ePublishing

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Vol 1 (2018)

9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής

Οι μηχανές Goldberg στη διδακτική προσέγγιση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: Απόψεις εκπαιδευτικών

Φωτεινή Στάτη, Γ. Καλτέκης, Γ. Φεσάκης, Αγγελική Δημητρακοπούλου

To cite this article:

Στάτη Φ., Καλτέκης Γ., Φεσάκης Γ., & Δημητρακοπούλου Α. (2022). Οι μηχανές Goldberg στη διδακτική προσέγγιση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: Απόψεις εκπαιδευτικών. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 54–61. Retrieved from https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4024

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 25/02/2026 00:23:08

Οι μηχανές Goldberg στη διδακτική προσέγγιση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: Απόψεις εκπαιδευτικών

Στάτη Φωτεινή[1], Καλτέκης Γ.[2], Φεσάκης Γ.[3], Δημητρακοπούλου Αγγελική[4]

[psemdt15023, psemdt15010, gfesakis, adimitr]@aegean.gr
[1,2] Εκπαιδευτικός, MEd, Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ
[3] Αναπληρωτής Καθηγητής/Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ
[4] Καθηγήτρια/Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ

Περίληψη

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική αναπτύσσεται συνεχώς στην γενική εκπαίδευση διεθνώς, καθώς αναγνωρίζεται ευρύτερα η μαθησιακή της αξία και ο ρόλος της στην διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης στα πεδία STEAM. Τα θέματα όμως που χρησιμοποιούνται για τα έργα των μαθητών είναι κυρίως επιστημονικά και συχνά δεν εντάσσονται στη σφαίρα των ενδιαφερόντων των παιδιών ώστε να εμπλακούν νοητικά και συναισθηματικά ευρύτερες ομάδες. Στην παρούσα εργασία μελετάται διδακτική προσέγγιση, η οποία αξιοποιεί τις μηχανές Rube Goldberg ως κεντρική ιδέα για να προσδώσει αυθεντικό και ψυχαγωγικό χαρακτήρα στην Εκπαιδευτική Ρομποτική. Για τη διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών για την προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση σχεδιάστηκε ταχύρρυθμο επιμορφωτικό πρόγραμμα και εφαρμόστηκε σε μεταπτυχιακούς φοιτητές διδακτικής των θετικών επιστημών. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει σύντομη θεωρητική εισαγωγή στην διδακτική προσέγγιση και εφαρμογή δύο ενδεικτικών διδακτικών σεναρίων με αντίστοιχες μηχανές Rube Goldberg υλοποιημένες με τη συλλογή Εκπαιδευτικής Ρομποτικής LEGO-NXT. Στην εργασία παρουσιάζονται η διδακτική προσέγγιση, το επιμορφωτικό πρόγραμμα και τα αποτελέσματα του.

Λέξεις κλειδιά: Rube Goldberg Machines, Εκπαιδευτική Ρομποτική Διεπιστημονικότητα, STEAM

Εισαγωγή

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) αποτελεί σύγχρονο γνωστικό αντικείμενο και ταυτόχρονα, νοητικό εργαλείο συμβατό με αρχές του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού για αυθεντική, βιωματική, συνεργατική και παιγνιώδη προσέγγιση της γνώσης. Η ΕΡ παρουσιάζει αυξημένο ενδιαφέρον επειδή θεωρείται ότι εξυπηρετεί την προσέγγιση των πεδίων STEAM, διευκολύνοντας τη διεπιστημονική προσέγγιση στην εκπαίδευση. Διεθνώς, έχουν αναπτυχθεί Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ) ΕΡ με ποικιλία μαθησιακών σεναρίων (Ιωάννου, 2016). Τα σενάρια ΕΡ στηρίζονται κυρίως στην μάθηση μέσω επίλυσης προβλήματος και περιλαμβάνουν από το πρόβλημα της εξόδου από λαβύρινθο μέχρι τη δημιουργία ρομποτικών «κατοικίδιων» που παίζουν επιτραπέζια παιχνίδια ή μουσικά όργανα. Στα περισσότερα σενάρια ΕΡ είναι έκδηλος ο διεπιστημονικός χαρακτήρας (π.χ. The Robotics Alliance Project της NASA) όμως τα θέματα στα ΠΣ είναι κυρίως επιστημονικά και σπανίζει ο ψυχαγωγικός χαρακτήρας που τα καθιστά ελκυστικότερα στα παιδιά, αλλά και κίνητρο να ασχοληθούν περισσότερο. Στην εργασία εξετάζουμε τον συνδυασμό ΕΡ με μηχανές Rube Goldberg (Kim & Park, 2012) για να δοθεί αυθεντική και ψυχαγωγική διάσταση στη θεματολογία των μαθησιακών σεναρίων ΕΡ. Ειδικότερα παρουσιάζεται ο σχεδιασμός πιλοτικών μαθησιακών σεναρίων που συνδυάζουν ΕΡ και μηχανές Goldberg και η υποδοχή τους από εκπαιδευτικούς μεταπτυχιακούς φοιτητές της διεπιστημονικής προσέγγισης.

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η Ρομποτική αποτελεί διεπιστημονικό πεδίο που περιλαμβάνει κλάδους της μηχανικής (engineering), όπως η μηχανολογία και η ηλεκτρολογία/ηλεκτρονική και της επιστήμης όπως η Φυσική, τα Μαθηματικά η Πληροφορική, η Τεχνητή Νοημοσύνη κ.ά. Η Ρομποτική ασχολείται με τον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη χρήση ρομπότ, δηλαδή ηλεκτρομηχανικών διατάξεων οι οποίες ελέγχονται από πληροφοριακά συστήματα για να υποκαθιστούν ή/και να μιμούνται τους ανθρώπους σε εργασίες που συνδυάζουν φυσικό έργο, κίνηση και λήψη αποφάσεων. Για να μπορεί ένα ρομπότ να μιμείται τον άνθρωπο διαθέτει, αισθητήρες (sensors), υπολογιστικό σύστημα και ενεργοποιητές (actuators), μηχανισμούς δηλαδή που υλοποιούν τις αποφάσεις του στο φυσικό περιβάλλον. Η έννοια του Ρομποτ αποτελεί ειδική περίπτωση του παλαιότερου όρου «Αυτόματο» (Rance, 2013).

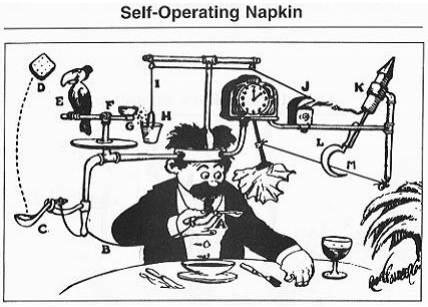
Ο όρος Εκπαιδευτική Ρομποτική περιγράφει τη διδασκαλία και τη μάθηση της Ρομποτικής ως γνωστικό αντικείμενο (εκπαίδευση για την Ρομποτική), περισσότερο όμως χρησιμοποιείται για τη χρήση της Ρομποτικής στη μάθηση άλλων γνωστικών αντικειμένων (εκπαίδευση μέσω της Ρομποτικής). Η ΕΡ αποτελεί βασικό μέσο διδασκαλίας και μάθησης στο πλαίσιο της σύγχρονης αντίληψης για την διεπιστημονική προσέγγιση της εκπαίδευσης. Στην παρούσα εργασία η ΕΡ εντάσσεται στην αξιοποίηση των ΤΠΕ και της Υπολογιστικής Σκέψης (Fessakis et al., 2018) ως γνωστικό εργαλείο σύμφωνα με τις αρχές του κοινωνικού κονστραξιονισμού (Papert, 1980; Stager, 2009). Άλλωστε η ΕΡ ξεκινά με την χελώνα του Papert το 1960 στο MIT και παίρνει διαστάσεις από την συνεργασία του με την εταιρεία LEGO περίπου το 1985 για την παραγωγή εκπαιδευτικών συλλογών Ρομποτικής. Οι μαθησιακές προσεγγίσεις της ΕΡ (Φράγκου, 2009) που συνάδουν με την κονστραξιονιστική παιδαγωγική φιλοσοφία περιλαμβάνουν τη μάθηση μέσω κατασκευών (learning by making) (Anderson, 2013), τη μάθηση μέσω σχεδιασμού (learning by design), τη μάθηση με επινόηση (learning by invention) (Piaget, 1974) και τη δημιουργική μάθηση.

Η εκπαιδευτική έρευνα για την ΕΡ στη χώρα μας αφορά σε διάφορα ζητήματα. Υπάρχουν, μεταξύ άλλων, αρκετές διερευνητικές μελέτες περίπτωσης για την ενσωμάτωση της ΕΡ ως καινοτομίας στην προσχολική (π.χ. Φεσάκης & Τασούλα 2006), την πρωτοβάθμια (π,χ. Anagnostakis & Makrakis, 2010; Tsovolas & Komis 2010) και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Fragou, et al, 2010) καθώς και εργασίες για την ανάπτυξη ΠΣ, επιμορφωτικού υλικού και προγραμμάτων ΕΡ για εκπαιδευτικούς (π.χ. Fesakis, Kladogenis & Markouzis, 2012; the TERECoP project Alimisis et al, 2010; Alimisis, 2009; Papanikolaou, et al, 2007).

Η εκπαιδευτική ρομποτική εισάγεται για πρώτη φορά στα επίσημα Ελληνικά ΠΣ Πληροφορικής το 2011 (Π.Σ. Πληροφορικής, 2011) με ενδεικτικές προτεινόμενες δραστηριότητες που στοχεύουν στην εξοικείωση των παιδιών με την τεχνολογία της Ρομποτικής και αφορούν σε βασικές γνώσεις και προβλήματα όπως η ακολουθία γραμμής (line following), επίλυση λαβύρινθου (maze solving), περισυλλογή αντικειμένων (object collector) κ.α. Περιλαμβάνονται επίσης διεπιστημονικές δραστηριότητες όπως η κατασκευή ρομπότ για τη μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης και μέτρηση απόστασης με βάση την περίμετρο της ρόδας του ρομπότ στη Β΄ Γυμνασίου. Μια συστηματική ανάλυση ΠΣ για την εκπαιδευτική ρομποτική από διάφορες χώρες παρουσιάζεται στο Ιωάννου (2016). Γενικά, οι δραστηριότητες που προτείνονται στο πλαίσιο της ΕΡ παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία, είναι διεπιστημονικές και εντάσσουν τον προγραμματισμό στην προσέγγιση STEAM. Στα επίσημα ΠΣ τα θέματα της ΕΡ είναι κυρίως επιστημονικά και στερούνται ψυχαγωγικών χαρακτηριστικών που θα τα καθιστούσε ελκυστικότερα σε περισσότερα παιδιά. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό θα εξετάσουμε την δυνατότητα του συνδυασμού της ΕΡ με τις μηχανές Rube Goldberg (https://www.rubegoldberg.com/) για να δοθεί αυθεντική και ψυχαγωγική διάσταση στη θεματολογία των εργασιών.

Μηχανές Goldberg

Με τον όρο Μηχανή Rube Goldberg (RGM) περιγράφεται μία διάταξη η οποία δημιουργεί μια εξαιρετικά περίπλοκη αλυσιδωτή αντίδραση γεγονότων για να φέρει εις πέρας μια πολύ απλή εργασία (Εικόνα 1). Οι RGM πήραν το όνομα του ανθρώπου που τις επινόησε για χιουμοριστικούς σκοπούς χωρίς να τις υλοποιεί. Η υπερβολική πολυπλοκότητα της διάταξης σε αντιδιαστολή με απλότητα της εργασίας που επιτελεί αποτελεί τη βάση της χιουμοριστικής άποψης των μηχανών. Η διαδικασία κατασκευής της απαιτεί εφαρμογή Μηχανικής, επιστημονικών αρχών, Μαθηματικών και δημιουργικότητας στον σχεδιασμό (Kim & Park, 2012b) (Εικόνα 2).



Εικόνα 1. Η διάσημη «Αυτόματη Χαρτοπετσέτα» του Rube Goldberg

Εικόνα 2. Υλοποίηση μηχανής Rube Goldberg

Οι RGM ενώ διαθέτουν έντονο ψυχαγωγικό χαρακτήρα, παράλληλα εμπεριέχουν κάποιες βασικές έννοιες, όπως η βαρύτητα, η δυναμική ενέργεια λόγω ύψους, η δυναμική ενέργεια λόγω συσπείρωσης, η αρχή διατήρησης της ορμής, η άνωση, ο ηλεκτρομαγνητισμός, οι μετατροπές ενέργειας αλλά και σχεδόν όλα τα υπόλοιπα είδη ενέργειας (φωτεινή, ηλεκτρική, χημική, θερμότητα). Όπως είναι φυσικό δεν άργησαν να κινήσουν το ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας. Οι πρώτοι διαγωνισμοί με RGM έλαβαν χώρα τη δεκαετία του 1950, από το τμήμα μηχανικών στο πανεπιστήμιο Purdue στην Indiana των ΗΠΑ όπου διοργανώνονται μέχρι σήμερα. Οι συμμετέχοντες καλούνται να κατασκευάσουν μια μηχανή η οποία θα αποτελείται από τουλάχιστον 20 βήματα και θα επιτελεί μια απλή εργασία, όπως βίδωμα μιας λάμπας ή κόλληση ενός γραμματοσήμου σε έναν φάκελο. Παράλληλα, σε παγκόσμιο επίπεδο διάφορες ομάδες κατασκευάζουν RGM και διοργανώνονται εκθέσεις και διαγωνισμοί RGM. Ο σχεδιασμός μιας μηχανής Goldberg ενεργοποιεί τη φαντασία και τη δημιουργική σκέψη των μαθητών, ενώ καλλιεργείται η μεταξύ τους επικοινωνία και η ανάπτυξη κατασκευαστικών δεξιοτήτων (Kim & Park, 2012a). Παράλληλα, η παρέμβαση της Ο' Connor (2003) κατέδειξε ότι η κατασκευή των μηχανών συνάδει με τους στόχους των ΠΣ της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ως προς τα Μαθηματικά, τη Φυσική και την Τεχνολογία, πεδία που αφορούν άμεσα την προσέγγιση STEM. Στην παρούσα εργασία εξερευνούμε την ιδέα του συνδυασμού των RGM με την ΕΡ για να αποκτήσει ψυχαγωγικά χαρακτηριστικά η δεύτερη.

Μαθησιακά σενάρια με συνδυασμό RGM και Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Η βασική αρχή που αξιοποιήθηκε για τον συνδυασμό των RGM με την ΕΡ είναι η χρήση ρομποτικών διατάξεων ως τμήματα των μηχανών. Για παράδειγμα μια διάταξη θα μπορούσε να χειρίζεται μια περιστρεφόμενη γέφυρα για να περάσει μια μεταλλική σφαίρα ή θα μπορούσε να ανυψώνει τη σφαίρα ως ανελκυστήρας για να αποκτήσει πάλι δυναμική

ενέργεια κλπ. Με βάση το σκεπτικό αυτό, σχεδιάστηκαν δύο ενδεικτικά δοκιμαστικά μαθησιακά σενάρια τα οποία περιγράφονται στην παρούσα ενότητα. Τα δύο σχέδια διαφέρουν στο είδος της RGM και απευθύνονται σε διαφορετικές τάξεις. Η διδακτική προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε προβλέπει α) αρχικά βασική εξοικείωση με κάποιο σετ ΕΡ, β) στη συνέχεια εξοικείωση με σταδιακά πιο σύνθετες RGM με απλά υλικά και έτοιμα σχέδια, γ) κατόπιν γίνεται επίδειξη συνδυασμού RGM με ΕΡ αντικαθιστώντας κάποιο «δύσκολο» τμήμα της RGM με ρομποτική διάταξη και δ) τέλος οι μαθητές ενθαρρύνονται να υλοποιήσουν RGM δικής τους επινόησης που να ενσωματώνουν και διατάξεις ΕΡ. Τα σενάρια που παρουσιάζονται εδώ ανήκουν στο γ΄ στάδιο της διδακτικής προσέγγισης. Οι μαθητές σε κάθε σενάριο κατασκευάζουν μια RGM αρχικά χωρίς ρομποτική διάταξη και στη συνέχεια τη βελτιώνουν αντικαθιστώντας ένα «προβληματικό», με όρους αξιόπιστης εκτέλεσης, τμήμα με ρομποτική διάταξη.

Σενάριο 1. Στην RGM 1 (εικόνα 3) αρχικά, ξετυλίγεται ένα πλαστικό μπαλάκι που είναι δεμένο με ένα σκοινί από έναν ξύλινο άξονα και συγκρούεται σε μια σειρά από ντόμινο. Στο τέλος της σειράς υπάρχει ένα μπαλάκι που πέφτει προς το πάτωμα και σπρώχνει ένα όρθιο βιβλίο. Το βιβλίο πέφτει πάνω στον διακόπτη ενός πολύμπριζου, με αποτέλεσμα να ανάβει ένας ανεμιστήρας. Στην εικόνα 4, η ρομποτική διάταξη αντικατέστησε το τμήμα με το μπαλάκι που πέφτει πάνω στο βιβλίο. Μέσω του θορύβου της ρίψης των ντόμινο, το ρομπότ ενεργοποιείται λόγω του ειδικού αισθητήρα που εντοπίζει τον ήχο και ρίχνει το βιβλίο.

Εικόνα 3. RGM 1 χωρίς ρομποτική διάταξη

Εικόνα 4. RGM1 με ρομποτική διάταξη

Εικόνα 5. RGM2 χωρίς ρομποτική διάταξη

Εικόνα 6. RGM2 με ρομποτική διάταξη

Σενάριο 2. Η RGM 2 (εικόνα 5) αποτελείται από μια επιφάνεια ξύλου με προσαρμοσμένες διαδρομές (μετροταινία, ρολό από χαρτί), στις οποίες κυλάνε μπίλιες, καταλήγοντας μέσω ενός πλαστικού μπουκαλιού στην άκρη μιας ξύλινης «τραμπάλας». Η τραμπάλα με τη σειρά της ανατρέπει ένα μπουκάλι με νερό, το οποίο πέφτοντας ποτίζει μια γλάστρα με λουλούδια. Στην εικόνα 6 το «προβληματικό» τμήμα της τραμπάλας αντικαταστάθηκε με μια ρομποτική διάταξη, η οποία ενεργοποιείται μέσω αφής και ανατρέπει το μπουκάλι.

Οι μαθητές σε κάθε σενάριο λαμβάνουν το σχέδιο της μηχανής και καλούνται να την κατασκευάσουν. Μετά την ολοκλήρωση της μηχανής, μέσα από συζήτηση με τους μαθητές εντοπίζονται τα σημεία στα οποία αντιμετωπίστηκε κάποια δυσκολία, οπότε χρησιμοποιείται ως έναυσμα η χρήση κάποιας ρομποτικής διάταξης ως «σωτήριο» εργαλείο που θα δώσει λύση στο πρόβλημα και θα αντικαταστήσει το τμήμα στο οποίο προέκυψε η δυσκολία. Τα σχέδια απευθύνονται στις τάξεις Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού και μπορούν να εφαρμοστούν στα πλαίσια της Ευέλικτης Ζώνης, με διάρκεια περίπου 6 διδακτικών ωρών.

Έρευνα για την υποδοχή των σεναρίων από τους εκπαιδευτικούς

Με σκοπό την διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών για τα μαθησιακά σενάρια που συνδυάζουν RGM και EP και την εκτίμηση της πιθανότητας αποδοχής τους υλοποιήθηκε διερευνητική μελέτη περίπτωσης (Yin, 1994, 2011). Συγκεκριμένα τα μαθησιακά σχέδια παρουσιάστηκαν σε 29 εκπαιδευτικούς, μεταπτυχιακούς/κες φοιτητές/τριες του Π.Μ.Σ «Διδακτική Θετικών Επιστημών και ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» και καταγράφηκαν οι αντιδράσεις τους. Οι εκπαιδευτικοί επιλέχθηκαν από το συγκεκριμένο ΠΜΣ ώστε να είναι ευαισθητοποιημένοι όσον αφορά την διεπιστημονική προσέγγιση και το STEM. Η ερευνητική παρέμβαση διήρκησε 2 ½ ώρες. Αρχικά πραγματοποιήθηκε σύντομη επιμόρφωσή των εκπαιδευτικών στις RGM και το σκεπτικό του συνδυασμού τους με την EP, και στη συνέχεια παρουσιάστηκαν τα μαθησιακά σχέδια. Οι εκπαιδευτικοί απάντησαν ένα διαγνωστικό ερωτηματολόγιο στην αρχή της παρέμβασης και ένα στο τέλος. Τα ερωτήματα που διερευνήθηκαν είναι αν γνώριζαν οι φοιτητές πριν την παρέμβασή μας τι είναι οι RGM, αν είναι σε θέση να επινοήσουν και να σχεδιάσουν μια δική τους μηχανή κι αν είναι σε θέση να προτείνουν απλές ή περίπλοκες τροποποιήσεις/επεκτάσεις σε υπάρχουσα μηχανή. Ενδιάμεσα συμπλήρωναν φύλλο εργασίας όπου μετά από την παρουσίαση κάθε σεναρίου πρότειναν απλές ή σύνθετες παρεμβολές ρομποτικής διάταξης στις RGM. Τέλος υπήρχαν ερωτήσεις για την αξιολόγηση της παρέμβασης που τους έγινε.

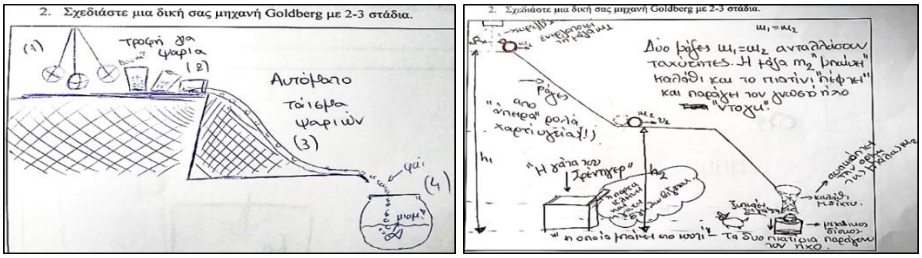
Ανάλυση ερευνητικών δεδομένων

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα φύλλα εργασίας. Παρά το γεγονός ότι κανένας από τους φοιτητές δεν γνώριζε για την ύπαρξη των RGM πριν την παρέμβαση, σύντομα ήταν σε θέση να σχεδιάσουν μια δική τους μηχανή, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Πλήθος σταδίων των RGM που σχεδιάστηκαν

Σχεδιάστε μια δική σας μηχανή Goldberg με 2-3 στάδια	**Συχνότητα**	**Ποσοστό %**
Κανένα σχέδιο	1	4
Μηχανές 3-4 σταδίων	14	48
Μηχανές 5-10 σταδίων	14	48
Σύνολο	**29**	**100.0**

Δύο από τα σχέδια RGM που έφτιαξαν οι φοιτητές, φαίνονται στην Εικόνα 7. Είναι εμφανής η ενσωμάτωση διάφορων αρχών της Φυσικής, η υλοποίηση της περιττής περιπλοκότητας καθώς και η χιουμοριστική έκφραση που δόθηκε στα σχέδιά τους.



Εικόνα 7. Σχέδια RGM από φοιτητές

Μετά την παρουσίαση των οι δύο RGM στα πλαίσια των μαθησιακών σχεδίων ζητήθηκε από τους φοιτητές να προτείνουν τροποποιήσεις. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, προτάθηκαν εξίσου απλές αλλά και σύνθετες τροποποιήσεις.

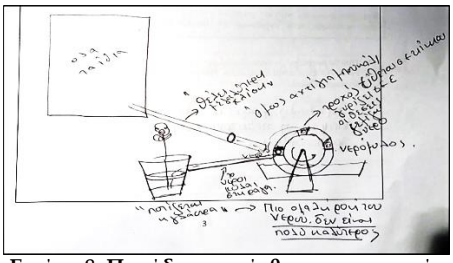
Πίνακας 2. Πλήθος προτεινόμενων τροποποιήσεων των μηχανών

Προτείνετε τροποποιήσεις, επεκτάσεις ή αλλαγές για τις μηχανές 1 και 2	Μηχανή 1		Μηχανή 2	
	Συχνότητα	Ποσοστό %	Συχνότητα	Ποσοστό %
Καμία αλλαγή	5	17	3	10
Απλές αλλαγές (ως 2 βήματα)	14	48	14	48
Σύνθετες αλλαγές (>2 βήματα)	10	35	12	42
Σύνολο	**29**	**100.0**	**29**	**100.0**

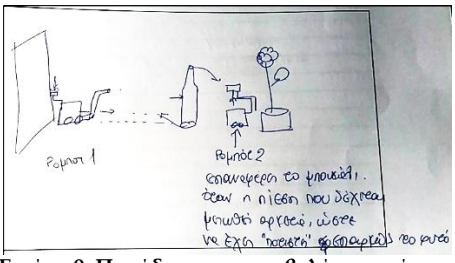
Όλοι σχεδόν οι φοιτητές πέτυχαν να ενσωματώσουν ρομποτικές διατάξεις σε ήδη υπάρχουσες μηχανές, μάλιστα κάποιοι πρότειναν ιδιαίτερα σύνθετες παρεμβολές, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3 και στις Εικόνες 8 και 9.

Πίνακας 3. Είδος προτεινόμενων παρεμβολών ρομπότ στις μηχανές

Προτείνετε παρεμβολή αυτόματων μηχανισμών για τις μηχανές 1 και 2	Μηχανή 1		Μηχανή 2	
	Συχνότητα	Ποσοστό %	Συχνότητα	Ποσοστό %
Πουθενά	2	7	1	4
Απλές παρεμβολές	24	83	23	79
Σύνθετες παρεμβολές	3	10	5	17
Σύνολο	**29**	**100.0**	**29**	**100.0**



Εικόνα 8. Παράδειγμα σύνθετης μετατροπής για την RGM2 από φοιτητές



Εικόνα 9. Παράδειγμα παρεμβολής ρομπότ για την RGM2 από φοιτητές

Οι φοιτητές έμειναν γενικά ικανοποιημένοι από την παρουσίαση και η πλειοψηφία τους δήλωσε ότι δεν θα έκανε καμία αλλαγή. Στη συζήτηση που πραγματοποιήθηκε οι φοιτητές εξέφρασαν τον ενθουσιασμό τους για την ιδέα του συνδυασμού RGM και EP όμως δεν έλλειψαν και οι προβληματισμοί και οι επιφυλάξεις για διάφορα πρακτικά ζητήματα. Για

παράδειγμα η προμήθεια και η διαχείρισης των υλικών, τα θέματα της ασφάλειας των υλικών, η διδακτική διαχείριση των σεναρίων σε πολυπληθείς τάξεις και η μαθησιακή αποτελεσματικότητα φάνηκαν να προβληματίζουν τους εκπαιδευτικούς. Για κάθε προβληματισμό όμως υπήρχαν προτάσεις από τους ίδιους και τελικά η προσέγγιση θεωρείται πρακτικά εφαρμόσιμη σε αρκετές περιπτώσεις με την κατάλληλη υποδομή και προετοιμασία.

Σύνοψη - προτάσεις

Η ΕΡ αποτελεί βασικό μαθησιακό μέσο για την διεπιστημονική προσέγγιση των πεδίων STEAM και την Υπολογιστική Σκέψη. Με την εισαγωγή ψυχαγωγικού χαρακτήρα στα μαθησιακά σενάρια της ΕΡ είναι δυνατό να γίνει αυθεντικότερη και ελκυστικότερη για περισσότερα παιδιά. Οι RGM έχουν αξιοποιηθεί στην εκπαίδευση των μηχανικών με περισσότερο ελκυστικό τρόπο, λόγω της χιουμοριστικής φύσης τους. Ο συνδυασμός της ΕΡ και των RGM θα μπορούσε να εξυπηρετήσει τον σκοπό της απόδοσης ψυχαγωγικού χαρακτήρα στα μαθησιακά σενάρια της ΕΡ στα τρέχοντα ΠΣ. Η ικανότητα των RGM να ενσωματώνουν, μέσω ενός κατάλληλα διαμορφωμένου διδακτικού σεναρίου, προβλήματα που προσεγγίζονται διεπιστημονικά, τις καθιστά ως ένα χρήσιμο εργαλείο διεπιστημονικής προσέγγισης της μάθησης. Επιπλέον, βασικό πλεονεκτήματα των RGM είναι πως παρέχουν στον εκπαιδευτικό την ευελιξία να επιλέξει τις έννοιες που θα ενσωματώσει και θα «διδάξει», αφού δεν υπάρχουν περιορισμοί στο μέγεθος, τον αριθμό βημάτων ή τις λειτουργίες της μηχανής.

Όσον αφορά την στάση των φοιτητών-εκπαιδευτικών, υποδέχτηκαν θετικά την πρόταση εισαγωγής των RGM σε διδακτικά σενάρια ρομποτικής. Εκδηλώθηκε ενθουσιασμός κι ενδιαφέρον καθ' όλη τη διάρκεια της παρουσίασης με ενεργή συμμετοχή και διατυπώθηκε πλήθος διδακτικών προτάσεων καθώς και μεταβολών/προσθηκών στις μηχανές. Με την ολοκλήρωση της παρουσίασης οι φοιτητές εξέφρασαν μεγάλη προθυμία να εφαρμόσουν στην εκπαιδευτική τους πράξη τις μεθόδους και τις δραστηριότητες με τις οποίες ήρθαν σε επαφή, καθώς η συγκεκριμένη θεματική τους έδωσε κίνητρο να μεταβάλουν τον τρόπο διδασκαλίας τους και να ενσωματώσουν τη διεπιστημονική προσέγγιση σε αυτόν. Συμπερασματικά, οι μηχανές Goldberg είναι σε θέση να προσδώσουν έναν αυθεντικό κι ολιστικό χαρακτήρα στα διδακτικά σενάρια Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Για να εφαρμοστεί ευρύτερα η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση, προτείνεται να δημιουργηθεί μια διαδικτυακή κοινότητα πρακτικής εκπαιδευτικών η οποία θα ανταλλάσσει ιδέες και υλικό σχετικά με την ΕΡ σε συνδυασμό με τις RGM. Η κοινότητα αυτή μπορεί επίσης να πραγματοποιεί επιμορφωτικά εργαστήρια και συναντήσεις παρουσιάσεων ή διαγωνισμών. Επιπλέον, είναι απαραίτητη η πειραματική εφαρμογή της διδακτικής προσέγγισης και περισσότερων μαθησιακών σχεδίων σε μαθητές ώστε να διερευνηθούν οι επιπτώσεις της, τόσο μαθησιακά όσο και συναισθηματικά.

Αναφορές

Alimisis, D. (2009). Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods. School of Pedagogical and Technological Education, Athens

Alimisis, D., Arlegui, J., Fava N., Frangou, S., Ionita, S., Menegatti, E., Monfalcon, S., Moro, M., Papanikolaou, K., & Pina, A. (2010). Introducing robotics to teachers and schools: experiences from the TERECoP project. Proceedings for Constructionism 2010, Paris, France.

Anagnostakis, S., & Makrakis, V. (2010). The educational robotics as a development module for getting familiar with ICT and for awareness of enviromental protection: An action study to elementary greek students. In proceedings of the 7th Conference of HAICTE (pp 127-136). Korinthos, Greece.

Anderson, C. (2013, May 2). "20 Years of Wired: Maker Movement". *Wired magazine.*

Fessakis, G., Kladogenis, D., Markouzis, D., (2012). Training mixed groups of teachers and students in educational robotics using the studio pedagogical model, In C., Kynigos, J., Clayson, & N., Yiannoutsou (eds.), Proceedings of CONSTRUCTIONISM 2012, Conference, August 21-25, Athens, Greece. pp.: 260-269, Available online at http://constructionism2012.etl.ppp.uoa.gr/?pid=31

Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of Computational Thinking at the K-12 classroom level curriculum, In M.S. Khine (Ed.)(2018). *Computational Thinking* in *the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights.* Switzerland: Springer

Fragou, S., Grigoriadou, M., Papanikolaou K., (2010), Designing educational robotics activities activities for secondary school students. In proceedings of the 5th Hellenic Conference of ICT in Education (pp). Athens, Greece: National and Kapodistrian University of Athens(in Greek)

Kim, Y., & Park, N. (2012a). Elementary Education of Creativity Improvement Using Rube Goldberg's Invention. In Information Technology Convergence, Secure and Trust Computing, and Data Management (pp. 257-263). Springer, Dordrecht.

Kim, Y., & Park, N. (2012b). The effect of STEAM education on elementary school student's creativity improvement. In Computer applications for security, control and system engineering (pp. 115-121). Springer, Berlin, Heidelberg.

O'Connor, D. (2003)., Application sharing in K-12 education: Teaching and learning with Rube Goldberg. *TechTrends, 47*(5), 6-13.

Papanikolaou, K., Frangou, S., & Alimisis, D. (2007). Developing a framework for the design and implementation of *activities* with programmed robotic devices: The TERECoP Project. In Proceedings of the 4th National Conference of ICT in Education (pp. 604-612). Syros, Greece

Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas, N.Y.: Basic Books

Piaget, J. (1974). To understand is to invent. N.Y.: Basic Books.

Rance, P. (2013). 'Philo of Byzantium' in R.S. BAGNALL et al. (edd.), The Encyclopedia of Ancient History (Chichester/Malden, MA, 2013) 5266-8

Stager, G. (2009). A constructionist approach to robotics. In 9th IFIP World Conference on Computers in Education, Bento Gonçalves, Brazil.

Tsovolas, S., & Komis, V. (2010). Robotic construction of elemntary students: An analysis based on Activity Theory. In proceedings of the 5th Hellenic Conference of ICT in Education (pp). Athens, Greece: National and Kapodistrian University of Athens (in Greek)

Yin, R. K. (1994). Case study techniques: Design and methods, (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage.

Yin, R. K. (2011). Applications of Case Study Research. Thousand Oaks, CA: Sage.

Ιωάννου, Β. (2016). Διεπιστημονικότητα και Προγράμματα Σπουδών Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, Διπλωματική Εργασία στο ΠΜΣ Διδακτική των Θετικών Επιστημών και ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ

Στάτη, Φ. & Καλτέκης, Γ. (2018). Διεπιστημονικές Διδακτικές Προσεγγίσεις της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και STEM, Διπλωματική Εργασία στο ΠΜΣ Διδακτική των Θετικών Επιστημών και ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ

Φεσάκης Γ., Τασούλα Ε., (2006). Σχεδιασμός χειριζόμενης μέσω ΗΥ εκπαιδευτικής ρομποτικής διάταξης για την οικοδόμηση μαθηματικών εννοιών και ανάπτυξη δεξιοτήτων αντίληψης χώρου από νήπια, Περιοδικό «Αστρολάβος» της ΕΜΕ, τεύχος 6, Ιούλιος-Δεκέμβριος 2006, σελ.: 33-54

Φράγκου, Σ., (2009). Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο και μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών. Στο: Γρηγοριάδου, Μ., Γουλή, Ε., Γόγουλου, Α. (Επιμ.): Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.

Rube Goldberg official site, https://www.rubegoldberg.com/, τελευταία πρόσβαση 28/02/2018.

Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής (2011). Υ.Π.Δ.Β.Μ.Θ/ Υπουργική Απόφαση/ ΑΠ:113719/Γ1/03-10-2011, ΦΕΚ Β' 2323/2011, Έγκριση Προγραμμάτων Σπουδών, http://ebooks.edu.gr/new/ps.php.