ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών

Από την περιστροφική στην ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση: Ρομποτικές κατασκευές Lego Mindstorms EV3

Γεώργιος Κρητικός, Αντώνιος Ματσίγκος

doi: 10.12681/codiste.5416

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 17/12/2025 08:40:21

ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ: ΡΟΜΠΟΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ LEGO MINDSTORMS EV3

Γεώργιος Κρητικός[1], Αντώνιος Ματσίγκος[2]
[1]ΕΔΙΠ ΤΕΠΑΕΣ Παν. Αιγαίου, [2]Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης
gkritikos@aegean.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη Φυσική του Λυκείου διδάσκονται τόσο η περιστροφική, όσο και η παλινδρομική κίνηση, όχι όμως και ο μετασχηματισμός της περιστροφικής σε παλινδρομική κίνηση, παρότι αυτός χρησιμοποιείται σε πληθώρα μηχανολογικών εφαρμογών. Με την παρούσα εργασία επιχειρούμε να διερευνήσουμε τη συνεισφορά της δημιουργίας ρομποτικών κατασκευών με στόχο την ανάδειξη του μετασχηματισμού από την περιστροφική στην ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση. Η έρευνα είναι μία μελέτη περίπτωσης σε παιδιά της Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου. Με βάση τον σχεδιασμό της έρευνας, τα παιδιά καλούνται να κατασκευάσουν διατάξεις που υλοποιούν τον εν λόγω μετασχηματισμό κινήσεων, χρησιμοποιώντας το πακέτο εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego Mindstorms EV3.

Λέξεις κλειδιά: Κατασκευαστικός εποικοδομισμός, Περιστροφή, Παλινδρόμηση

FROM ROTATIONAL TO LINEAR RECIPROCATING MOTION: LEGO MINDSTORMS EV3 ROBOTIC CONSTRUCTIONS

Georgios Kritikos[1], Antonios Matsigkos[2]
[1]Faculty member, University of the Aegean, [2]Secondary School Teacher
gkritikos@aegean.gr

ABSTRACT

In High School Physics, both rotational and reciprocating motion are taught, but not the transformation of rotational into reciprocating motion, although this transformation is used in many mechanical applications. With the present work, we attempt to investigate the contribution of the creation of robotic constructions with the aim of highlighting the transformation from rotary to linear reciprocating motion. The research is a case study in children of the 2nd grade of General High School. Based on the research design, children are asked to build devices that implement this motion transformation, using the Lego Mindstorms EV3 educational robotics package.

Keywords: Constructionism, Rotation, Reciprocation

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα (ΑΠ) της Φυσικής στη Γ΄ τάξη Γενικού Λυκείου τα παιδιά διδάσκονται την απλή αρμονική ταλάντωση (αατ). Η εξίσωση της απομάκρυνσης στην αατ, $x=Aημ(ωt+φ_o)$, αν και περιγράφει μία ευθύγραμμη κίνηση περιέχει γωνιακά μεγέθη. Ένα αναπαραστατικό εργαλείο για τα κινηματικά-διανυσματικά μεγέθη, που χρησιμοποιείται συχνά κατά τη διδασκαλία των αατ, είναι το περιστρεφόμενο διάνυσμα. Σύμφωνα με αυτή την αναπαράσταση, ένα διάνυσμα μέτρου Α έχει ως αρχή το σημείο αναφοράς ενός ορθογωνίου συστήματος συντεταγμένων. Το διάνυσμα περιστρέφεται αριστερόστροφα με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω, ξεκινώντας από μία θέση με αρχική γωνία $φ_o$. Η προβολή του πέρατος του διανύσματος πάνω στον άξονα των τεταγμένων εκτελεί αατ με εξίσωση κίνησης $x=Aημ(ωt+φ_o)$. Παρότι η αναπαράσταση αυτή διευκολύνει σημαντικά την επίλυση ασκήσεων αατ, υπάρχει ο κίνδυνος τα παιδιά να μην αναγνωρίσουν τον μετασχηματισμό κινήσεων που προσφέρει το εργαλείο, αλλά να αποδώσουν στοιχεία της κίνησης του διανύσματος στην κίνηση του σώματος που εκτελεί αατ. Για παράδειγμα, η λανθασμένη φράση «το σώμα διέγραψε γωνία π/6 rad», αντί της ορθής «η φάση της ταλάντωσης μεταβλήθηκε κατά π/6 rad».

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η έρευνά μας πλαισιώνεται κυρίως από τη θεωρία μάθησης του κατασκευαστικού εποικοδομισμού του Papert (Papert & Harel, 1991), ο οποίος επέκτεινε τη θεωρία του εποικοδομισμού του Piaget εστιάζοντας στη σημασία των κατασκευών, είτε με απτά υλικά είτε σε ψηφιακούς μικρόκοσμους, όπως οι μικρόκοσμοι της γλώσσας προγραμματισμού Logo, που δημιουργήθηκε από τον ίδιο τον Papert. Με άλλα λόγια, ο κατασκευαστικός εποικοδομισμός δίνει έμφαση στη μάθηση μέσω του βιώματος και της εμπειρίας, κατά την οποία το παιδί είναι δημιουργός κατασκευών που σχετίζονται με το αντικείμενο της μάθησης. Ως δημιουργός, το παιδί μπορεί να χειρίζεται τα αντικείμενα των κατασκευών του και, συνεπώς, να ανακαλύπτει τη γνώση που σχετίζεται με τις κατασκευές του (Papert, 1993).

Σύμφωνα με τους Guastella και D'Amico (2020), όταν οι μαθητές/-τριες συμμετέχουν σε δραστηριότητες ρομποτικής, που εμπλέκουν έννοιες από τη Φυσική, κάποιοι/-ες επικεντρώνονται περισσότερο στην επίλυση προβλημάτων Φυσικής, ενώ άλλοι/-ες εστιάζουν περισσότερο στον προγραμματισμό του ρομπότ. Σε κάθε περίπτωση, όμως, φάνηκε μία βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών/-τριών που είχαν χαμηλότερες επιδόσεις.

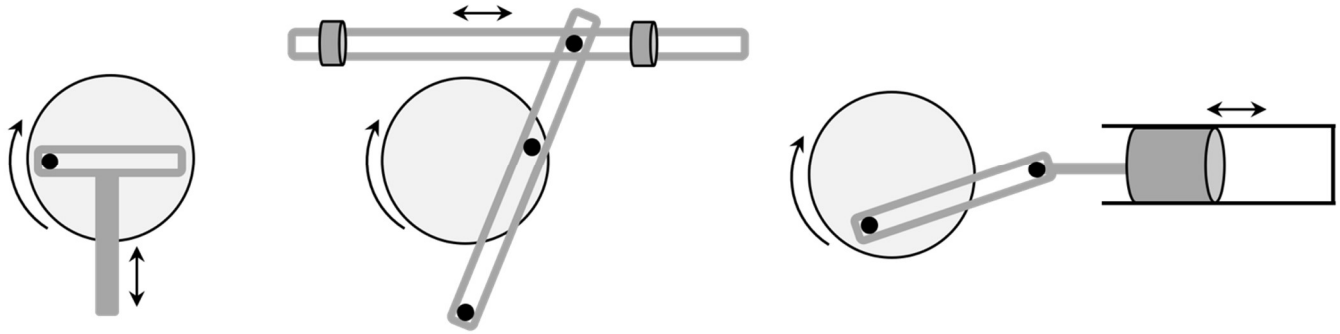
Στην έρευνα των Church κ.ά. (2010), η διδασκαλία εννοιών Φυσικής έγινε μέσα από δραστηριότητες ρομποτικής με το Lego Mindstorms. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους, αυτού του είδους οι δραστηριότητες δημιουργούν ένα αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον για εννοιολογική κατανόηση, καθώς οι μαθητές/-τριες σχεδιάζουν, κατασκευάζουν και δοκιμάζουν τις ρομποτικές τους διατάξεις.

ΕΡΕΥΝΑ

Στην παρούσα έρευνα επιχειρούμε να αναδείξουμε τον μετασχηματισμό της περιστροφικής κίνησης σε ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση, σε μαθητές/-τριες της Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου. Επιλέξαμε αυτή την τάξη, αφενός γιατί δεν υπάρχει η πίεση των Πανελλαδικών εξετάσεων και, αφετέρου, διότι επιδιώκουμε τα παιδιά να εξοικειωθούν με τον μετασχηματισμό των κινήσεων πριν διδαχθούν το περιστρεφόμενο διάνυσμα στην επόμενη τάξη. Η έρευνά μας αποτελεί μία μελέτη περίπτωσης και έχει προγραμματιστεί να υλοποιηθεί στις αρχές του σχολικού έτους 2023-24 στην ενότητα της ομαλής κυκλικής κίνησης στο μάθημα της Φυσικής. Με βάση τον σχεδιασμό της έρευνας, τα παιδιά θα διδαχθούν την ενότητα της ομαλής κυκλικής κίνησης και,

στη συνέχεια, θα κληθούν να δημιουργήσουν ρομποτικές κατασκευές μέσα από τις οποίες θα επιχειρηθεί να αναδειχθεί ο μετασχηματισμός της περιστροφικής κίνησης σε ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση. Οι κατασκευές θα περιλαμβάνουν τον σκωτσέζικο ζυγό (scotch yoke), τον μηχανισμό γρήγορης επιστροφής Whitworth και την παλινδρομική κίνηση πιστονιού (Σχήμα 1).

Σχήμα 1. (α) Σκωτσέζικος ζυγός, (β) Μηχανισμός γρήγορης επιστροφής Whitworth, (γ) Παλινδρομική κίνηση πιστονιού.



(α) (β) (γ)

Αρχικά, οι μαθητές/-τριες θα παρακολουθήσουν βίντεο επίδειξης της λειτουργίας μηχανισμών μετασχηματισμού περιστροφικής κίνησης σε ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση. Στη συνέχεια, θα κληθούν να δημιουργήσουν τις αντίστοιχες κατασκευές με δομικά υλικά Lego (Mikropoulos & Bellou, 2013) και τον προγραμματιζόμενο μικροεπεξεργαστή Lego Mindstorms EV3 controller. Για τη συλλογή των δεδομένων θα απαντήσουν σε δύο ερωτηματολόγια, ένα πριν την έναρξη των δραστηριοτήτων και ένα μετά τη δημιουργία των κατασκευών. Τα ερωτηματολόγια θα αφορούν στο γνωστικό πεδίο, από τα οποία επιδιώκουμε να ελέγξουμε τον βαθμό στον οποίο τα παιδιά εντοπίζουν τους συσχετισμούς και, ταυτόχρονα, τη διάκριση ανάμεσα στην περιστροφική και την παλινδρομική κίνηση. Επιπλέον, θα βιντεοσκοπηθούν κατά τη διάρκεια δημιουργίας των κατασκευών. Τέλος, θα πάρουμε συνεντεύξεις από τους/τις μαθητές/-τριες για να διαπιστώσουμε τον βαθμό ικανοποίησής τους από τις δραστηριότητες, καθώς και τη γενικότερη αποτίμησή τους.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο μετασχηματισμός της περιστροφικής σε παλινδρομική κίνηση εμφανίζεται σε πληθώρα μηχανολογικών εφαρμογών. Στη Φυσική του Λυκείου διδάσκονται και τα δύο είδη κινήσεων, όχι όμως και ο μετασχηματισμός της μίας κίνησης στην άλλη. Στη Γ΄ τάξη του Γενικού Λυκείου, οι μαθητές/-τριες καλούνται να διαχειριστούν την εξίσωση κίνησης της ΑΑΤ, $x=A\eta\mu(\omega t+\varphi_o)$, η οποία εμπεριέχει γωνιακά-στροφικά μεγέθη, αλλά περιγράφει μία ευθύγραμμη κίνηση. Η εμφάνιση γωνιακών-στροφικών μεγεθών σε ευθύγραμμη κίνηση είναι πρωτόγνωρη για τα παιδιά, καθώς στην προηγούμενη τάξη έχουν διδαχθεί μεμονωμένα την κυκλική κίνηση. Αρκετοί/-ές μαθητές/-τριες της Γ΄ Λυκείου διδάσκονται το περιστρεφόμενο διάνυσμα ως εργαλείο αναπαράστασης της ΑΑΤ, χωρίς να εμπεριέχεται ως διδακτικό αντικείμενο στο σχολικό βιβλίο της Φυσικής. Η εργαλειακή διαχείριση του περιστρεφόμενου διανύσματος ενδέχεται να οδηγήσει σε λανθασμένους συσχετισμούς ανάμεσα στην περιστροφική και την παλινδρομική κίνηση. Θεωρούμε ότι μέσα από δραστηριότητες δημιουργίας ρομποτικών κατασκευών θα έχουν τη δυνατότητα να διαχειριστούν και να δράσουν πάνω στις κατασκευές τους, ενώ παράλληλα να οικοδομήσουν τους ορθούς συσχετισμούς ανάμεσα στις δύο κινήσεις.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Church, W. J., Ford, T., Perova, N., & Rogers, C. (2010). Physics with robotics. Using LEGO MINDSTORMS in high school education. *2010 AAAI Spring symposium series*, 47–49.

Guastella, D., & D'Amico, A. (2020). Teaching Physics Concepts Using Educational Robotics. In M. Moro, D. Alimisis, L. Locchi (Eds.) *Educational Robotics in the Context of the Maker Movement* (pp. 214–218). Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-18141-3_20

Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, *6*(1), 5–14.

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks.

Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, *36*(2), 1–11.