotelis Gkiolmas[1], Zografia Papanagiotou[2], Anthimos Chalkidis[3], Artemisia Stoumpa[+], Ilia Mpoikos[5], Vassiliki Psoma[6], Aikaterini Benisi[7], Gianna Katsiampoura[8], Constantine Scordoulis[9], Alexandra-Triantafyllia Papanagiotou[10]

[1]Assistant Professor, School of Primary Education - Aristotle University of Thessaloniki, [2]Postgraduate student, Department of Pedagogy and Primary Education – National and Kapodistrian University of Athens(DPPE - NKUA), [3]Research Associate, DPPE - NKUA, [5]Ph.D. candidate, DPPE - NKUA, [6]Ph.D. candidate, DPPE - NKUA, [7]Postgraduate student, DPPE - NKUA, [8]Assistant Professor, DPPE - NKUA, [9]Professor, DPPE - NKUA, [10]Undergraduate student , School of Applied Mathematical and Physical Sciences - National Technical University of Athens

agkiolm@eled.auth.gr

ABSTRACT

In the current application and in the corresponding teaching intervention, Arduino, as well as the tile-based programming environment of Scratch are used, in order for the students to be able to "control" and "program" the rotation of small Newton's discs. The aim is to teach students - in an interactive way - concepts of Optics, as well as for the students themselves (mainly students of the upper classes of Primary Education or of Junior High School), or even University students, to investigate issues related to Physics (light), concerning the Newton's disc (e.g. colors, persistence of vision). The application and the corresponding teaching sequence will be tried out in school classrooms, and it is also uploaded in electronic platforms, so that educational research outcomes are deduced, but also in order to receive feedback form students and educators, as regards the idea's actual implementation and its learning outcomes.

Keywords: Arduino, Scratch, Newton's Disc.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο φυσικός προγραμματισμός (Physical Computing) καθίσταται ένα όλο και πιο ισχυρό εργαλείο για την εκπαίδευση στη Φυσική και στους υπολογιστές (Przybylla & Romeike, 2014). Σε ό,τι αφορά το Arduino, είναι ήδη μία δημοφιλής διεθνώς διάταξη για τη διδασκαλία εννοιών της Φυσικής (Organtini, 2018).

Στην εκπαίδευση έχουν συχνά χρησιμοποιηθεί projects με τον μικροελεγκτή Arduino, προκειμένου να διδαχθούν οι ιδιότητες του φωτός (Saadi et a., 2019˙ Carvalho & Hahn, 2016˙ Petry, et al., 2016). Παρ' όλα αυτά, διαφαίνεται ένα έλλειμμα εκπαιδευτικών προτάσεων στη Βιβλιογραφία, σχετικά με την χρήση του Δίσκου του Νεύτωνα σε συνδυασμό με διατάξεις Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Arduino (με την εξαίρεση κάποιων προσπαθειών που έχουν γίνει με περιστρεφόμενα LED).

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Παράλληλα με τη Ρομποτική διάταξη και τον (αρχικό) κώδικα στο Scratch, δομήθηκε και μία λεπτομερής διδακτική παρέμβαση, με γνωσεοθεωρητικό πλαίσιο τον Κατασκευαστικό Εποικοδομητισμό (Constructionism) (Papert & Harrel, 1991). Σκοπός της έρευνας είναι αφενός η εξοικείωση και αλληλεπίδραση των μαθητών με περιβάλλοντα προγραμματισμού πλακιδίων (Scratch) και με διατάξεις Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, στηριγμένες στον φυσικό προγραμματισμό (Arduino). Αφετέρου, στοχεύεται η λεπτομερής εμπλοκή και η προσπάθεια επίλυσης ζητημάτων που αφορούν τη διδασκαλία και τη μάθηση πάνω στο Φως (με κύριο άξονα το Δίσκο του Νεύτωνα).

Δύο βασικά ερωτήματα που επιδιώκει να απαντήσει η παρούσα εκπαιδευτική έρευνα είναι:

(i) Μπορούν οι μαθητές να διαπιστώσουν και να διατυπώσουν το ποια είναι η διαφορά ανάμεσα στην οπτική εντύπωση που προκαλεί ο κλασικός δίσκος του Νεύτωνα (με το indigo, το λουλακί, ως έβδομο χρώμα, όπως υπάρχει σε πολλές τάξεις και σχολικά εγχειρίδια), και στον δίσκο των έξι χρωμάτων όπως προβλέπεται από τη θεωρία;

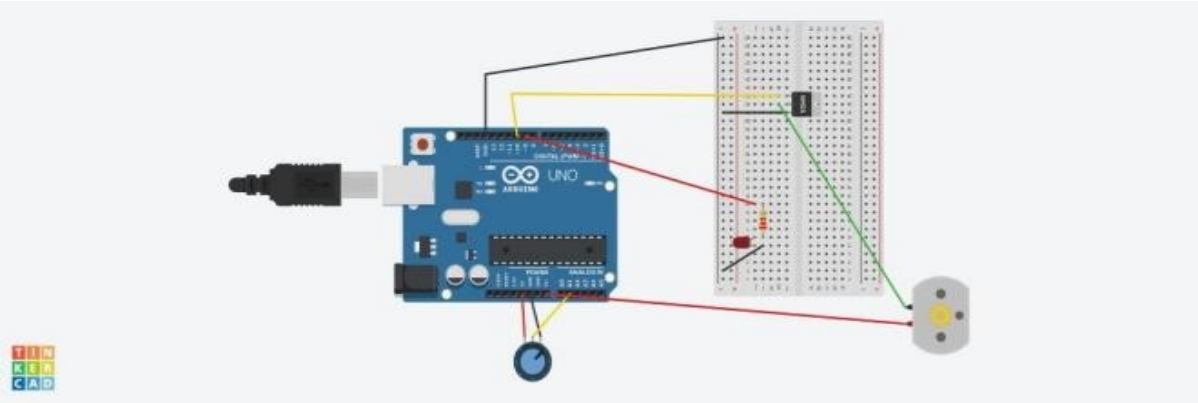
(ii) Είναι δυνατό να διδαχτεί και να γίνει κατανοητό με τεχνολογικά εργαλεία το τι είδους οπτικά αποτελέσματα έχουμε όταν περιστρέφουμε τα δύο προαναφερθέντα είδη δίσκου, με διάφορες ταχύτητες περιστροφής; Επί παραδείγματι, βλέπουμε λευκό ή άλλα χρώματα;

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΘΕΙΣΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ

Στην πρώτη φάση της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές της τάξης, εξοικειώνονται - σε ομάδες - με διάφορες μορφές μικρής κλίμακας δίσκων του Νεύτωνα, που ελέγχονται και κινούνται με κινητήρα (moter), ο οποίος είναι προσαρτημένος σε μικροελεγκτή Arduino Uno. Η όλη διάταξη απεικονίζεται στο Σχήμα 1.

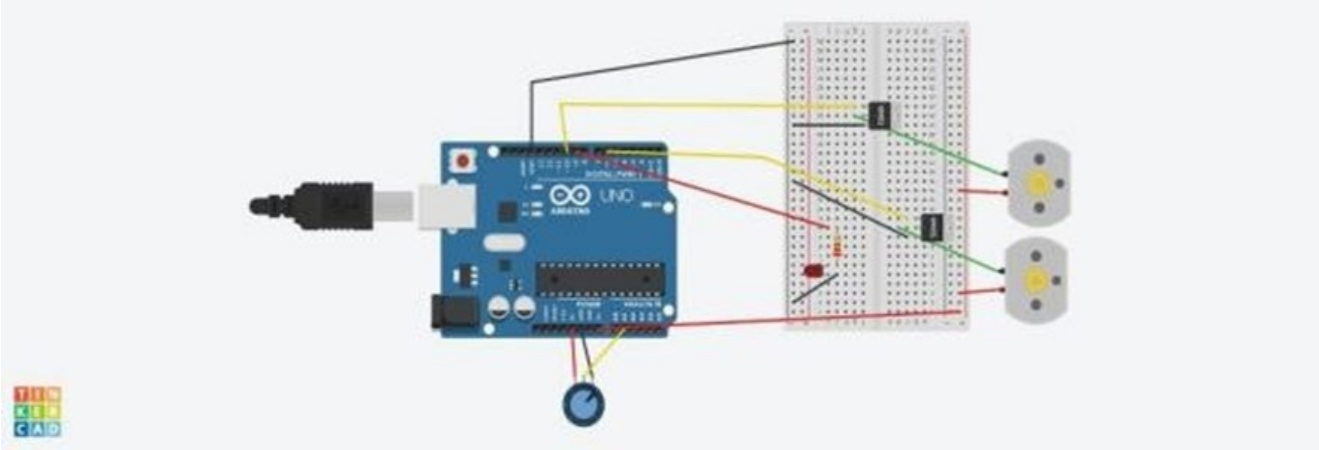
Σχήμα 1. Η διάταξη με το Arduino και τον κινητήρα, που στρέφει τον προσαρτημένο δίσκο του Νεύτωνα.



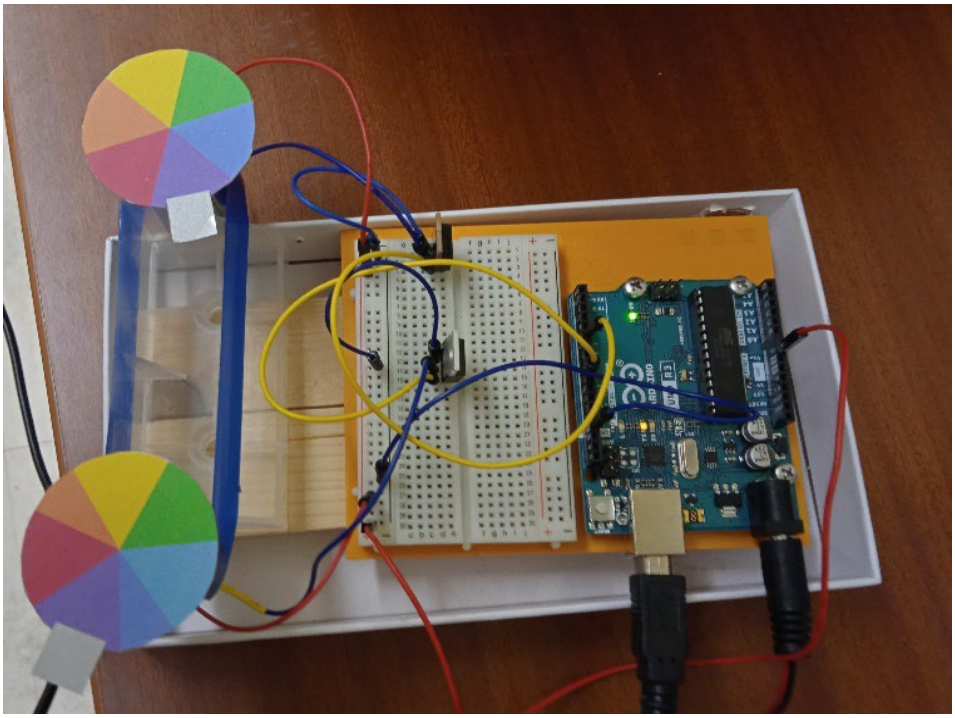
Με τη βοήθεια ψηφιακού στροφομέτρου που έχουν στη διάθεσή τους, οι μαθητές μπορούν να μετρούν την ταχύτητα περιστροφής του δίσκου (η μέτρηση παρουσιάζει ιδιαίτερες τεχνικές δυσκολίες και πολλά σφάλματα). Η ταχύτητα περιστροφής μπορεί να προγραμματίζεται και “μέσα” από τον κώδικα του Scratch, σε ένα στάδιο της παρέμβασης. Γίνεται και σύγκριση των καταγραφομένων τιμών με τις “προγραμματιζόμενες” με στόχο την εύρεση της αντιστοιχίας τους.

Στο δεύτερο στάδιο της παρέμβασης, οι μαθητές, βοηθούμενοι και από τον/την διδάσκοντα/-ουσα και τον/την ερευνητή/-τρια, αναρτούν ΔΥΟ δίσκους του Νεύτωνα στο Arduino, με τη βοήθεια δύο κινητήρων. Ο ένας δίσκος έχει τα κλασικά έξι (6) χρώματα, ενώ ο άλλος και το έβδομο, το λουλακί (indigo) (Εικόνα 1). Οι μαθητές είναι ελεύθεροι να σχεδιάσουν τη διάταξη αυτή όπως αυτοί θέλουν και να την προγραμματίσουν όπως αυτοί θέλουν, ακόμη και να αλλάξουν προγραμματιστικό περιβάλλον (πηγαίνοντας π.χ. σε κώδικα IDE). Η διάταξη με τους δύο δίσκους του Νεύτωνα απεικονίζεται στο Σχήμα 2 ενώ στην Εικόνα 2 αποτυπώνεται η οπτική εντύπωση των δύο διαφορετικών δίσκων καθώς περιστρέφονται.

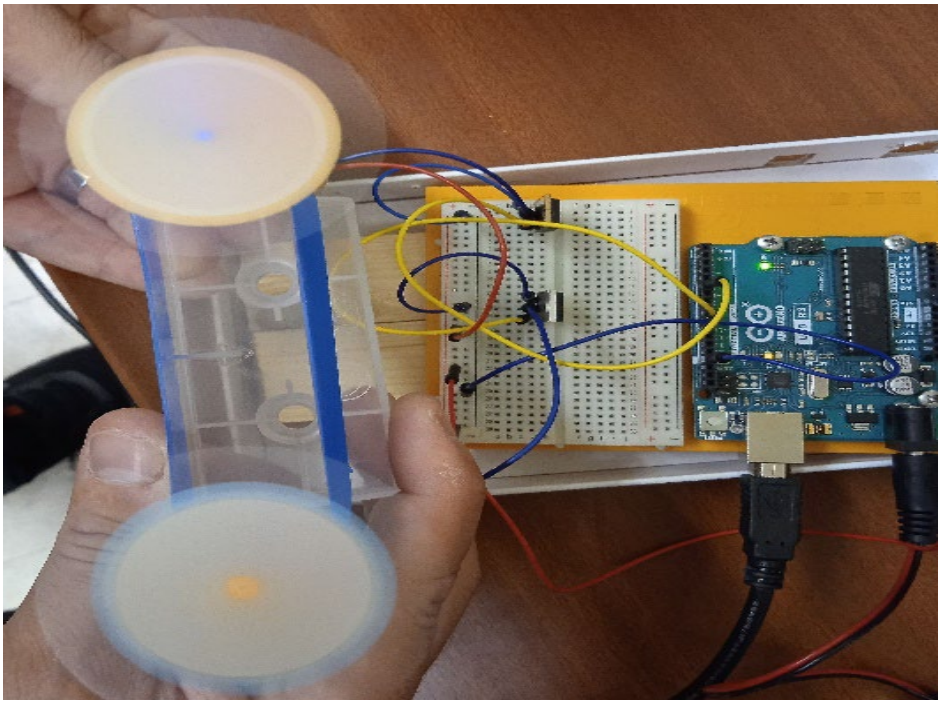
Σχήμα 2. Η διάταξη με το Arduino και τους δύο κινητήρες που στρέφουν τους δύο δίσκους του Νεύτωνα, έναν με έξι και έναν με επτά χρώματα.



Εικόνα 1. Η κατασκευή με τους δύο δίσκους του Νεύτωνα



Εικόνα 2. Η περιστροφή των δύο δίσκων του Νεύτωνα



Στην τρίτη φάση, οι μαθητές εκθέτουν τα συμπεράσματά τους σχετικά με τα δύο βασικά ερωτήματα (σχέση ταχύτητας περιστροφής και μίξης χρωμάτων, ο ρόλος του 7ου χρώματος στο δίσκο του Νεύτωνα). Κατόπιν, οι μαθητές/τριες παρουσιάζουν τα έργα τους στην ολομέλεια της τάξης και αιτιολογούν τις επιλογές τους αναφέροντας αν κάτι τους δυσκόλεψε ή αν κάτι πρέπει να βελτιωθεί για να δουλεύει καλύτερα. Ακόμη, δέχονται ανατροφοδότηση από τους/τις συμμαθητές/τριες τους και τον/την εκπαιδευτικό, ώστε αν χρειάζεται να προχωρήσουν σε βελτιώσεις. Τέλος, παρατηρούν τις λύσεις των συμμαθητών τους, βλέπουν διαφορετικές ιδέες και αναστοχάζονται τη δική τους εργασία.

Στην τέταρτη και τελευταία φάση της διδακτικής ακολουθίας, οι μαθητές/τριες καλούνται να απαντήσουν στις εξής ερωτήσεις:

- Τι έμαθα από αυτή την εργασία;
- Τι μου τράβηξε την προσοχή;
- Τι ερωτήσεις έχω ακόμη αναπάντητες σχετικά με την λειτουργία των ηλεκτρονικών στοιχείων που χρησιμοποίησα;
- Που θα μπορούσαν όλα αυτά να φανούν χρήσιμα;
- Πώς θα εφαρμόσω αυτή τη νέα γνώση;

Η όλη διδακτική παρέμβαση υπάρχει σε μορφή .pdf, αλλά ταυτόχρονα, μαζί με εικόνες και περιγραφές / βίντεο των δραστηριοτήτων, έχει μεταφορτωθεί και στη διαδικτυακή πλατφόρμα "Github", με στόχο να δημιουργηθεί επιπρόσθετα, και μία κοινότητα χρηστών/εκπαιδευτικών που θα το χρησιμοποιήσουν στις δικές τους τάξεις και θα υπάρξει έτσι ανατροφοδότηση και βελτιώσεις.

Ο σύνδεσμος του Github που περιλαμβάνει και τη διδακτική παρέμβαση είναι: https://github.com/artemisia69/-.-O-Arduino.git

ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση της διδακτικής ακολουθίας, οι διδασκόμενοι, αναμένεται, μέσω της αλληλεπίδρασής τους με τον/τους ελεγχόμενους από Arduino δίσκο/δίσκους του Νεύτωνα:

• Να έχουν μετρήσιμη βελτίωση τόσο των γνώσεών τους σε πεδία της Φυσικής σχετικά με την Οπτική και το Φως, όσο και των δεξιοτήτων τους των σχετικών με Εκπαιδευτική Ρομποτική.

• Να βελτιωθούν στον προγραμματισμό (κυρίως του Scratch) και στον αλγοριθμικό τρόπο σκέψης, αποκτώντας ταυτόχρονα και κιναισθητικές δεξιότητες (sensomotor skills). Στις δραστηριότητες που περιγράφτηκαν προηγούμενα, οι διδασκόμενοι εργάζονται συνεργατικά, σχεδιάζοντας, δοκιμάζοντας και εφαρμόζοντας τις δικές τους ιδέες, με τον διδάσκοντα/ερευνητή ως διευκολυντή.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αυτό είναι ένα συνεχιζόμενο project πάνω στη διδασκαλία του φωτός, με φυσικό προγραμματισμό και εκπαιδευτική Ρομποτική, του οποίου σκεπτικά έχουν παρουσιαστεί και σε άλλα Συνέδρια.

Με εφαρμογή σε τάξεις και σε κοινότητες χρηστών θα υπάρξουν -πιστεύουμε- στο μέλλον και πιο μετρήσιμα αποτελέσματα και εκπαιδευτικές επιδράσεις της όλης ιδέας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Carvalho, P. S., & Hahn, M. (2016). A simple experimental setup for teaching additive colors with Arduino. *The Physics Teacher, 54(4),* 244-245.

Juviler, J. (2022). *What Is GitHub? (And What Is It Used For?).* Published: 10-31-2022. Ανακτήθηκε από: https://blog.hubspot.com/website/what-is-github-used-for στις 10/03/2023

Organtini, G. (2018). Arduino as a tool for physics experiments. In: *Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1076, No. 1,* p. 012026). IOP Publishing.

Papert, S., and Harel, I. (1991). Situating Constructionism. In *"Constructionism"*, S. Papert, and I. Harel Eds. Ablex Publishing, NJ, pp. 1–11.

Petry, C. A., Pacheco, F. S., Lohmann, D., Correa, G. A., & Moura, P. (2016, June). Project teaching beyond Physics: Integrating Arduino to the laboratory. In *2016 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE)* (pp. 1-6). IEEE.

Przybylla, M., & Romeike, R. (2014). Physical Computing and Its Scope—Towards a Constructionist Computer. Science Curriculum with Physical Computing. *Informatics in Education, 13(2),* 241-254.

Saadi, A., Chaouch, Y., & Belaidi, H. (2019). *Propeller LED display using Arduino* (Doctoral dissertation).