

**Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΉ ΡΟΜΠΟΤΙΚΉ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΛΥΣΗ
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
LEGODACTA**

Άντρη Δημητρίου
Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια στο Π.Μ.Σ.
«Διδακτική των Φυσικών Επιστημών
και Νέες Τεχνολογίες» του
Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής
Εκπαίδευσης του Α.Π.Θ.
E-mail: andimitr@eled.auth.gr

Ευριπίδης Χατζηκρυνιώτης
Επίκουρος Καθηγητής στο Τμήμα
Φυσικής, Α.Π.Θ.
E-mail: evris@skiathos.physics.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι αυξημένες ανάγκες της κοινωνίας για τεχνολογικά ενημέρους πολίτες επιβάλλουν τη διερεύνηση νέων υλικών αλλά και μεθόδων που θα εξοικειώσουν τα παιδιά με τη λειτουργική χρήση της τεχνολογίας και θα τους επιτρέψουν να διερευνούν βαθύτερα τον πραγματικό κόσμο. Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό περιβάλλον, όπου ο χρήστης (μαθητής) είναι σε θέση, με τη βοήθεια μιας απλής γλώσσας προγραμματισμού, να συνθέσει και να κατευθύνει μια τεχνολογική οντότητα, όπως για παράδειγμα ένα αυτοκινητάκι-ρομπότ. Πέρα από την προφανή συμβολή της στον τεχνολογικό αλφαριθμητισμό των παιδιών, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να βρει άμεση εφαρμογή στις φυσικές επιστήμες, στα μαθηματικά και στη λύση προβλήματος, ενώ οι έρευνες δείχνουν ότι ταυτόχρονα προάγει τη συνεργατική μάθηση, την αυτοπεποίθηση και τη δημιουργικότητα των παιδιών. Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η ανάπτυξη μαθησιακών εφαρμογών χρησιμοποιώντας τα LegoDacta με στόχο την αξιολόγηση τους ως μαθησιακού εργαλείου και τις δυνατότητές τους να συμβάλουν στη διδασκαλία της επίλυσης προβλήματος, στην προετοιμασία των παιδιών για τις νέες τεχνολογίες, στην προαγωγή της συνεργατικής μάθησης, την παροχή κινήτρων, καθώς και στη διδασκαλία προγραμματισμού.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: εκπαιδευτική ρομποτική, LegoDacta, νέες τεχνολογίες, λύση προβλήματος

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αρχικά, η ρομποτική χρησιμοποιήθηκε στο χώρο της βιομηχανίας για τον αυτοματισμό και την άρση βαρέων φορτίων (Wagner, 1998; Higgins, 1994). Αργότερα, ο Seymour Papert απλοποίησε τη ρομποτική για εκπαιδευτικούς σκοπούς

χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Logo σε συνδυασμό με το υλικό της εταιρείας Lego (Wagner, 1998). Σε ένα περιβάλλον εκπαιδευτικής ρομποτικής (E.P.), μια τεχνολογική οντότητα όπως π.χ. ένα αυτοκινητάκι-ρομπότ, κατευθύνεται από το χρήστη, με τη βοήθεια μια γλώσσας προγραμματισμού. Όπως σημειώνει ο Δαγδιλέλης και οι συνεργάτες του (1999), η ρομποτική οντότητα μπορεί να είναι εικονική, δηλαδή να απεικονίζεται μόνο στην οθόνη του υπολογιστή ή πραγματική και να δρα στο έδαφος όπως συμβαίνει με τα ρομπότ της Lego. Η χρήση του LegoDacta ως περιβάλλοντος E.P., μπορεί να βρει εφαρμογή στις φυσικές επιστήμες, στα μαθηματικά, στη λύση προβλήματος, αλλά παράλληλα μπορεί να βελτιώσει τις δεξιότητες συνεργασίας, την αυτοπεποίθηση, τη δημιουργικότητα, τα κίνητρα των παιδιών και τις δεξιότητες χειρισμού του υπολογιστή (Wagner, 1998; Palumbo & Palumbo, 1993). Επιπλέον, η E.P. παρέχει στα παιδιά το κατάλληλο περιβάλλον για να διερευνήσουν τα προβλήματα του πραγματικού κόσμου, συμβάλλοντας έτσι στη δημιουργία τεχνολογικά ενημερωμένων πολιτών σύμφωνα με τις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας. Ωστόσο, ο τεχνολογικός αυτοματισμός (*automation technology*) απουσιάζει από το αναλυτικό πρόγραμμα των σχολείων (Jarvinen & Hiltunen, 2000).

A. ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Τρίτη γενιά παιχνιδιών της εταιρείας Lego είναι ο μικροϋπολογιστής-τούβλο RCX (*programmable brick*), ο οποίος επιτρέπει την κατασκευή μοντέλων (Gindling, *et al.*, 1995). Ο μικροϋπολογιστής αποτελεί τον εγκέφαλο των μοντέλων και διαθέτει τρεις θέσεις εισόδου για αισθητήρες από τους οποίους λαμβάνει δεδομένα και ενεργεί αναλόγως, καθώς και τρεις θέσεις εξόδου για κινητήρες και λάμπες, ώστε να θέτει σε κίνηση το ρομπότ (εικόνα 1). Λαμβάνει τα προγράμματα που κατασκευάζουν τα παιδιά στον υπολογιστή, ασύρματα με υπέρυθρες ακτίνες με ένα πομπό υπέρυθρων.



Εικόνα 1: Μικροϋπολογιστής-τούβλο RCX, κινητήρες, αισθητήρες θερμοκρασίας, φωτός και αφής.

Η φιλοσοφία του εκπαιδευτικού υλικού της εταιρείας Lego, στηρίζεται στο ότι το παιδί πρέπει από μόνο του να οικοδομεί τη γνώση και ειδικότερα στην άποψη ότι η μάθηση επέρχεται μέσα από το παιχνίδι (*“learning through play”*)^[15,16]. Η φιλοσοφία αυτή έχει τις ρίζες της στον Piaget, ο οποίος υπήρξε δάσκαλος του Papert - πατέρα της Lego, όπου σύμφωνα με τη θεωρία του εποικοδομητισμού, η μάθηση μέσω του παιχνιδιού συμβάλλει στην οικοδόμηση από μέρους των παιδιών της ίδιας τους της γνώσης. Τα παιδιά ασχολούμενα με αντικείμενα που έχουν νόημα γι’ αυτά, αναπτύσσουν κίνητρα (Jarvinen & Hiltunen, 2000) και παράλληλα δημιουργείται ένα

περιβάλλον στο οποίο δρουν ως πραγματικοί επιστήμονες και εφευρέτες έχοντας αμεσότερη επαφή με τις ιδέες της επιστήμης.

B. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ LEGODACTA

Η έρευνα Infoescuela διεξήχθη σε εκατό τριάντα σχολεία του Περού διερευνώντας τα αποτελέσματα από τη χρήση του LegoDacta ^[15]. Σε συνεντεύξεις με ομάδες εστίασης που διενεργήθηκαν για τους σκοπούς της έρευνας, οι εκπαιδευτικοί που χρησιμοποίησαν το συγκεκριμένο υλικό, δήλωσαν ότι αυτό βοήθησε στα εξής σημεία:

- *Επαφή των παιδιών με τις νέες τεχνολογίες.* Παρουσιάστηκε αύξηση στο ενδιαφέρον των παιδιών να ανακαλύπτουν αλλά και να μαθαίνουν πώς λειτουργούν οι μηχανές γύρω τους.
- *Συνεργασία.* Η συνεργασία που αποτελούσε αναπόσπαστο μέρος των δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού υλικού, συνέβαλε στην αύξηση των κινήτρων των παιδιών και οδήγησε στη βελτίωση των επιδόσεών τους ^[17].
- *Δημιουργικότητα.* Οι άπειρες επιλογές που δίνει το υλικό για την κατασκευή μοντέλων, καθώς και η επίγνωση των παιδιών για την ύπαρξη πέραν από μίας σωστής απάντησης, το καθιστά ιδιαίτερα προκλητικό για τη φαντασία τους.
- *Κίνητρα.* Οι εκπαιδευτικοί παρατήρησαν ότι τα παιδιά παρακολουθούσαν το μάθημα πιο ευχάριστα και ανυπομονούσαν να εργαστούν με το υλικό.
- *Ίσες ευκαιρίες.* Το συνηθισμένο πρόβλημα σε μια τάξη είναι η ανομοιογένεια των παιδιών ^[17,18]. Το LegoDacta, ανταποκρίνεται στις ικανότητες τόσο των παιδιών που έχουν ανεπτυγμένες χειριστικές δεξιότητες τα οποία ασχολούνται με την κατασκευή του μοντέλου-ρομπότ, όσο και των παιδιών που έχουν ανεπτυγμένες δεξιότητες ανάλυσης που ασχολούνται με τον προγραμματισμό του μοντέλου. Όπως παρατηρήθηκε, με την εξοικείωση των παιδιών με το υλικό, το ενδιαφέρον των παιδιών που αρχικά έτειναν να ασχοληθούν μόνο με την κατασκευή μοντέλων μετατοπίστηκε και στον προγραμματισμό ενώ το αντίστροφο συνέβηκε στην περίπτωση των παιδιών που αρχικά ασχολούνταν μόνο με τον προγραμματισμό. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα αγόρια φαίνεται να κυριαρχούν στη χρήση του υλικού και να ασκούν κριτική στα κορίτσια, ενώ τα κορίτσια σημειώνουν μεγαλύτερη πρόοδο σε ομάδες του ίδιου φύλου (Claire, 1992; Cattán, 1988; Clegg & Mayfield, 1999). Σύμφωνα με την έρευνα των Brown (1990) και Shimabukuro (1989), παρόλο που τα αγόρια κατασκεύαζαν περισσότερα μοντέλα από τα κορίτσια, η παροχή στα κορίτσια ίσης με τα αγόρια πρόσβασης στο υλικό, ενίσχυσε την αυτοπεποίθησή τους θέτοντας σε εφαρμογή τις τεχνολογικές τους ιδέες οι οποίες και αναβαθμίστηκαν ποιοτικά μέχρι το τέλος της έρευνας. Επίσης, τα κορίτσια ήταν πιο επίμονα και συνεργάσιμα και επέδειξαν μεγαλύτερη συναισθηματική σύνδεση με τις κατασκευές τους (Collis, 1987; Damarin, 1989).
- *Ερευνητικό ενδιαφέρον.* Η δράση των παιδιών ως επιστημόνων-εφευρετών, οδήγησε στην ανάπτυξη της συνήθειας για υποβολή ερωτήσεων,

παρατήρησης, πειραματισμού και εύρεσης πρακτικών λύσεων βάσει τεχνολογικών αρχών.

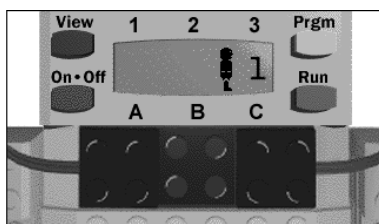
Η χρήση του LegoDacta δε σημαίνει κατ' ανάγκη ότι τα παιδιά κατανοούν πλήρως τις επιστημονικές ιδέες ^[19]. Όταν π.χ. τα παιδιά λειτουργούν τα ρομπότ της Lego, δεν εξασφαλίζουν ολοκληρωμένη εικόνα για τη σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα και την επιτάχυνση. Αυτό που αποκομίζουν είναι μια γερή βάση (“*strong foundation of thinking*”) για τη δόμηση της σκέψης γύρω από το φαινόμενο. Όταν σε κατοπινό στάδιο (από διάστημα εβδομάδας αλλά ακόμα και ετών), τα παιδιά αυτά μάθουν την έννοια της ταχύτητας και της επιτάχυνσης στην πιο αφηρημένη τους μορφή, είναι πιθανόν να έχουν ένα καλύτερο πλαίσιο κατανόησης (“*framework of understanding*”).

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ LEGODACTA

Η λειτουργία του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος LegoDacta διακρίνεται σε τέσσερα βήματα:

1. Την κατασκευή του μοντέλου–ρομπότ με τη χρήση του μικροϋπολογιστή και των υλικών Lego, σε συνδυασμό με τους αισθητήρες, τους κινητήρες και τις λάμπες.
2. Την κατασκευή του προγράμματος του μοντέλου με τη χρήση ενός από τα οκτώ επίπεδα προγραμμάτων που διαθέτει το λογισμικό Robolab 2.5.
3. Τον προγραμματισμό του μοντέλου–ρομπότ με τη μεταφορά του προγράμματος ασύρματα από τον υπολογιστή στον μικροϋπολογιστή με τον πομπό υπερύθρων.
4. Την κίνηση του μοντέλου–ρομπότ το οποίο ενεργεί σύμφωνα με το πρόγραμμα που μεταφέρθηκε σ' αυτό.

Ο μικροϋπολογιστής RCX διαθέτει τρεις θέσεις εισόδου (1,2,3) όπου μπορούν να τοποθετηθούν αισθητήρες θερμοκρασίας, φωτός, αφής και γωνίας καθώς και τρεις θέσεις εξόδου (A,B,C) όπου μπορούν να τοποθετηθούν κινητήρες, λάμπες και βομβητές (εικόνα 2). Διαθέτει από μόνο του πέντε θέσεις για επιλογή προγραμμάτων τα οποία επιλέγονται από το πλήκτρο Prgm θέτοντας σε κίνηση το μοντέλο–ρομπότ.



Εικόνα 2: Θέσεις εισόδου και εξόδου στον μικροϋπολογιστή RCX.

Το λογισμικό αποτελείται από δύο επίπεδα προγραμματισμού: α) το βασικό επίπεδο προγραμματισμού *Pilot*, που είναι το πιο απλοποιημένο και το οποίο διακρίνεται σε τέσσερα υπο-επίπεδα κλιμακούμενου βαθμού δυσκολίας και β) το προηγμένο επίπεδο προγραμματισμού *Inventor* που επίσης διακρίνεται σε άλλα τέσσερα υπο-επίπεδα. Ο προγραμματισμός ακολουθεί τις αρχές του οπτικού προγραμματισμού, όπου ο χρήστης (μαθητής) επιλέγει από μια συλλογή εικονιδίων που αντιστοιχούν σε προκαθορισμένες δράσεις και τη λογική διασύνδεση μεταξύ τους.

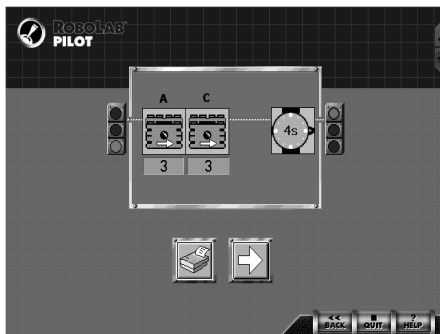
A. ΒΑΣΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ PILOT

Στο βασικό επίπεδο προγραμματισμού *Pilot*, τόσο τα εικονίδια (δράσεις) όσο και η λογική τους διασύνδεση (η σειρά των εικονιδίων στο πρόγραμμα) είναι προκαθορισμένη. Η αλλαγή της δράσης γίνεται με τον τυπικό τρόπο των windows, με αριστερό κλικ, και στη συνέχεια επιλέγεται η νέα δράση που θα αντικαταστήσει την αρχική. Παρέχεται η δυνατότητα καθορισμού της ταχύτητας και της κατεύθυνσης των κινητήρων, της έντασης του φωτός της λάμπας, του χρόνου που θα διαρκέσει η κάθε ενέργεια κ.τ.λ. Ένα παράδειγμα υλοποίησης εικονικού προγράμματος στο επίπεδο, *Pilot*, φαίνεται στην εικόνα 3, όπου οι κινητήρες A και C που κινούν αντίστοιχα τον αριστερό και δεξιό τροχό του μοντέλου, θα κινηθούν μπροστά με μέτρια ταχύτητα για τέσσερα δευτερόλεπτα και μετά θα σταματήσουν. Σε όλα τα υπο-επίπεδα υπάρχει η δυνατότητα εκτύπωσης του προγράμματος που εικονίζεται στην οθόνη. Στα ανώτερα υπο-επίπεδα, υπάρχει και η δυνατότητα αποθήκευσης, ενώ στο υψηλότερο υπο-επίπεδο παρέχεται η δυνατότητα χρήσης πολλαπλών βημάτων προγραμματισμού που το καθένα αντιστοιχεί με ένα διαφορετικό παράθυρο στην οθόνη.

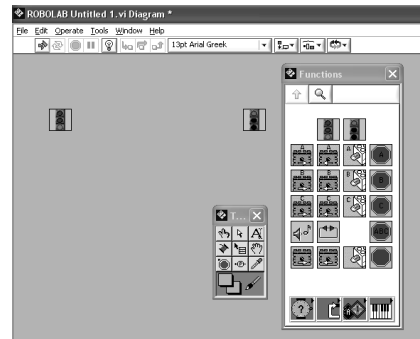
Αφού το πρόγραμμα ετοιμαστεί, πατώντας το εικονίδιο με το βέλος, όπως φαίνεται στην εικόνα 3, αυτό μεταβιβάζεται με τον πομπό υπερύθρων στον μικροϋπολογιστή. Ταυτόχρονα, για επιβεβαίωση της λήψης του προγράμματος παρουσιάζεται στην οθόνη ένα σχετικό παράθυρο που δείχνει το ποσοστό του προγράμματος που μεταφέρθηκε. Η επιτυχής μεταφορά σηματοδοτείται από χαρακτηριστικό ήχο.

B. ΠΡΟΗΓΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ INVENTOR

Το προηγμένο επίπεδο προγραμματισμού *Inventor*, περιέχει περισσότερα εικονίδια δράσεων και εντολών για πιο εξειδικευμένα προγράμματα. Επιπλέον, η διασύνδεση των εικονιδίων δεν είναι πλέον προκαθορισμένη. Στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζονται μόνο τα εικονίδια έναρξης και τερματισμού, και επαφίεται στον χρήστη (μαθητή) η λογική διασύνδεση και η δόμηση των δράσεων-εντολών. Τα εικονίδια και η διασύνδεσή τους στο επίπεδο αυτό λειτουργούν ως ο «ψευδοκώδικας» που απαντάται στις γλώσσες δομημένου προγραμματισμού (εικόνα 4).

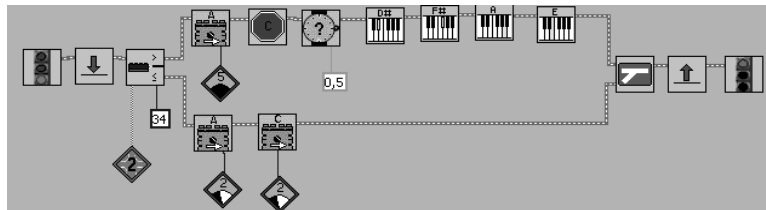


Εικόνα 3: Βασικό επίπεδο προγραμματισμού *Pilot* (Υπο-επίπεδο2)



Εικόνα 4: Προηγμένο επίπεδο προγραμματισμού *Inventor* (Υπο-

Σημαντικές επιλογές που δίνονται σ' αυτό το επίπεδο είναι η δυνατότητα του προγράμματος να ακολουθεί εναλλακτικά διαφορετικούς λογικούς κλάδους εντολών (IF...THEN...ELSE) ανάλογα με τα δεδομένα που λαμβάνει από τους αισθητήρες. Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην εικόνα 5, αν η ανάκλαση που θα καταγραφεί από τον αισθητήρα φωτός είναι μικρότερη ή ίση του 34, ένδειξη που αντιστοιχεί με μαύρο χρώμα, τότε το ρομπότ θα πρέπει να κινηθεί μπροστά, ενώ αντίθετα, αν η ένδειξη είναι πάνω από 34, που αντιστοιχεί σε λευκό χρώμα, τότε το ρομπότ θα στρίψει δεξιά με μέγιστη ταχύτητα για μισό δευτερόλεπτο και θα παίξει μουσική. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα επανάληψης του προγράμματος με τη χρήση των δύο εικονιδίων επανάληψης (DO...CONTINUOUSLY). Η εικονική αναπαράσταση της διεργασίας των λογικών βρόγχων συμβολίζεται με τα βέλη προς τα κάτω και προς τα πάνω, τα οποία και τοποθετούνται αντίστοιχα, μετά από το εικονίδιο αφετηρίας και πριν το εικονίδιο τερματισμού.



Εικόνα 5: Πρόγραμμα που ακολουθεί εναλλακτικά διαφορετικούς κλάδους εντολών.

Στο προηγμένο επίπεδο, δίδεται η δυνατότητα προσθήκης ήχου (σύνθεση με επιλεγμένες νότες), κινούμενης εικόνας από βιντεοκάμερα που μπορεί να ενσωματωθεί, καθώς και η δυνατότητα καταγραφής φυσικών μεγεθών, όπως για παράδειγμα της θερμοκρασίας από τον αισθητήρα θερμοκρασίας, και έπειτα η μεταφορά τους στον υπολογιστή για το σχηματισμό γραφικής παράστασης.

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ LEGODACTA

Τα LegoDacta χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια μιας διδακτικής παρέμβασης στο 22^ο Δημοτικό Σχολείο Λαμίας-Ροδίτσας (*Δημοσθένειο*), η οποία διάρκεσε εννέα συνεχείς μέρες κατά τις οποίες τα παιδιά διδάσκονταν καθημερινώς για δύο διδακτικές περιόδους. Βασικό κριτήριο για την επιλογή του σχολείου αποτέλεσε ο πλήρης εξοπλισμός του με εργαστήριο ηλεκτρονικών υπολογιστών, όπως επίσης και η άνεση χώρου που διέθετε το εργαστήριο. Παρά την ύπαρξη του εξοπλισμένου εργαστηρίου, δεν γινόταν χρήση του για τις ανάγκες των μαθημάτων, και οι μαθητές δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία ή διδασκαλία σε προγραμματισμό. Στη διδακτική παρέμβαση έλαβαν μέρος τέσσερα παιδιά της Στ' τάξης, κατόπιν συνδυασμένης επιλογής βάσει ενός τεστ νοητικών δεξιοτήτων λύσης προβλήματος και της επάρκειας τους στις γνώσεις χειρισμού του υπολογιστή. Επιλέγηκαν δύο αγόρια και δύο κορίτσια της Στ' τάξης τα οποία σημείωσαν καλή ή μέτρια επίδοση στο τεστ που τους δόθηκε, κατείχαν τις βασικές γνώσεις χειρισμού του ηλεκτρονικού υπολογιστή (π.χ. χρήση ποντικιού, αποθήκευση, εκτύπωση) και προέρχονταν όλα από το ίδιο μεσαίο κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο. Για σκοπούς συλλογής δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν τεστ νοητικών δεξιοτήτων λύσης προβλήματος, τεστ στάσεων λύσης προβλήματος και

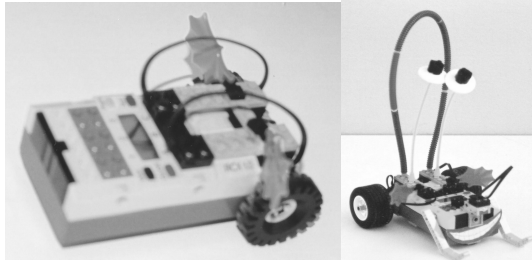
συνεντεύξεις από τα τέσσερα παιδιά που επιλέγηκαν, τόσο πριν όσο και μετά το πέρας της διδασκαλίας. Επιπλέον, καθημερινά γινόταν ηχογράφηση όλου του μαθήματος και βιντεοσκόπηση επιλεκτικά σε κρίσιμα σημεία της παρέμβασης. Τέλος, στα δεδομένα που συλλέχθηκαν συμπεριλαμβάνονται τα φύλλα εργασίας των παιδιών, τα αποθηκευμένα προγράμματα που κατασκεύασαν, τα δύο διαγωνίσματα που συμπλήρωσαν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων καθώς και φωτογραφικό υλικό από τις κατασκευές τους.

Η διδακτική εφαρμογή χωρίστηκε σε δύο φάσεις, α) την καθοδηγούμενη φάση και β) την αυτόνομη φάση. Κατά την *καθοδηγούμενη* φάση που διάρκεσε έξι μέρες, τα παιδιά εξοικειώθηκαν με τις δυνατότητες του LegoDacta. Συνειδητά δεν έγινε απόπειρα διδασκαλίας των αρχών προγραμματισμού, και οι απαιτούμενες έννοιες (βρόγχος, ροή προγράμματος, λογική επιλογή, κ.λ.π.) καλύφθηκαν με βιωματική προσέγγιση, μέσα από σε συνδυασμένες δραστηριότητες συζήτησης και παίξιμο ρόλων. Κατά την *αυτόνομη* φάση της διδακτικής εφαρμογής, που διάρκεσε τρεις μέρες, τους ανατέθηκε η τελική εργασία, ένα πλήρες λογικό και υπολογιστικό πρόβλημα, την οποία έπρεπε να διεκπεραιώσουν βάσει των γνώσεων της προηγούμενης φάσης.

A. ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΗ ΦΑΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Κατά την αρχική αυτή φάση της διδακτικής εφαρμογής, τα παιδιά ήρθαν σε μια πρώτη επαφή με το υλικό της Lego και τις δυνατότητες κατασκευών που επιτρέπει, παρατηρώντας σχετικές κατασκευές άλλων παιδιών που βρίσκονται στο διαδίκτυο. Ακολούθως έγινε μια εκτενής αναφορά στο ρόλο και στις δυνατότητες που μπορούν να έχουν τα ρομπότ στη ζωή μας, ταυτόχρονα με την επίδειξη σχετικού φωτογραφικού υλικού από τη οθόνη του υπολογιστή. Για παράδειγμα, έγινε αναφορά στο «έξυπνο σπίτι» του μέλλοντος όπου θα γίνεται χρήση αυτοματοποιημένων συσκευών.

Τα παιδιά εξοικειώθηκαν με το «κατασκευαστικό μέρος» κατασκευάζοντας το πρώτο μοντέλο-ρομπότ βάσει του βιβλίου-οδηγού που περιλαμβάνεται στο πακέτο, το οποίο ακολούθως και εμπλούτισαν προσθέτοντας επιπλέον υλικό ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε κατασκευής τους αλλά το βαθμό δημιουργικότητάς τους (εικόνα 6).



Εικόνα 6: Μοντέλο – ρομπότ που κατασκευάστηκε από τα παιδιά.

Η εισαγωγή στον προγραμματισμό και στην αλγοριθμική λογική έγινε σε τρία βήματα.

- Αρχικά, με το (προ)-προγραμματισμένο ρομπότ, στόχος ήταν η εξοικείωση των παιδιών με την ιδέα ότι μια σειρά εντολών οδηγεί σε συγκεκριμένες

δράσεις, και αντιστρόφως, η αναγνώριση ότι η αλληλουχία των δράσεων μπορεί να υλοποιηθεί από μια σειρά εντολών.

- Στο δεύτερο βήμα, (*προγραμματιζόμενο ρομπότ*) τα παιδιά ήρθαν σε επαφή με τις «λογικές ακολουθίες» ως μια αλληλουχία απλών εκτελέσιμων βημάτων.
- Στο τρίτο βήμα (*έξυπνο ρομπότ*) τα παιδιά εξοικειώθηκαν με τις αρχές του λογικού προγραμματισμού και τις συνθήκες ελέγχου.

Στο πρώτο βήμα, για το *προγραμματισμένο* ρομπότ χρησιμοποίησαν το πρώτο από τα πέντε προγράμματα που έχει αποθηκευμένα ο μικροϋπολογιστής. Η εισαγωγή στον προγραμματισμό έγινε με βιωματική προσέγγιση: δόθηκε σε κάθε ζεύγος παιδιών ένας φάκελος με τα εικονίδια (δράσεις και εντολές) του προγράμματος που θα υλοποιούσαν, κομμένα σε χαρτόνι. Αφού επεξηγήθηκε η λειτουργία του κάθε εικονιδίου, η κάθε ομάδα έπρεπε να σειροθετήσει τα εικονίδια, με όποιο τρόπο ήθελε σχηματίζοντας διάφορες εντολές που στην ολότητά τους αποτελούσαν ένα πρόγραμμα. Ακολούθως, τα παιδιά της μιας ομάδας υπαγόρευαν τα εικονίδια–εντολές σε ένα παιδί της αντίπαλης ομάδας, το οποίο έχοντας κλειστά τα μάτια, υποδύοταν το ρομπότ. Νικήτρια κρίνονταν η ομάδα της οποίας το παιδί–ρομπότ εκτελούσε με επιτυχία τις εντολές φτάνοντας στο προκαθορισμένο τέρμα.

Παράλληλα, έγινε κατανομή υπευθυνοτήτων στα παιδιά, όπου το ένα παιδί αποτελούσε το συντονιστή της ομάδας ελέγχοντας το χρονοδιάγραμμα κάθε εργασίας, το δεύτερο παιδί ήταν υπεύθυνο για το υλικό έχοντας την ευθύνη για το συντονισμό κατά την τακτοποίησή του, το τρίτο ήταν υπεύθυνο τύπου αναλαμβάνοντας να δίνει τα φύλλα εργασίας και αντίστοιχα να μαζεύει τις εργασίες που αναθέτονταν για το σπίτι και τέλος το τέταρτο παιδί ήταν υπεύθυνο επικοινωνίας αναλαμβάνοντας να διαβάζει τις οδηγίες των δραστηριοτήτων που αναθέτονταν στα φύλλα εργασίας.

Στο δεύτερο βήμα, τα παιδιά εξοικειώθηκαν με το βασικό επίπεδο Pilot και εισήχθηκαν στον *προγραμματιζόμενο* ρομπότ. Για λόγους ευελιξίας και καλύτερου συντονισμού τα παιδιά χωρίστηκαν σε ένα ζεύγος προγραμματιστών και ένα ζεύγος κατασκευαστών οι οποίοι εναλλάσσονταν κάθε φορά που αναθέτονταν μια διαφορετική δραστηριότητα, αλλά με τέτοιο τρόπο ώστε κάθε φορά ένας παλιός προγραμματιστής και ένας παλιός κατασκευαστής να παραμένει στην ομάδα ώστε να εξηγεί στον «καινούριο» τα προηγούμενα. Αυτό έγινε για την ενίσχυση των συνεκτικών δεσμών της ομάδας και την αναβάθμιση του αισθήματος αλληλεξάρτησης.

Παράλληλα, κάθε φορά που δινόταν ένα φύλλο εργασίας, τα παιδιά ακολουθούσαν μια σειρά βημάτων συνεργασίας κατά τα οποία αρχικά σκέφτονταν μόνοι τους τη λύση, στη συνέχεια συζητούσαν με το ζευγάρι τους, ανάλογα αν ήταν προγραμματιστές ή κατασκευαστές και τέλος συζητούσαν όλοι μαζί προσπαθώντας να σχηματίσουν μια ομόφωνη άποψη για την κατασκευή αφενός του προγράμματος και αφετέρου του μοντέλου. Για παράδειγμα, οι προγραμματιστές εξέφραζαν την άποψη ότι χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί αισθητήρας φωτός και ότι πρέπει να τοποθετηθεί το σχετικό εικονίδιο (εικόνα 5) ενώ οι κατασκευαστές προχωρούσαν λέγοντας πώς πρέπει να τοποθετηθεί ο αισθητήρας, πόσο χαμηλά, σε ποια θέση του μικροϋπολογιστή θα πρέπει να συνδεθεί κ.τ.λ. Η μεταξύ τους επικοινωνία ήταν απαραίτητη γιατί αλλιώς η κατασκευή του προγράμματος δε θα ήταν δυνατό να συνάδει με την κατασκευή του μοντέλου. Ακολούθως, οι προγραμματιστές αναλάμβαναν την υλοποίηση του προγράμματος στον υπολογιστή ενώ παράλληλα, οι

κατασκευαστές προχωρούσαν στην συναρμολόγηση του μοντέλου (εικόνες 7, 8). Κατόπιν, το πρόγραμμα μεταφερόταν στον μικροϋπολογιστή με τον πομπό υπερύθρων και ελεγχόταν η ορθότητά του με την κίνηση του ρομπότ. Στο σημείο αυτό, γίνονταν με συνεργασία, πολλαπλές αλλαγές είτε στο πρόγραμμα είτε στην κατασκευή, μέχρι να πάρει το προϊόν την τελική του μορφή.

Πριν την εισαγωγή στη χρήση των αισθητήρων, τα παιδιά και πάλι υποδύθηκαν το ρομπότ, καλούμενα να περπατήσουν πάνω σε μια λευκού χρώματος συγκολλητική ταινία που ήταν τοποθετημένη στο πάτωμα, έχοντας το ένα μάτι κλειστό και κοιτάζοντας από το άλλο διαμέσου ενός χάρτινου κυλίνδρου που έπαιζε το ρόλο του αισθητήρα φωτός.



Εικόνα 7: Ομάδα προγραμματιστών.



Εικόνα 8: Ομάδα κατασκευαστών.

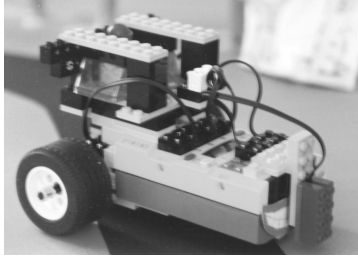
Από τη βιωματική αυτή δραστηριότητα, τα παιδιά έβγαλαν το συμπέρασμα ότι για να αποφευχθεί η δυσκολία στην κίνηση του ρομπότ, πρέπει αυτό να κινείται σχετικά αργά ώστε να αναγνωρίζει το χρώμα που βλέπει, ο δρόμος πάνω στον οποίο κινείται να διαφέρει χρωματικά από τον υπόλοιπο χώρο, το φάρδος του δρόμου να είναι μεγάλο και ο αισθητήρας να είναι όσο το δυνατό χαμηλότερα στο έδαφος. Τα στοιχεία αυτά υιοθετήθηκαν αργότερα στην κατασκευή τόσο του προγράμματος όσο και του ρομπότ, όπου προγραμματίσαν για παράδειγμα, το ρομπότ να κινείται με μικρή ταχύτητα, ενώ τοποθέτησαν τον αισθητήρα φωτός όσο πιο χαμηλά μπορούσαν πάνω στο μοντέλο. Ανάλογη δραστηριότητα ανατέθηκε σχετικά και με τον αισθητήρα αφής όπου ένα παιδί-ρομπότ, έχοντας τα μάτια καλυμμένα και τα χέρια τεντωμένα μπροστά κρατώντας ένα κουτί, προσπαθούσε να βρει διέξοδο ανάμεσα σε εμπόδια που οι υπόλοιποι τοποθετούσαν μπροστά του. Επίσης, έγινε σταδιακή εισαγωγή στα λογικά διαγράμματα μέσα από αριθμό παραδειγμάτων και έτσι, στο τρίτο βήμα της καθοδηγούμενης φάσης, μπορούσαν να σχεδιάζουν, να υλοποιούν και να επεξηγούν λογικά διαγράμματα στο προηγμένο πρόγραμμα Inventor όπου τα παιδιά εισήχθησαν πλέον στο *έξυπνο* ρομπότ. Μετά από την ολοκλήρωση κάθε επιπέδου προγραμματισμού Pilot και Inventor, τα παιδιά συμπλήρωναν σχετικό τεστ που έλεγχε το επίπεδο των γνώσεών τους στο κάθε επίπεδο. Επίσης κατά τη διάρκεια των ημερών αυτών αναθέτονταν εργασίες για το σπίτι.

B. ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΦΑΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Κατά την τελική φάση της διδακτικής εφαρμογής, ανατέθηκε στα παιδιά η κατασκευή του «έξυπνου ταξί» το οποίο έπρεπε να προγραμματιστεί ώστε να κινείται σε τυχαία καμπύλη γραμμή μαύρου χρώματος μεταφέροντας ένα επιβάτη. Φτάνοντας

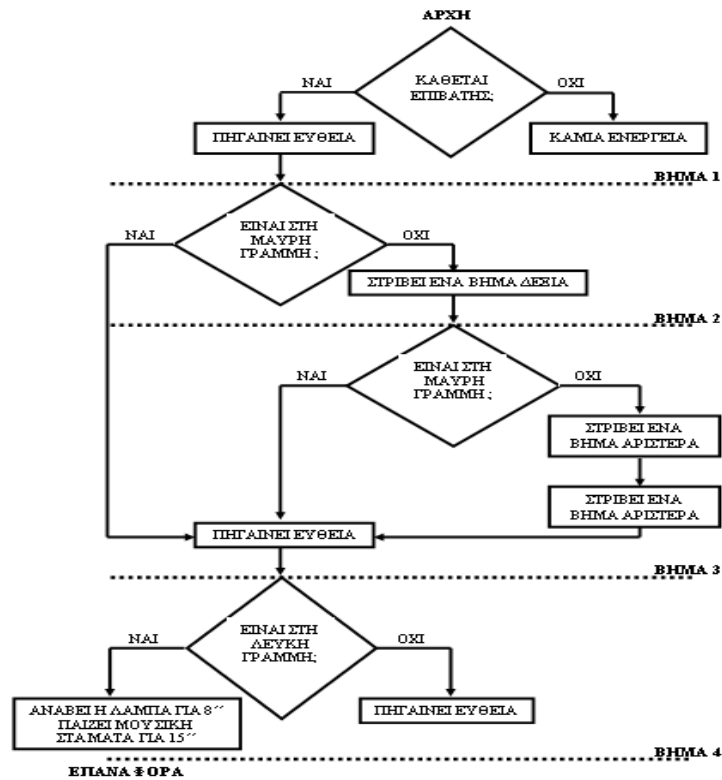
στο τέρμα που οριοθετούνταν με λευκό χρώμα, έπρεπε να σταματήσει, να περιμένει για κάποιο χρόνο ώστε να κατέβει ο επιβάτης και έπειτα να επανέλθει στη μαύρη γραμμή για να συνεχίσει την πορεία του μέχρι το άλλο τέρμα της γραμμής (εικόνα 9).

Για την επίλυση του προβλήματος, τα παιδιά εργάστηκαν αυτόνομα κατασκευάζοντας αρχικά το λογικό διάγραμμα του προγράμματος. Έπειτα, ακολουθώντας τη συνεργατική διαδικασία στην οποία είχαν εξασκηθεί τις προηγούμενες μέρες, συναποφάσισαν ποιοι αισθητήρες πρέπει να μπουν, πώς πρέπει να τοποθετηθούν και σε ποια θέση να συνδεθούν στον μικροϋπολογιστή, σχεδιάζοντας πρόχειρα το ρομπότ στο φύλλο εργασίας τους.



Εικόνα 9: Το «έξυπνο ταξί».

Με βάση το λογικό διάγραμμα, χώρισαν το πρόγραμμα σε τέσσερα βήματα, το καθένα από τα οποία αναλάμβανε να διεκπεραιώσει και διαφορετική ομάδα (εικόνα 10).



Εικόνα 10: Το λογικό διάγραμμα που κατασκεύασαν τα παιδιά για το «έξυπνο ταξί».

Έτσι, κάθε φορά που άλλαζε το βήμα στο πρόγραμμα, άλλαζε και η ομάδα. Στο σημείο αυτό ήταν προφανές στα παιδιά ότι η ορθότητα κάθε βήματος έπρεπε να ελέγχεται πριν προχωρήσουν στο επόμενο, ώστε τυχόν λάθη να μην χρεώνονται στην προηγούμενη ομάδα. Κατ' αυτό τον τρόπο τα παιδιά προγραμματίζαν, κατασκεύαζαν το μοντέλο, το δοκίμαζαν και αν δεν πληρούσε τις απαιτήσεις έκαναν τις αναγκαίες αλλαγές τόσο στο πρόγραμμα, όσο και στο μοντέλο, μέχρι να φτάσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Με την ολοκλήρωση της εργασίας τους, τα παιδιά παρουσίασαν την κατασκευή τους ενώπιον των δασκάλων και των συμμαθητών τους επεξηγώντας τα στάδια της εργασίας τους και επιδεικνύοντας τόσο την τελική κατασκευή τους.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως έχει διαπιστωθεί, το εκπαιδευτικό περιβάλλον LegoDacta, πέραν από την προφανή εμπλοκή των παιδιών στις νέες τεχνολογίες, αποτελεί ένα εξαιρετικό πλαίσιο για τη διεξαγωγή συνεργατικής μάθησης αφού η ολοκλήρωση της δραστηριότητας καθιστά αναγκαία τη συνεννόηση και την αλληλοστήριξη των παιδιών που εναλλάσσονται στους ρόλους των προγραμματιστών ή κατασκευαστών. Επιπλέον, προωθεί τη δημιουργικότητα και την ευρηματική τους φαντασία, τόσο στην κατασκευή του προγράμματος όπου αναπτύσσονται κυρίως οι νοητικές δεξιότητες,

όσο και στην κατασκευή του μοντέλου όπου αναπτύσσονται οι χειριστικές δεξιότητές τους. Παράλληλα, αναπτύσσονται και τα κίνητρα για μάθηση, γεγονός που διαφάνηκε τόσο από το ότι τα παιδιά αυτόβουλα έμεναν μέσα και τα διαλείμματα να κάνουν μάθημα, όσο και από το ότι έκαναν απογευματινές συναντήσεις στο σπίτι ενός παιδιού για να ολοκληρώσουν από κοινού τις κατασκευές που τους ανατέθηκαν για την τελική εργασία. Είναι επομένως αναμενόμενο, ότι αν η διδακτική αυτή παρέμβαση αποτελούσε μέρος του αναλυτικού προγράμματος, θα μπορούσε να ασκήσει θετική επιρροή στα κίνητρα των παιδιών και σε άλλα μαθήματα. [Θα συνιστούσα περισσότερη προσοχή στη διατύπωση τέτοιου είδους θέσεων ειδικά όταν αυτές δεν υποστηρίζονται από τα δεδομένα της μελέτης που περιγράφεται. Δεν υπάρχει καμία διασφάλιση για το εάν μεγαλύτερης κλίμακας εργασία θα είχε τα ίδια ή διαφορετικά αποτελέσματα.] Τέλος, η όλη διαδικασία που ακολουθείται κατά τη χρήση του εκπαιδευτικού υλικού LegoDacta, συνάδει με τα έξι βήματα για τη λύση προβλήματος που εισηγείται ο Polya (1957): α) κατανόηση του προβλήματος, β) αναπαράσταση του προβλήματος, γ) σχεδιασμός της λύσης του προβλήματος, δ) εκτέλεση του σχεδίου, ε) έλεγχος της λύσης και στ) παγίωση της γνώσης. Στην τελική εργασία, τα παιδιά αφού κατανόησαν το πρόβλημα, το αναπαράστησαν με τη βοήθεια του λογικού διαγράμματος χωρίζοντάς το σε επιμέρους βήματα. Σχεδίασαν τη λύση συναποφασίζοντας για τη μορφή και τον εξοπλισμό που θα έχει το ρομπότ και ακολούθως εκτέλεσαν βήμα-βήμα το πρόγραμμα ελέγχοντάς το κάθε φορά. Τα λάθη που εντοπίζονταν διορθώνονταν και μόνο τότε προχωρούσαν στο επόμενο βήμα.

Η ενασχόληση των παιδιών με το περιβάλλον LegoDacta, μέσα από τη διδακτική ακολουθία που σχεδιάστηκε, συνετέλεσε στην εξοικείωση των παιδιών με τις αρχές και την εφαρμογή του δομημένου προγραμματισμού, γεγονός που είχε σημαντικά θετική επίδραση στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους για την επίλυση προβλήματος, όπως έδειξαν τα τεστ νοητικών δεξιοτήτων με το πέρας της παρέμβασης. Το περιβάλλον LegoDacta αποτελεί ένα αξιόλογο διδακτικό εργαλείο που με κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις θα μπορούσε να βρει εφαρμογή και σε άλλους τομείς της εκπαίδευσης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία εντάσσεται στις ενέργειες του έργου “ephys” που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια της Δράσης MINEPBA του Προγράμματος ΣΩΚΡΑΤΗΣ. Το περιεχόμενο της εργασίας αυτής δεν αντανακλά κατ' ανάγκη τη θέση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και σε καμία περίπτωση δεν την καθιστά υπεύθυνη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Brown, C. A. (1990), Girls, boys and technology, *School Science Review*, 71(257), 33-40
2. Cattan, J. (1988), Gender in CDT, *Studies in design education craft and technology*, 20(2)
3. Claire, H. (1992), Interaction between girls and boys; working with construction apparatus in first school classrooms, *Design Technology Teaching*, 24(2)

4. Clegg, S. & Mayfield, W. (1999), Gendered by design: How women's place in design is still defined by gender, *Design Issues*, 15(3)
5. Collis, B. (1987), Sex differences in the association between secondary school students' attitudes toward mathematics and toward computers, *Journal of Research in Mathematics Education*, 18, 394-402
6. Δαγδιλέλης, Β. Φαχαντίδης, Ν. & Γροπέτης, Γ. (1999), *Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στην πληροφορική: Η περίπτωση της εκπαιδευτικής ρομποτικής*. Πρακτικά συνεδρίου: Νέες παράμετροι στην εκπαίδευση: Εκπαίδευση από απόσταση και διά βίου εκπαίδευση. Πανεπιστήμιο Αιγαίου - Σχολή Ελληνικών και Μεσογειακών Σπουδών - Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
7. Damarin, S. (1989), Rethinking equity: an imperative for educational computing. *Computing Teacher*, 16, 16-18
8. Gindling, J., Ioannidou, A., Loh, J., Lokkebo, O., & Repenning, A. (1995), Legosheets: A rule-based programming, simulation and manipulation environment for the Lego programmable brick, *Proceedings of the 11th Symposium on Visual Languages*
9. Higgins, M. J. (1994), *The management challenge*, New York: Macmillan College Publishing Company
10. Jarvinen, E. & Hiltunen, J. (2000), Automation technology in elementary technology education, *Journal of industrial teacher education*, 37(4), 51-76
11. Palumbo, D. & Palumbo, D. (1993), A comparison of the effects of Lego Tc Logo and problem solving software on elementary students' problem solving skills, *Journal of computing in childhood education*, 4(4), 307-323
12. Polya, G. (1957), *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd Ed.), N.Y.: Doubleday
13. Shimabukuro, G. (1989), A class act: Junior high students - LEGO and Logo, *The computing teacher*, 16(5), 37-39
14. Wagner, P. S. (1998), Robotics and children: Science achievement and problem solving, *Journal of Computing in Childhood Education*, 9(2), 149-192
15. Από την ιστοσελίδα: <http://www.lego.com/dacta/addresses/infoescuela.pdf>
16. Από την ιστοσελίδα: <http://www.lego.com/dacta/addresses/Press-release-generel.doc>
17. Από την ιστοσελίδα: http://www.lego.com/dacta/addresses/sheffield_hallam.doc
18. Από την ιστοσελίδα: <http://www.lego.com/dacta/addresses/Q&A.doc>
19. Από την ιστοσελίδα: <http://www.mooreed.com.au>