

# 9<sup>ο</sup>

## ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής  
Εκπαίδευσης

Παιδαγωγική Σχολή, Α.Π.Θ.



Ένωση για την εκπαίδευση στις  
Φυσικές Επιστήμες & την Τεχνολογία.

# ΕΝΕΦΕΤ

«ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ  
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ:  
ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ»

[synedrioenepfet-2015.web.auth.gr](http://synedrioenepfet-2015.web.auth.gr)

Θεσσαλονίκη,  
8-10.5.2015

Επιμέλεια:

Ψύλλος Δημήτρης,

Μολοχίδης Αναστάσιος,

Καλλέρη Μαρία

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Υπουργείο Πολιτισμού, Παιδείας και Θρησκευμάτων

# Πειραματικές Διατάξεις Φυσικών Επιστημών με Εκπαιδευτική Ρομποτική

Αναγνωστάκης Σίμος <sup>1</sup>, Σταύρου Δημήτρης <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης, sanagn@edc.uoc.gr

<sup>2</sup> Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Κρήτης, dstavrou@edc.uoc.gr

## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η δυνατότητα ανάπτυξης πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικών Επιστημών με τη χρήση Εκπαιδευτικής Ρομποτικής από μελλοντικούς δασκάλους. Στην έρευνα συμμετείχαν δεκαοχτώ φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, οι οποίοι στο πλαίσιο 12 τριώρων συναντήσεων, μέσα από μια διαδικασία μηχανολογικού σχεδιασμού, κατασκευής και προγραμματισμού, ανέπτυξαν μια σειρά πειραματικών δραστηριοτήτων αξιοποιώντας εργαλεία εκπαιδευτικής ρομποτικής. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι εβδομαδιαίες αναφορές των φοιτητών, ένα ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας, καθώς και οι δραστηριότητες και τα διδακτικά σενάρια που ανέπτυξαν. Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά για την ενσωμάτωση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

## Abstract

In the present paper the possibility to develop science experimental activities using educational robotics is investigated. Eighteen primary student teachers of the Department of Primary Education, University of Crete, developed in twelve three-hour meetings experimental activities using tools of educational robotics. Data were collected through a questionnaire, students' weekly reports and the developed experimental activities. The results are encouraging for the use of educational robotics in science teaching.

## Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια διαπιστώνεται ένα συνεχώς αυξανόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο για την αξιοποίηση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής σε μαθήματα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (π.χ. Καρατράντου, Παναγιωτακόπουλος, & Πιερρή, 2006, Psycharis et al., 2008, Church et al. 2010, Datteri et al. 2013). Η χρήση των εργαλείων της εκπαιδευτικής ρομποτικής, τα οποία παρέχουν μετρήσεις με ικανοποιητική ακρίβεια και ευκολία επανάληψης των πειραμάτων δίνει τη δυνατότητα για εμπλοκή των εκπαιδευόμενων στον πειραματισμό και την εξοικείωση με βασικές διαστάσεις της επιστημονικής διερεύνησης. Ο συνδυασμός της επιστημονικής διερεύνησης και του μηχανικού σχεδιασμού φαίνεται να μπορεί να γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ της εκμάθησης εννοιών φυσικών επιστημών και της ανάπτυξης δεξιοτήτων (Church, et al. 2010). Έχοντας ως αντικείμενο την κατασκευή (συναρμολόγηση) ενός ρομπότ οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να αναπτύξουν σύνθετες δεξιότητες (π.χ. ανάπτυξη κριτικής σκέψης, στρατηγικές επίλυσης

προβλήματος), που υποβοηθούν την κατανόηση βασικών αρχών των Φυσικών Επιστημών (Μιχαηλίδης, 2007).

Τα τελευταία χρόνια το Εργαστήριο Διδακτικής των Θετικών Επιστημών του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης, στο πλαίσιο των "καινοτόμων" πειραματικών δραστηριοτήτων που αναπτύσσει με στόχο να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ της έρευνας στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και της υπάρχουσας σχολικής πρακτικής (Σταύρου, Καλαϊτζιδάκη & Μιχαηλίδης, 2013), έχει ξεκινήσει μια προσπάθεια για την ένταξη της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στη διδασκαλία μαθημάτων Φυσικών Επιστημών. Στο πλαίσιο αυτό στην παρούσα εργασία διερευνάται η δυνατότητα σχεδιασμού και υλοποίησης πειραματικών δραστηριοτήτων σε ενότητες των Φυσικών Επιστημών με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής από μελλοντικούς δασκάλους.

## Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν 18 φοιτητές του ΠΤΔΕ Κρήτης και πραγματοποιήθηκαν συνολικά 12 τρίωρες συναντήσεις στο πλαίσιο εργαστηριακού μαθήματος Πειράματα Φυσικής και Χημείας και Εκπαιδευτική Ρομποτική. Κατά τη διάρκεια των τριών πρώτων εβδομάδων οι φοιτητές εισάγονται στις έννοιες που σχετίζονται με το ρομπότ και τον προγραμματισμό τους (Αναγνωστάκης & Φαχαντίδης, 2014). Στις επόμενες τέσσερις εβδομάδες οι φοιτητές αναλαμβάνουν έργα κατασκευής ρομπότ που να εκτελούν σχετικά απλές εργασίες, όπως απόκριση σε συγκεκριμένα γεγονότα σε πραγματικό χρόνο, με στόχο την εξοικείωση με τις ιδιαιτερότητες του προγραμματισμού ενός ρομπότ. Στις υπόλοιπες εβδομάδες οι φοιτητές επιλέγουν φαινόμενα από το πεδίο των Φυσικών Επιστημών, κατασκευάζουν πειραματικές διατάξεις με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής και φτιάχνουν διδακτικά σενάρια για μαθητές Δημοτικού. Οι δραστηριότητες και τα σενάρια που κλήθηκαν να αναπτύξουν ήταν προσανατολισμένα στη Μάθηση μέσω Διερεύνησης στις Φυσικές Επιστήμες και συγκεκριμένα ακολουθούσε το παρακάτω σχήμα:

- εισαγωγή (πρόβλημα ή πρόκληση που έπρεπε να λύσουν)
- σχεδιασμός λύσεων (προτάσεις λύσεων- θεωρητικοί υπολογισμοί - κατασκευή – προγραμματισμός-πρόβλεψη)
- εφαρμογή –(δοκιμές – μετρήσεις – διορθώσεις)
- παρουσίαση (μετρήσεων, σχολιασμός διαφορών)

Μια πιλοτική εφαρμογή των δραστηριοτήτων έγινε από τους ίδιους τους φοιτητές στο πλαίσιο μιας ανοιχτής εκδήλωσης στο 1<sup>ο</sup> Δ.Σ. Ρεθύμνου.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη των δραστηριοτήτων ήταν LEGO<sup>®</sup> Mindstorms<sup>®</sup> και ο προγραμματισμός έγινε σε υπολογιστές με Windows ή Mac χρησιμοποιώντας το LEGO<sup>®</sup> MINDSTORMS<sup>®</sup> Education NXT λογισμικό που παρέχεται από τη LEGO, μια γλώσσα οπτικού προγραμματισμού. Εκτός από τους βασικούς αισθητήρες του πακέτου LEGO MindStorms 9797 χρησιμοποιήθηκαν: Αισθητήρας Πυξίδας NXT Compass Sensor, Αισθητήρας Χρώματος NXT Color Sensor, Αισθητήρας Υπέρυθρης Ακτινοβολίας Dexter TIRThermal Infrared Sensor, αισθητήρας Πίεσης (250kPa και 500kPa) Dexter dPressure, Αισθητήρας Κάμψης Dexter dFlex, Αισθητήρας pH της Vernier, Αισθητήρας Υπεριώδους φωτός UVB της Vernier.

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι εβδομαδιαίες αναφορές που παρέδιδαν οι φοιτητές μετά από κάθε συνάντηση, οι δραστηριότητες και τα διδακτικά σενάρια που ανέπτυξαν, και ένα ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε μετά το τέλος της διαδικασίας. Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν κυρίως ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης των δεδομένων (Cohen, Manion & Morrison, 2007).

## Αποτελέσματα

Οι δραστηριότητες και τα διδακτικά σενάρια που ανέπτυξαν οι φοιτητές επικεντρώθηκαν στα ακόλουθα φαινόμενα / περιοχές των Φυσικών Επιστημών:

- Μέτρηση σταθερής ταχύτητας
- Δυνάμεις, Τριβή
- Θερμότητα-Θερμοκρασία, Τήξη - Πήξη νερού
- Μονωτικά υλικά
- Ηλιακή ενέργεια
- Ήχος – Ηχομόνωση
- Πίεση
- Χημικές αντιδράσεις
- Φως – Ανάκλαση - Απορρόφηση
- Διαφανή αδιαφανή υλικά
- Μαγνητισμός
- Μέτρηση pH
- Προσομοίωση χρήσης nanorobot

Ενδεικτικά αναφέρονται κάποια παραδείγματα από δραστηριότητες που ανέπτυξαν οι φοιτητές:

### α) Φως – Ανάκλαση (Εικόνα 1)

Ανάκλαση με τη χρήση του ρομπότ Lego Mindstorm NXT για τη διαπίστωση πως η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης. Το πείραμα υλοποιείται ως εξής: «Ρίχνουμε» φως μέσα από τον ένα σωλήνα είτε με φακό, είτε με laser. Μεταβάλλουμε τη θέση του άλλου σωλήνα και μέσω ενός αισθητήρα έντασης φωτός, εντοπίζουμε με τη βοήθεια μοιρογνωμονίου τη γωνία που η ένταση φωτός αποκτά τη μεγαλύτερη τιμή.

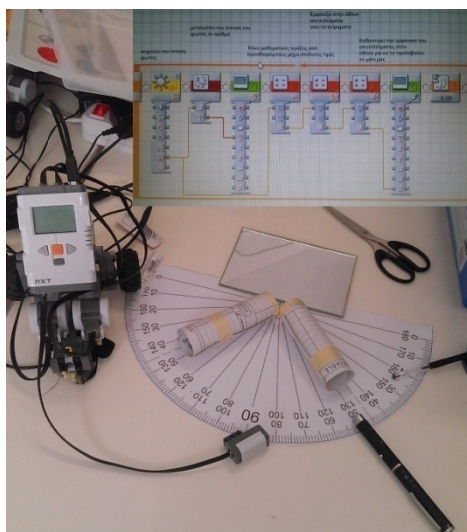
### β) Δυνάμεις (Εικόνα 2)

Με τη χρήση δύο ρομπότ, στα οποία υπάρχει η δυνατότητα αύξησης της ισχύος τους σταδιακά από το 1 έως το 100 οι μαθητές μπορούν να παίξουν το παιχνίδι «διελκυστίνδα». Στο ένα ρομπότ προσαρμόζουμε τη μια άκρη ενός δυναμόμετρου και στην άλλη άκρη το δεύτερο ρομπότ. Αλλάζοντας την ισχύ στα δύο ρομπότ υπάρχει η δυνατότητα να καταγραφούν κινήσεις προς τη μία ή την άλλη κατεύθυνση, αλλά και καμία μετακίνηση.

### γ) Τριβή (Εικόνα 3)

Στη δραστηριότητα αυτή χρησιμοποιείται μια κατασκευή-ρομπότ, που είναι ένα μεταβαλλόμενης κλίσης κεκλιμένο επίπεδο, με δυνατότητα αλλαγής του υλικού της επιφάνειάς του (π.χ. χαρτί ή σμυριδόχαρτο) για να διαπιστωθεί η εξάρτηση τα τριβής από το είδος των υλικών των δύο επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή. Στην κατασκευή έχουμε προσαρμόσει ένα αισθητήρα φωτός και ένα μικρό λαμπάκι led που συνεχώς φωτοβολεί. Ένα αντικείμενο (π.χ. ξύλινο ορθογώνιο παραλληλόγραμμο) τοποθετείται στην κεκλιμένη επιφάνεια, της οποίας αυξάνουμε σταδιακά την κλίση. Το κεκλιμένο επίπεδο σταματάει να ανυψώνεται μόλις το αντικείμενο περάσει από τον αισθητήρα φωτός. Με ένα χάρακα μετράμε το ύψος της πάνω αριστερής γωνίας της βάσης. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται αλλάζοντας κάθε φορά το υλικό της επιφάνεια της βάσης.

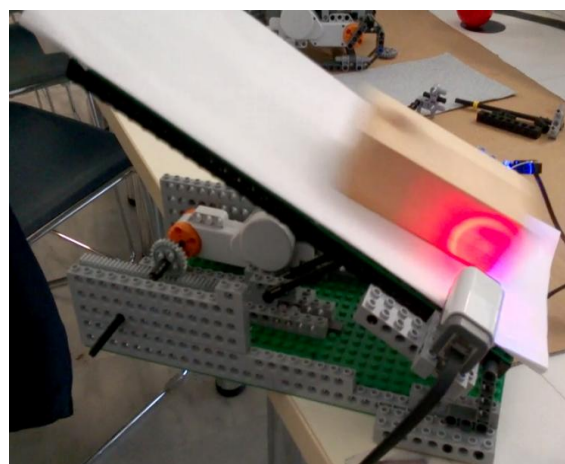
**Εικόνα 1:** Φως – Ανάκλαση



**Εικόνα 2:** Δυνάμεις



**Εικόνα 3:** Τριβή



Για την ανάπτυξη των δραστηριοτήτων οι φοιτητές κατά κανόνα χρησιμοποίησαν ιδέες από το Διαδίκτυο, τις οποίες προσαρμόσαν στο περιεχόμενο του μαθήματος Ερευνώ & Ανακαλύπτω της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης. Αν και σε αρκετές από τις δραστηριότητες που ανέπτυξαν οι φοιτητές, δε φαίνεται να γίνεται πλήρης αξιοποίηση των δυνατοτήτων της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, εντούτοις η Ειρήνη σημειώνει: «Ως εκεί φτάσαμε την κατασκευή μας, αλλά και πάλι ήταν συναρπαστικό για μένα αυτό που είχαμε κατορθώσει να κάνουμε, καθώς δεν είχα ασχοληθεί ξανά με κάτι τέτοιο και δεν είχα σκεφτεί ποτέ πως θα μπορούσα ν' ασχοληθώ μ' αυτό!».

Επιπλέον, η δοκιμαστική εφαρμογή σε σχολείο των δραστηριοτήτων που δημιούργησαν οι ίδιοι και η ανάδραση από τους μαθητές κρίνεται ως εποικοδομητική από τους φοιτητές. Η Ολίνα για παράδειγμα γράφει: «Τα οφέλη ήταν αρκετά, ως εκπαιδευτικός, γιατί το ενδιαφέρον που έδειξαν τα παιδιά με χαροποίησε ιδιαίτερα. Η επαφή με τη ρομποτική τους άνοιξε νέους ορίζοντες και τέλος η συνεργατικότητα που έδειξαν τα παιδιά με εξέπληξε ευχάριστα.». Το ίδιο και ο Μιχάλης: «Ήμουν από τους τυχερούς λοιπόν που πήρα το σεμινάριο αυτό, διότι μέσα από τα πειραματικά σενάρια που κάναμε, σε κάθε μάθημα ξεχωριστά και την βοήθεια σας

είδαμε δυνατότητες που θα μπορούμε αργότερα αν μας δοθεί η ευκαιρία μέσα από τον χώρο εργασίας μας να παρουσιάσουμε στους μαθητές κάτι το διαφορετικό από όσα έχουν συνηθίσει να βλέπουν στα καθημερινά μαθήματα τους!». Ενώ η Γεωργία αναφέρει «Γενικότερα σε όλη αυτή τη διαδικασία παρουσιάστηκαν πολλά προβλήματα κάτι που με βοήθησε να καταλάβω ότι πολλές φορές οι δυνατότητες της τεχνολογίας μπορεί να μην ανταποκρίνονται στις προσδοκίες μας και ότι πρέπει να συμβιβαστούμε με αυτό που έχουμε».

Από την ανάλυση του ερωτηματολογίου προκύπτει ότι οι φοιτητές θεωρούν αρκετά σημαντική την προσέγγιση να αξιοποιηθεί η Εκπαιδευτική Ρομποτική ως διδακτικό εργαλείο για την ανάπτυξη πειραματικών δραστηριοτήτων (57%). Πιστεύουν ότι είναι σε θέση να το εντάξουν στο παιδαγωγικό σχεδιασμό τους (67%), αλλά θεωρούν δύσκολο ότι θα είναι σε θέση μελλοντικά να επιλύσουν τεχνικά προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τον σχεδιασμό των δραστηριοτήτων (15,8%).

Σε γενικές γραμμές η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η ενασχόληση των φοιτητών με την ανάπτυξη των δραστηριοτήτων θέτοντας οι ίδιοι τους στόχους οδηγεί σε μια ενίσχυση του ενδιαφέροντός τους για τις Φ.Ε. και την Τεχνολογία, αλλά και της αυτοπεποίθησή τους σε σχέση με την ικανότητά τους να διαχειριστούν καινοτόμα εργαλεία στη διδασκαλία των Φ.Ε. Παρόλα αυτά διαφαίνεται μια έλλειψη σε γνώσεις προγραμματισμού αλλά και στην αλγοριθμική σκέψη. Ένα γεγονός που και οι ίδιοι φοιτητές επισημαίνουν, καθώς πέρα από περισσότερες δυνατότητες για εφαρμογή των δραστηριοτήτων που ανέπτυξαν απαιτούν και να αφιερωθεί περισσότερος χρόνος στη λογική του προγραμματισμού.

## **Συμπεράσματα**

Τα αποτελέσματα της έρευνας μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι φοιτητές του παιδαγωγικού τμήματος είναι σε θέση να αναπτύξουν δραστηριότητες των Φ.Ε. με τη χρήση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Οι φοιτητές παρόλο που είχαν στη διάθεσή τους 12 συναντήσεις, κατάφεραν να αναπτύξουν αξιόλογες πειραματικές δραστηριότητες. Παράλληλα όμως φαίνεται ότι χρειάζεται περισσότερος χρόνος ειδικότερα στο μέρος της εξοικείωσής τους με το καθαρά προγραμματιστικό μέρος. Φαίνεται επίσης ότι η Εκπαιδευτική Ρομποτική μπορεί να συμβάλλει ως διδακτικό εργαλείο στην αύξηση του ενδιαφέροντος για τις Φ.Ε. και την Τεχνολογία καθώς και στην ενίσχυση της αυτοεκτίμησης των μελλοντικών δασκάλων να ασχοληθούν ενεργά με τη διδασκαλία των Φ.Ε.

Σίγουρα η συμβολή της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε μαθήματα φυσικών επιστημών χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση ιδιαίτερα προς την κατεύθυνση απόκτηση γνώσης φυσικών επιστημών αλλά και ανάπτυξης δεξιοτήτων που σχετίζονται με επιστημονικές διαδικασίες. Η παρούσα έρευνα δείχνει όμως ότι αξίζει τον κόπο να δοθεί περισσότερη προσοχή στην εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

## **Βιβλιογραφία**

Αναγνωστάκης Σ., Φαχαντίδης Ν. (2014). *Διερεύνηση για σχεδιασμό κατάλληλου πλαισίου προετοιμασίας των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Εκπαιδευτική Ρομποτική*, Στο: 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΤΠΕ, *Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, Ρέθυμνο 3-5 Οκτωβρίου.

Καρατράντου Α., Παναγιωτακόπουλος Χ., Πιερρή Ε., (2006). *Οι ρομποτικές κατασκευές LEGO Mindstorms στην κατανόηση εννοιών φυσικής στο Δημοτικό σχολείο: Μια μελέτη περίπτωσης*, Πρακτικά 5ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ, σελ. 310-316

Μιχαηλίδης Π.Γ. (2007). Νέες Τεχνολογίες και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Στο: Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου, Διδακτική Φυσικών Επιστημών & Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση*, 5(A), 55-72

Σταύρου, Δ., Καλαϊτζιδάκη, Μ., Μιχαηλίδης, Π. (2013). *Καινοτόμες Πειραματικές Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. (Οργάνωση – Συντονισμός Εργαστηρίου) Στο: Δ. Βαβουγιός & Παρασκευόπουλος Στ. (Επιμ.): *Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, σελ. 1093-1099

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6<sup>th</sup> Edition). London-New York: Routledge.

Church W., Ford T., Perova N., Rogers Ch. (2010) Physics With Robotics Using LEGO® MINDSTORMS® in High School Education, In: *Educational Robotics and Beyond, Papers from the 2010 AAAI Spring Symposium 22-24 March*, Association for the Advancement of Artificial Intelligence, Stanford, California, USA

Datteri, E., Zecca, L., Laudisa, F., Castiglioni, M. (2013). Learning to explain: the role of educational robots in science education. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 29 - 38,

Psycharis, S., Makri-Botsari, E. and Xynogalas, G. (2008). The use of Educational Robotics for the teaching of Physics and its relation to self-esteem. In: *Workshop Proceedings of SIMPAR2008, Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*, (pp.132-142), Venice, Italy.