

Σχεδιάζοντας δραστηριότητες ρομποτικής για μαθητές Γυμνασίου

Σ. Φράγκου¹, Μ. Γρηγοριάδου², Κ. Παπανικολάου³

¹Δ. Π. Μ. Σ. στη Βασική και Εφαρμοσμένη Γνωστική Επιστήμη

²Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ

³ΑΣΠΑΙΤΕ

s_frangou@phs.uoa.gr, gregor@di.uoa.gr, spap@di.uoa.gr

Περίληψη

Η ρομποτική φέρνει στην εκπαίδευση εργαλεία τα οποία υποστηρίζουν την αποκαλυπτική και διερευνητική μάθηση σε ποικίλες θεματικές περιοχές του σχολικού αναλυτικού προγράμματος όπως η Φυσική τα Μαθηματικά, η Τεχνολογία και η Πληροφορική. Η δυναμική των εργαλείων αυτών μπορεί να αναδειχθεί μέσα σε ένα μαθητοκεντρικό περιβάλλον το οποίο αξιοποιεί τις αρχές του εποικοδομισμού. Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζεται ένα μεθοδολογικό πλαίσιο ανάπτυξης δραστηριοτήτων στα πλαίσια του εποικοδομισμού και ο τρόπος με τον οποίο αυτό αξιοποιήθηκε με φοιτητές του τμήματος της Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών που παρακολούθησαν το μάθημα της Διδακτικής της Πληροφορικής.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτική ρομποτική, *Lego Mindstorms*, εποικοδομισμός, συνθετικές εργασίες

Abstract

Robotics bring to education new tools which support exploratory and inquiry learning in a number of fields of the curriculum such as Physics, Technology and IT. The true dynamics of these tools may be revealed within a student-centered environment based on constructivism. In this paper we present a methodological context for developing activities within the scope of constructivism as this was used by students of the ICT Department of Athens University.

Keywords: *educational robotics, Lego Mindstorms, scaffolding, project based learning*

1. Εισαγωγή

Η ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στα σχολεία της πρωτοβάθμια και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έγινε εφικτή τα τελευταία χρόνια μέσα από τη χρήση ανακυκλούμενων υλικών τα οποία επιτρέπουν την κατασκευή ρομποτικών μοντέλων που συνδυάζουν κινητήρες και αισθητήρες. Τα μοντέλα αυτά προγραμματίζονται με κατάλληλο λογισμικό και μπορούν να εκδηλώσουν ποικίλες συμπεριφορές. Η εργασία των μαθητών με αυτά τα μοντέλα επιτρέπει τον πειραματισμό και τη διερεύνηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών, των Μαθηματικών, της Τεχνολογίας και της Πληροφορικής (Carbonaro, Rex & Chambers, 2004; Denis & Hubert, 2001; Rusk et al., 2008).

Το παιδαγωγικό πλαίσιο το οποίο μπορεί να αναδείξει τα οφέλη είναι αυτό του εποικοδομισμού. Η μάθηση στην προσέγγιση αυτή είναι ενεργή διαδικασία κατά την οποία ο μαθητής μέσα από την αλληλεπίδραση του με το φυσικό και κοινωνικό χώρο οδηγείται στη οικοδόμηση νοητικών δομών οι οποίες ερμηνεύουν ικανοποιητικά την εμπειρία που αποκτά. Σε αυτή τη διαδικασία οι προϋπάρχουσες δομές και γνώσεις του μαθητή αποκτούν ιδιαίτερη σημασία μιας και μέσα από αυτές γίνεται κατανοητός ο κόσμος και ερμηνεύεται κάθε νέα γνωστική εμπειρία.

Στην παρούσα εργασία θα περιγράψουμε τα βασικά χαρακτηριστικά της διδασκαλίας στα πλαίσια του εποικοδομισμού και θα σκιαγραφήσουμε τη στρατηγική της σταδιακής υποστήριξης (*scaffolding*). Μέσα από τη σύνθεση αυτών των στοιχείων θα περιγράψουμε ένα μοντέλο ανάπτυξης δραστηριοτήτων ρομποτικής και θα παρουσιάσουμε τα βασικά εργαλεία με τη βοήθεια των οποίων ο εκπαιδευτικός μπορεί να καθοδηγηθεί στην ανάπτυξη δραστηριοτήτων. Τέλος θα παρουσιάσουμε παραδείγματα των εργασιών που παράχθηκαν με τη βοήθεια της μεθοδολογίας αυτής από φοιτητές του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ.

2. Ο εποικοδομισμός στη διδασκαλία

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά της εκπαιδευτικής πράξης

Η αναζήτηση κατάλληλων διδακτικών στρατηγικών οι οποίες μπορούν να υπηρετήσουν αποτελεσματικά τη μάθηση στα πλαίσια της θεωρίας του εποικοδομισμού αποτέλεσε και αποτελεί αντικείμενο πολλών ερευνητικών εργασιών (Tenenbaum et. al., 2001; Saunders, 1992). Κοινά χαρακτηριστικά τα οποία καταγράφονται στη αρθρογραφία και ως προς τα οποία μπορούμε να αξιολογήσουμε το βαθμό στον οποίο ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον προσεγγίζει τις αρχές του εποικοδομισμού είναι:

Α) Το περιεχόμενο της μάθησης και ο βαθμός που αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί ως αυθεντικό. Αυθεντικό μπορεί να χαρακτηριστεί το περιεχόμενο της διδασκαλίας που είναι κοντά στην καθημερινή εμπειρία του μαθητή ή είναι στα άμεσα ενδιαφέροντά του. Η αυθεντικότητα διευκολύνει την αξιοποίηση της πρότερης εμπειρία του μαθητή, προκαλεί το ενδιαφέρον του, τον κινητοποιεί και δυναμικά μπορεί να οδηγήσει στην οικειοποίηση του περιεχομένου της μάθησης.

Β) Η εμπειρία που αποκτά ο μαθητής μέσα από την αλληλεπίδραση με το μαθησιακό περιβάλλον. Η ενεργή συμμετοχή του μαθητή σε διαδικασίες όπως η κατασκευή, ο χειρισμός εργαλείων και η διερεύνηση των σχέσεων που αναδεικνύονται είναι χαρακτηριστικά στοιχεία της μάθησης στον εποικοδομισμό. Ενεργή συμμετοχή θεωρείται όχι μόνο η φυσική αλληλεπίδραση με αντικείμενα αλλά και η εμπλοκή του μαθητή σε νοητικές διεργασίες όπως η διατύπωση ερωτήσεων, η αναζήτηση μοτίβων, η επιλογή στρατηγικών και η διατύπωση συμπερασμάτων. Η ανάπτυξη συνθετικών εργασιών, η λύση προβλημάτων, ο χειρισμός κατασκευών είναι μερικές από τις διδακτικές πράξεις οι οποίες μπορούν να διευκολύνουν αυτόν τον τύπο της μάθησης. Μέσα από τέτοιες διεργασίες η μάθηση αποκτά νόημα, οι μαθητές μπορούν να αξιοποιήσουν την εμπειρία και την πρότερη γνώση τους στην παραγωγή ενός συγκεκριμένου έργου, μπορούν να διερευνήσουν την αξιοπιστία των νοητικών δομών που αξιοποιούν και να τις αναπροσαρμόσουν (Mayer, 2004).

Γ) Ο βαθμός ευθύνης του μαθητή στη μαθησιακή διαδικασία. Η επιλογή του περιεχομένου της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ο ρυθμός μάθησης, η αξιολόγηση, είναι μερικές από τις όψεις της διδασκαλίας στις οποίες ο μαθητής συμμετέχει ενεργά στα πλαίσια του εποικοδομισμού διαμορφώνοντας ένα μαθητοκεντρικό περιβάλλον. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καθοδηγητικός, διαμορφώνει το πλαίσιο μέσα στο οποίο συμβαίνει η μαθησιακή διαδικασία, διευκολύνει τη διαπραγμάτευση και το διάλογο, μοντελοποιεί τις διαδικασίες και τα φαινόμενα (modeling) παρέχει συστηματική υποστήριξη στην ανάπτυξη δεξιοτήτων (tutoring) και υποστηρίζει σταδιακά την οικοδόμηση της γνώσης (scaffolding) (Jonassen, 1999).

Δ) Η συνεργασία στο πλαίσιο της μικρής ομάδας και στο σύνολο της τάξης. Η προσωπική αλληλεπίδραση με την ομάδα αποτελεί i) το χώρο στον οποίο δοκιμάζεται η αλήθεια μίας ιδέας, ii) το χώρο στον οποίον ο μαθητής αποκτά επίγνωση των διαδικασιών που εκτελεί και των ιδεών που καθορίζουν τις επιλογές του και iii) το λειτουργικό χώρο στον οποίον από κοινού διαμορφώνονται ιδέες. Η γνώση, επομένως, θεωρείται ως το αποτέλεσμα της κοινωνικής διαπραγμάτευσης (Savery & Duffy, 1995).

2.2 Σταδιακή υποστήριξη του μαθητή

Η σταδιακή υποστήριξη που παρέχει ο εκπαιδευτικός στην οικοδόμηση της γνώσης (scaffolding) είναι μία διδακτική στρατηγική η οποία σύμφωνα με τον Pea έχει τις ρίζες της στην παράδοση του κοινωνικού εποικοδομισμού (Pea, 2004). Στα πλαίσια της θεωρίας του ο Vygotsky περιγράφει την έννοια της ζώνης της επικείμενης ανάπτυξης του ατόμου (zone of proximal development). Ως ζώνη επικείμενης ανάπτυξης ορίζεται το σύνολο των λειτουργιών ή δεξιοτήτων που αυτό το άτομο μπορεί να εκδηλώσει με την παρέμβαση ενός ενήλικα που διαθέτει την απαιτούμενη εμπειρία δηλαδή στην περίπτωση της διδασκαλίας του εκπαιδευτικού (Vygotsky, 1978). Το σύνολο των ενεργειών του εκπαιδευτικού που μπορούν να υποκινήσουν την έκφραση αυτών των λειτουργιών χαρακτηρίζονται ως σταδιακή υποστήριξη. Η σταδιακή υποστήριξη προσαρμόζεται στις ανάγκες του μαθητή και στις απαιτήσεις του έργου, έχει χαρακτήρα καθοδήγησης και σταδιακά απομακρύνεται όταν δεν είναι πλέον απαραίτητη αφήνοντας το έλεγχο στο μαθητή.

Τον όρο σταδιακή υποστήριξη (scaffolding) εισήγαγε στην αρθρογραφία ο Wood (Wood et al., 1996) για να περιγράψει την αλληλεπίδραση ανάμεσα σε ένα παιδί και έναν εκπαιδευτή. Τα είδη της αλληλεπίδρασης που βελτιώνουν τις επιδόσεις του παιδιού είναι: η πρόκληση ενδιαφέροντος του παιδιού για το θέμα, η απλοποίηση του έργου έτσι ώστε να είναι μέσα στις δυνατότητες του ή η μείωση του βαθμού ελευθερίας έτσι ώστε να μπορεί να είναι αποδεχτή μία μόνο απάντηση, η διατήρηση του ενδιαφέροντος του παιδιού στο στόχο, ο σχολιασμός και η ανάδειξη του σημαντικού σε συνδυασμό με τη διαρκή ανατροφοδότηση, η διατήρηση της ήρεμης ατμόσφαιρας και η επίδειξη και μοντελοποίηση δεξιοτήτων.

Ο Kao καταγράφει τρεις άξονες σε σχέση με τους οποίους μπορεί να αναπτυχτεί η σταδιακή υποστήριξη συνθέτοντας ένα τρισδιάστατο μοντέλο υποστήριξης: ιεράρχηση των έργων ως προς την δυσκολία και τη συνθετότητα τους, διαβάθμιση στο βαθμό παρέμβασης του εκπαιδευτικού, επανάληψη των δράσεων. Το μοντέλο αυτό ξεκινά από τα πιο απλά έργα στα οποία ο μαθητής δέχεται την πλήρη υποστήριξη του εκπαιδευτικού (η παρέμβαση αυτή μπορεί να ταυτίζεται με την επίδειξη του προς εκτέλεση έργου από το εκπαιδευτικό). Τα έργα επαναλαμβάνονται ενώ σταδιακά αποσύρεται και η υποστήριξη του εκπαιδευτικού. Μέσα από αυτό το μοντέλο αντιμετωπίζονται έργα στα οποία ο εκπαιδευτικός δεν μπορεί να περιορίσει το βαθμό ελευθερίας σε μια και μόνο μία απάντηση όπως στο παραπάνω μοντέλο (Kao et al., 1997).

Στο ίδιο περίπου πνεύμα ο Jonassen προτείνει στα πλαίσια του εποικοδομισμού την οργάνωση του εκπαιδευτικού έργου γύρω από συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους και την ανάθεση έργων στους μαθητές που έχουν προοδευτικά αυξανόμενη πολυπλοκότητα. Μία τέτοια διαβάθμιση μπορεί να είναι α) ερωτήσεις ή θέματα, β) μελέτη περιπτώσεων, γ) συνθετικές εργασίες μεγαλύτερης διάρκειας, δ) σύνθετα προβλήματα που συνδυάζουν πολλές περιπτώσεις (Jonassen, 1999).

Παράλληλα η μετάβαση του μαθητή σε ένα περιβάλλον στο οποίο έχει την ευθύνη της εργασίας του απαιτεί από μέρος του την ανάπτυξη δεξιοτήτων οι οποίες συνδέονται με τον τρόπο λειτουργίας της ίδιας της νόησης: γνώση για τον τρόπο με τον οποίο ο ίδιος λειτουργεί ως μαθητής, γνώση των στρατηγικών που μπορεί να αξιοποιήσει, ικανότητα αξιολόγησης του πότε και γιατί να χρησιμοποιηθεί μία στρατηγική. Επιπλέον, με την κατάλληλη υποστήριξη του εκπαιδευτικού ο μαθητής αναμένεται να αναπτύξει δεξιότητες αυτορύθμισης, όπως η ικανότητα σχεδιασμού της πορείας υλοποίησης ενός έργου, η ικανότητα διαχείρισης πληροφορίας, η ικανότητα αξιολόγησης και βελτίωσης στρατηγικών, η ικανότητα παρακολούθησης της εξέλιξης του έργου και αξιολόγησης αυτής ως προς συγκεκριμένα κριτήρια.

Συνοψίζοντας για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη δραστηριοτήτων ρομποτικής οφείλουμε να λάβουμε υπόψη μας τα παραπάνω χαρακτηριστικά και να αναπτύξουμε ένα περιβάλλον στο οποίο ο μαθητής εμπλέκεται ενεργά στη διαμόρφωση των θεμάτων και την ανάλυση τους, δέχεται σταδιακή υποστήριξη που του επιτρέπει να αναπτύξει τις απαραίτητες δεξιότητες και γνώσεις για την υλοποίηση του έργου που έχει αναλάβει, αξιοποιούνται εργαλεία και διαδικασίες που επιτρέπουν την αυτόνομη εργασία, κινητοποιούνται κατάλληλοι μηχανισμοί συνεργασίας μέσα στην μικρή ομάδα και στην ολομέλεια της τάξης.

3. Μοντέλο ανάπτυξης δραστηριότητας

Στη συγκεκριμένη μελέτη προτείνουμε ως καταλληλότερο μοντέλο οργάνωσης των δραστηριοτήτων της ρομποτικής το μοντέλο της συνθετικής εργασίας. Οι συνθετικές εργασίες επιτρέπουν την ανάπτυξη δραστηριοτήτων με διαφορετικό βαθμό δυσκολίας σε ένα εύρος χρόνου. Διευκολύνουν την αυτόνομη εργασία των μαθητών. Οδηγούν συνήθως στην παραγωγή ενός συγκεκριμένου προϊόντος μέσα από ομαδική εργασία. Τα θέματα τους μπορούν με ευκολία να προσαρμοστούν στα ενδιαφέροντα και τις δεξιότητες κάθε ομάδας και συνήθως επιδέχονται πολλαπλές απαντήσεις.

Οι συνθετικές εργασίες είναι ιδιαίτερα απαιτητικές, τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς που τις κατευθύνουν. Η οργάνωση της συνθετικής εργασίας οφείλει να είναι τέτοια που να διασφαλίζει τη σταδιακή υποστήριξη των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια του έργου και να παρέχει στους μαθητές τα απαραίτητα εργαλεία για την επιτυχή υλοποίησή της, είτε αυτά είναι γνώσεις και δεξιότητες είτε αυτά είναι εργαλεία οργάνωσης και αυτορύθμισης κατά την πορεία της εργασίας.

Η μεθοδολογία ανάπτυξης συνθετικών εργασιών που προτείνεται εδώ είναι βασισμένη στο μοντέλο των Carbonaro, Rex & Chambers (2004) και περιλαμβάνει πέντε στάδια: ενεργοποίηση, εξερεύνηση, διερεύνηση, δημιουργία, παρουσίαση (Πίνακας 1). Κάθε ένα από τα στάδια αυτά έχει συγκεκριμένη στοχοθεσία, η οποία υποστηρίζεται από τις κατάλληλες διδακτικές στρατηγικές σταδιακής υποστήριξης και εργαλεία αυτορρύθμισης του μαθητή. Η σπονδυλωτή αυτή οργάνωση αποσκοπεί στην ανάπτυξη επιμέρους διδακτικών παρεμβάσεων οι οποίες σταδιακά μεταφέρουν την απόφαση και τον έλεγχο της εργασίας από τον εκπαιδευτικό στο μαθητή. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί για την ανάπτυξη οποιασδήποτε άλλης διδακτικής δραστηριότητας ανεξάρτητα από τη διάρκεια και τη θεματολογία της.

Πίνακας 1: Στάδια, δραστηριότητες, ενδεικτικές στρατηγικές και εργαλεία οργάνωσης μίας συνθετικής εργασίας

Στάδιο	Δραστηριότητες	Στρατηγικές υποστήριξης	Εργαλεία
Ενεργοποίηση	→ Εισαγωγή του προβλήματος → Διατύπωση των αρχικών ερωτημάτων/προβλημάτων προς διερεύνηση	Μελέτη παραδειγμάτων Ελεύθερη έκφραση Έρευνα Ανάλυση	Καταγραφή στόχων Καταγραφή κριτηρίων αξιολόγησης
Εξερεύνηση	→ Μελέτη του τρόπου λειτουργίας και των δυνατοτήτων των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών και του λογισμικού	Παρουσίαση Επίδειξη Μίμηση Κατευθυνόμενος πειραματισμός	Διατύπωση κανόνων Καταγραφή παραδειγμάτων
Διερεύνηση	→ Διερεύνηση επιμέρους προβλημάτων	Ελεύθερη διερεύνηση Ελεύθερος πειραματισμός	Φύλλο σχεδιασμού Φύλλο παρακολούθησης Ημερολόγιο Κατάθεση εργασιών των ομάδων
Δημιουργία	→ Σύνθεση ενιαίας λύσης → Τεκμηρίωση	Ελεύθερη διερεύνηση Ελεύθερος πειραματισμός	Φύλλο σχεδιασμού Ημερολόγιο Έκθεση παρουσίασης Αξιολόγηση
Παρουσίαση	→ Παρουσίαση → Αξιολόγηση (αυτό αξιολόγηση, αξιολόγηση ομοίων, αξιολόγηση από τον εκπαιδευτικό)	Διάλογος	Έκθεση αξιολόγησης

1. **Ενεργοποίηση:** Σε αυτό το στάδιο γίνεται η εισαγωγή του θέματος που θα μελετήσουν οι μαθητές. Το θέμα είναι μερικώς καθορισμένο και οι μαθητές με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού μπορούν να το διαμορφώσουν ανάλογα με τις εμπειρίες και τα ενδιαφέροντά τους. Στη συνέχεια το θέμα αναλύεται σε επιμέρους προβλήματα/ ερωτήματα τα οποία η ομάδα δεσμεύεται να μελετήσει. Πρόκειται για ένα στάδιο στο οποίο αξιοποιούνται στρατηγικές υποστήριξης όπως η μελέτη παραδειγμάτων, η ελεύθερη έκφραση ιδεών, η έρευνα και η οργάνωση των ιδεών.

2. **Εξερεύνηση:** Κατά τη διάρκεια της εξερεύνησης, οι μαθητές αποκτούν τα απαραίτητα εφόδια για να ολοκληρώσουν την εργασία τους δηλαδή αποκτούν γνώσεις και καλλιεργούν δεξιότητες. Στο στάδιο αυτό εντάσσονται στρατηγικές όπως η παρουσίαση πληροφοριών και η επίδειξη δεξιοτήτων από τον εκπαιδευτικό, η μίμηση από το μαθητή, ο κατευθυνόμενος πειραματισμός με τη χρήση οδηγιών, η μελέτη παραδειγμάτων.

3. **Διερεύνηση:** Οι μαθητές καλούνται να αξιοποιήσουν τη γνώση και την εμπειρία τους για να δώσουν απάντηση σε κάποιο πρόβλημα. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να είναι διαφορετικό για κάθε ομάδα. Τα προβλήματα αυτά μπορεί να αποτελούν μέρος του συνολικού θέματος της συνθετικής εργασίας δηλαδή ένα είδος πάζλ. Η εργασία των μαθητών σε αυτό το στάδιο είναι αυτόνομη και συνδυάζει στοιχεία ελεύθερου πειραματισμού και διερεύνησης. Τα αποτελέσματα της εργασίας κάθε

ομάδας παρουσιάζονται στην ολομέλεια της τάξης και διατίθενται για κοινή χρήση από όλα τα μέλη της τάξης.

4. **Δημιουργία:** Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές συνθέτουν μια τελική λύση στο θέμα που διατυπώθηκε κατά το πρώτο στάδιο της δραστηριότητας. Η εργασία των μαθητών είναι αυτόνομη και οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν την πορεία της εργασίας τους σε εργαλεία όπως τα ημερολόγια ή σε φύλλα παρακολούθησης. Σημαντικό στοιχείο αυτού του σταδίου είναι η αξιολόγηση της πορείας της εργασίας της ομάδας. Εργαλείο για την αξιολόγηση αυτή είναι τα κριτήρια αξιολόγησης (rubrics) που είχαν συμφωνηθεί αρχικά στο στάδιο της ενεργοποίησης.

5. **Παρουσίαση:** Οι μαθητές κοινοποιούν τις εργασίες τους, αξιολογούν και αξιολογούνται στο πλαίσιο της ομάδας.

4. Παραδείγματα συνθετικών εργασιών

Στα πλαίσια του μαθήματος της Διδακτική της Πληροφορικής του τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του ΕΚΠΑ οι φοιτητές λαμβάνουν μέρος σε εργαστηριακά μαθήματα που έχουν στόχο την εξοικείωση τους με ποικίλα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα και εκπονούν δραστηριότητες και εργασίες με θέματα που αφορούν τη σχεδίαση και οργάνωση της διδασκαλίας εννοιών της Πληροφορικής. Κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2009-2010 είκοσι περίπου φοιτητές επέλεξαν και συμμετείχαν σε σεμινάριο εξοικείωσης με ρομποτικές κατασκευές και κατέθεσαν εργασίες σχετικές με το θέμα αυτό.

Το σεμινάριο ρομποτικής αρχικά περιλάμβανε την κατασκευή ενός αυτοκίνητου ρομπότ και εισαγωγή στις βασικές λειτουργίες κίνησης και ελέγχου του ρομπότ με τη βοήθεια αισθητήρων καθώς και εισαγωγή στις λειτουργίες συλλογής δεδομένων από αισθητήρες. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν οι βασικές αρχές εκπαιδευτικής αξιοποίησης των κατασκευών αυτών και οι φοιτητές σε ομάδες κλήθηκαν να καταθέσουν μία πρόταση εκπαιδευτικής αξιοποίησης μίας κατασκευής. Η πρόταση τους υλοποιήθηκε κατασκευαστικά και στη συνέχεια κάθε ομάδα σχεδίασε και κατέγραψε την προτεινόμενη πορεία της διδασκαλίας καθώς και όλα τα συμπληρωματικά υλικά όπως φύλλα εργασίας, οδηγίες κατασκευής και αρχεία προγραμματισμού. Στη διάρκεια της εργασίας τους οι φοιτητές είχαν στη διάθεση τους την περιγραφή της μεθοδολογίας (Πίνακας 1), ερωτήσεις για την ανάπτυξη κάθε σταδίου (Πίνακας 2) και ένα παράδειγμα συνθετικής εργασίας ανεπτυγμένο με την προτεινόμενη μεθοδολογία. Συνολικά το σεμινάριο περιλάμβανε τρεις τρίωρες συναντήσεις στο εργαστήριο και εργασία στο σπίτι με δυνατότητα υποστήριξης από τον επιμορφωτή.

Πίνακας 2: Ερωτήσεις που καθοδηγούν το σχεδιασμό μιας συνθετικής εργασίας

Προετοιμασία

1. Ποιοι είναι οι εκπαιδευτικοί στόχοι;
 2. Ποιες είναι οι διαθεματικές δεξιότητες/γνώσεις που θα αξιοποιηθούν;
 3. Ποια είναι τα ερωτήματα/προβλήματα που θα διερευνηθούν;
-

Ενεργοποίηση

1. Ποια είναι η κατάλληλη παρουσίαση για την εισαγωγή του θέματος; Με ποια μέσα θα κινητοποιηθεί η σκέψη των μαθητών;
 2. Με ποιο σενάριο θα γίνει η εισαγωγή στη δραστηριότητα;
 3. Πώς θα οργανωθεί ο αρχικός διάλογος με τους μαθητές; Πώς θα κατηγοριοποιηθούν οι πληροφορίες που θα παρουσιαστούν;
 4. Με ποιο τρόπο τα προσωπικά ερωτήματα των μαθητών θα ενταχτούν στο αρχικό σενάριο;
 5. Ποια θα είναι τα τελικά προϊόντα της εργασίας;
 6. Ποια θα είναι η σύνθεση των ομάδων για την καλύτερη αντιμετώπιση του συγκεκριμένου έργου;
-

Εξερεύνηση

1. Ποιες είναι οι γνώσεις που οφείλουν να έχουν οι μαθητές για να αντιμετωπίσουν το συγκεκριμένο πρόβλημα;
 2. Με ποιον τρόπο θα γίνει η υπενθύμιση/επανάληψη των προαπαιτούμενων γνώσεων ή θα διδαχτούν οι νέες γνώσεις; Ποια ερωτήματα/δράσεις θα ενισχύσουν την κατανόηση;
 3. Εξασφαλίζεται μέσα από τις διδακτικές τεχνικές που επιλέγονται ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε όλες τις φάσεις;
 4. Μήπως χρειάζεται να γίνει υπενθύμιση ή διδασκαλία κάποιων τεχνικών πειραματισμού, έρευνας και συνεργασίας;
-

5. Με ποια εργαλεία θα αξιολογηθεί ο βαθμός στον οποίο επιτεύχθηκαν οι στόχοι του συγκεκριμένου σταδίου; Με ποια μέσα θα δοθεί ανατροφοδότηση στους μαθητές;

Διερεύνηση

1. Ποιες τεχνικές αυτοοργάνωσης θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές;
2. Με ποιους τρόπους θα γίνει η ανατροφοδότηση των ομάδων κατά τη διάρκεια της αυτόνομης εργασίας;
3. Με ποιους τρόπους θα γίνει η επικοινωνία μεταξύ των ομάδων και πώς θα διασφαλιστεί η αξία αυτής της επικοινωνίας;

Δημιουργία

1. Με ποια μέσα θα συντηρηθεί/ενθαρρυνθεί η κινητοποίηση των μαθητών;
2. Με ποιον τρόπο τεκμηριώνεται η εργασία των μαθητών;
3. Πώς θα οργανωθεί η παρουσίαση των εργασιών των μαθητών;
4. Ποια είναι τα εργαλεία αξιολόγησης που θα χρησιμοποιηθούν;

Παρουσίαση

1. Ποια μορφή θα έχει η αυτοαξιολόγηση των ομάδων και των μαθητών ατομικά;
2. Ποια μορφή θα έχει η αξιολόγηση που θα πραγματοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό;
3. Με ποιον τρόπο θα δοθεί ανατροφοδότηση από την υπόλοιπη τάξη;

Οι προτάσεις που κατατέθηκαν είχαν στην πλειοψηφία τους σαν αφετηρία μία κατασκευή που οι φοιτητές βρήκαν στο διαδίκτυο και τους φάνηκε ενδιαφέρουσα. Εδώ θα παρουσιάσουμε τρία αντιπροσωπευτικά παραδείγματα και τον τρόπο με τον οποίο αξιοποιήθηκε το μοντέλο ανάπτυξης συνθετικών εργασιών που περιγράφηκε παραπάνω.

4.1 Ο Alfa Rex

Ο Alfa Rex είναι μια οντότητα ανθρωπομορφική η οποία μπορεί να μιμηθεί την ανθρώπινη βάδιση. Στόχος της συνθετικής εργασίας αυτής είναι η κατασκευή του ρομπότ, η μελέτη των μηχανολογικών του χαρακτηριστικών, η χρήση βασικών εντολών προγραμματισμού (κίνηση, δομή επιλογής, δομή επανάληψης) και η απόδοση σε αυτό μιας φυσικής συμπεριφοράς όπως το βάδισμα και ο χορός. Κατά τη διάρκεια της ενεργοποίησης ο εκπαιδευτικός μπορεί να συνθέσει το πρόβλημα που πρόκειται να μελετήσει με τους μαθητές του μέσα από παραδείγματα ανάλογων κατασκευών που θα βρει στο διαδίκτυο. Στο στάδιο της εξερεύνησης οι μαθητές κατασκευάζουν και προγραμματίζουν με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού το ρομπότ ώστε να βαδίζει και να μπορεί να χορεύει. Κατά τη διερεύνηση οι μαθητές μελετούν προβλήματα τα οποία μπορούν να εμπλουτίσουν την συμπεριφορά του χορευτή (αντίδραση σε ήχο διαφορετικής έντασης, αναγνώριση εμποδίων, επικοινωνία με άλλα ρομπότ στο χώρο, προβολή εικόνων στην οθόνη). Κατά τη διάρκεια της δημιουργίας κάθε ομάδα αξιοποιεί τα στοιχεία που μελετήθηκαν και προγραμματίζει το δικό της χορευτή. Ακολουθούν οι παρουσιάσεις των ομάδων και η αξιολόγηση των εργασιών τους.



Εικόνα 1: ο Alfa Rex

4.2 Ο εξερευνητής

Ο εξερευνητής είναι ένα ρομπότ που μπορεί να κινείται στο χώρο με τη βοήθεια δύο κινητήρων, διαθέτει περιστρεφόμενο αισθητήρα υπερήχων και αισθητήρα αφής. Ο στόχος αυτής της συνθετικής εργασίας είναι η κατασκευή και ο προγραμματισμός ενός ρομπότ το οποίο μπορεί να κινείται στο χώρο αποφεύγοντας τα εμπόδια. Η ενεργοποίηση περιλαμβάνει την περιγραφή του προβλήματος από την ομάδα των μαθητών. Στο στάδιο της εξερεύνησης οι μαθητές εξοικειώνονται με τις βασικές λειτουργίες κίνησης και τις βασικές δομές προγραμματισμού. Στη διάρκεια της διερεύνησης οι ομάδες επεξεργάζονται λύσεις σε ερωτήματα όπως η περιστροφή του αισθητήρα υπερήχων και η αναγνώριση εμποδίων στο χώρο, η αλλαγή κατεύθυνσης κίνησης όταν ακουμπά σε εμπόδια, η στροφή στο χώρο. Κατά τη διάρκεια της δημιουργίας οι μαθητές συνθέτουν τα επιμέρους στοιχεία σε

μία συνολική λύση που επιτρέπει στον εξερευνητή να κινείται ελεύθερα στο χώρο. Οι εργασίες των μαθητών παρουσιάζονται και αξιολογούνται.

4.3 Μελέτη της ταχύτητας

Η ομάδα αυτή επέλεξε για την εργασία της να αναπτύξει δραστηριότητες για τη μελέτη της έννοιας της ταχύτητας και της ευθύγραμμη ομαλής κίνησης. Επέλεξε μία απλή κατασκευή, ένα αυτοκίνητο το οποίο είχε ένα αισθητήρα φωτός, και σχεδίασε μία συνθετική εργασία γύρω από το ερώτημα «Ποιος κερδίζει σε αυτόν τον αγώνα;». Αναλυτικότερα ο στόχος της συνθετικής εργασίας αυτής ήταν οι μαθητές να προγραμματίσουν το αυτοκίνητο ρομπότ να κινηθεί με διάφορους τρόπους, να περιγράψουν (ορίσουν) την ταχύτητα ενός σώματος και να διερευνήσουν τη σχέση των μεγεθών μετατόπισης -χρόνο στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Η διάρκεια της συνθετικής εργασίας είναι τρεις ώρες και αφορά μαθητές Β Γυμνασίου. Οι μαθητές καλούνται στο στάδιο της ενεργοποίησης σε ατομικό επίπεδο να παρακολουθήσουν εικόνες από αγωνίσματα του στίβου και να απαντήσουν το ερώτημα «Ποιος κερδίζει σε αυτόν τον αγώνα;». Στη συνέχεια στο στάδιο της εξερεύνησης πειραματίζονται σε ομάδες με ένα αυτοκίνητο ρομπότ το οποίο τρέχει με μία συγκεκριμένη ταχύτητα. Οι πειραματισμοί επιτρέπουν τη σύγκριση του χρόνου κίνησης κάθε αυτοκινήτου καθώς και της διανυόμενης απόστασης με την ταχύτητα του. Μέσα από τις συγκρίσεις προκύπτει η σχέση των μεγεθών μετατόπισης και χρόνου με την ταχύτητα. Στη διάρκεια της διερεύνησης οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν πειράματα τα οποία δείχνουν τη σχέση των μεγεθών χρόνου, μετατόπισης και ταχύτητας στην περίπτωση ενός αυτοκινήτου που κινείται με σταθερή ταχύτητα με τη βοήθεια των λειτουργιών της συλλογής δεδομένων. Οι ομάδες παρουσιάζουν την εργασία τους.



Εικόνα 2: Ο Εξερευνητής

4. Συζήτηση

Η διδασκαλία με τις νέες τεχνολογίες και ειδικότερα με τεχνολογικά εργαλεία όπως η εκπαιδευτική ρομποτική προσφέρει δυνατότητες και δημιουργεί νέες προκλήσεις. Η δημιουργική αξιοποίηση διδακτικών στρατηγικών που προτείνονται στα πλαίσια του εποικοδομισμού μας οδήγησε στην σύνθεση ενός μοντέλου ανάπτυξης συνθετικών εργασιών σε πέντε στάδια. Χαρακτηριστικά του μοντέλου αυτού είναι: η συνδιαμόρφωση του θέματος μελέτης από τον εκπαιδευτικό και τους μαθητές στη διάρκεια της ενεργοποίησης, η σταδιακή υποστήριξη των μαθητών στην εξέλιξη της εργασίας τους μέσα από δραστηριότητες επίδειξης και κατευθυνόμενου πειραματισμού στα πλαίσια της εξερεύνησης, η μετάβαση της ευθύνης της εργασίας στους μαθητές κατά τη διάρκεια της διερεύνησης και της δημιουργίας με την ταυτόχρονη υποστήριξη τους με εργαλεία αυτοπαρακολούθησης και αξιολόγησης και τέλος η έκθεση κάθε ομάδας στην κρίση της ολομέλειας της τάξης και της ευρύτερης κοινότητας.

Οι συνθετικές εργασίες που προτάθηκαν από φοιτητές ακολούθησαν το προτεινόμενο μοντέλο. Όλες προτείνουν την οργάνωση της εργασίας των μαθητών σε ομάδες. Σε όλες τις περιπτώσεις η αφορμή είναι ένα θέμα (συνήθως η κατασκευή) γύρω από το οποίο αναπτύσσεται η εργασία τους. Το θέμα αναλύεται σε επιμέρους ερωτήματα τα οποία άλλοτε προσεγγίζονται με τη καθοδήγηση του εκπαιδευτικού και άλλοτε ανατίθενται προς διερεύνηση και σύνθεση στις ομάδες των μαθητών. Σε κάθε περίπτωση αξιοποιείται η τεχνική της παρουσίασης της εργασίας κάθε ομάδας την ολομέλεια της τάξης και η τεχνική της αυτοαξιολόγησης.

Η πρόταση της εκπαιδευτικής αξιοποίησης της ρομποτικής που παρουσιάζουμε εδώ συνδυάζει την αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογικών εργαλείων με τον ταυτόχρονο εκσυγχρονισμό των διδακτικών πρακτικών. Διαμορφώνει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον που προωθεί την αυτόνομη μάθηση, την αλληλοϋποστήριξη των μελών της τάξης την ελεύθερη έκφραση και τη δημιουργία. Ο εκπαιδευτικός σε αυτό το περιβάλλον μπορεί να λειτουργήσει ως παιδαγωγός υποστηρίζοντας κάθε φορά με διαφορετικό τρόπο το μαθητή στη διαδικασία μάθησης άλλοτε δείχνοντας τον κατάλληλο τρόπο,

άλλοτε παρέχοντας τις κατάλληλες εκπαιδευτικές εμπειρίες και άλλοτε υποστηρίζοντας το μαθητή με δεξιότητες αυτόνομης εργασίας.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε όλους τους φοιτητές του τμήματος της Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ για την συμμετοχή τους στην έρευνα.

Βιβλιογραφία

- Carbonaro, M., Rex, M. & Chambers, J.(2004). Using LEGO Robotics in a Project-Based Learning Environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 6(1). Retrieved 22/9/2008, from <http://imej.wfu.edu/articles/index.asp>.
- Denis, B. & Hubert, S. (2001). Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behaviour*, 17, 465 – 480.
- Jonassen, D. H. (1999). Constructing learning environments on the web: Engaging students in meaningful learning. *EdTech 99: Educational Technology Conference and Exhibition 1999: Thinking Schools, Learning Nation*.
- Kao, M. T. & Lehman, J. D. (1997). Scaffolding in a computer-based constructivist environment for teaching statistics to college learners. *Paper presented at the American Educational Research Association (AERA) 1997 Annual Meeting*, Chicago, IL, USA.
- Kirschner, P., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why minimally guided learning does not work: an analysis of the failure of discovery learning, problem-based learning, experiential learning and inquiry-based learning. *Educational Psychologist*, 41, 75e86.
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three strikes rule against pure discovery? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59, 14e19.
- Rusk, Z. N., Resnick, M., Berg, R. & Pezalla-Granlund, M. (2008). New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. *Journal of Science Education Technology*. 17, 59 – 69.
- Saunders, W. (1992). The constructivist perspective: Implications and teaching strategies for science. *School Science and Mathematics*, 92(3), 136-141.
- Savery, J. R. & Duffy, M. T. (1995). Problem Based Learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35, 31 – 38
- Tenenbaum G., Naidu, S., Jegede, O. & Austin, J. (2001). *Constructivist pedagogy in conventional on campus and distance learning practice: an exploratory investigation in Learning and Instruction*, pp. 87-111
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher mental processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman, Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wood, D. & Middleton, D. (1975). A study of assisted problem solving. *British Journal of Psychology*, 66, 181–191.