

9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής Σενάριο διδασκαλίας εισαγωγής στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό με το Alice

Νταούλας Νίκος¹Θεοδώρου Παρασκευή²
vantheodorou@sch.gr, nida@teemail.gr

¹Εκπαιδευτικός Πληροφορικής, MSc Ψηφιακά Συστήματα & Επικοινωνίες, MSc Ειδική Αγωγή

² Εκπαιδευτικός ΔΕ ΠΕ 19 Πληροφορικής/ΠΕ12.05 Ηλεκτρολόγων Μηχανικών

Περίληψη

Στην εργασία αυτή επιχειρείται να παρουσιαστεί η διδασκαλία αντικειμενοστραφούς γλώσσας προγραμματισμού, χρησιμοποιώντας το περιβάλλον Alice 3, με ένα διδακτικό σενάριο διάρκειας δύο ωρών για μαθητές της Α τάξης του Λυκείου. Στόχος του διδακτικού σεναρίου είναι οι μαθητές να αναγνωρίζουν και να χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο περιβάλλον για να φτιάξουν μία μικρή ιστορία. Πιο αναλυτικά, οι τελευταίοι πρέπει να αναγνωρίζουν τις έννοιες αλγορίθμου και προγράμματος, τις κλάσεις και τα αντικείμενα, όπως και τη θεμελιώδη έννοια της κληρονομικότητας. Η διδακτική πορεία βασίζεται στην έμφυτη περιέργεια των μαθητών και στην αυτενέργειά τους, οι οποίοι εμπλέκονται ομαδοσυνεργατικά σε όλες τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα. Οι δραστηριότητες αυτές περιλαμβάνουν απλές εντολές, καθώς και την κατασκευή ταινίας κινούμενων σχεδίων μικρού μήκους. Επιπρόσθετα, οι μαθητές παρατηρούν και καταγράφουν τα αποτελέσματα εκτελώντας το πρόγραμμα για διαφορετικά δεδομένα εισόδου έχοντας ως σκοπό να διαπιστώσουν την ορθότητά του. Όσον αφορά την αξιολόγηση των παιδιών εφαρμόζεται η αρχική και η διαμορφωτική, ώστε να διαπιστωθούν οι πρότερες γνώσεις και η κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές αντίστοιχα. Επιπλέον εφαρμόζεται η τελική αξιολόγηση με συμπλήρωση κλειστών ερωτήσεων που αφορά τον τρόπο εργασίας σε ομάδες, τη δομή και υλοποίηση του σεναρίου καθώς και την επίτευξη των στόχων του μέσω της επίδειξης των δραστηριοτήτων που υλοποίησαν οι μαθητές.

Λέξεις κλειδιά: Προγραμματιστικά περιβάλλοντα, Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός, Alice, Κλάσεις, Κληρονομικότητα

Εισαγωγή

Από τη σύγχρονη βιβλιογραφία προκύπτει ότι οι μαθητές μέσα από ανακαλυπτικές διαδικασίες με πειραματισμό, δοκιμές, επαλήθευσεις ή διαψεύσεις καθώς και με γνωστικές συγκρούσεις οδηγούνται στη κατάκτηση της γνώσης. Οι πιθανές δυσκολίες των μαθητών σε ζητήματα αλγοριθμικής σκέψης πολλές φορές αποτελούν εμπόδιο για την εκμάθηση αρχών προγραμματισμού. Ειδικότερα, οι παράγοντες στους οποίους έχει διαπιστωθεί ότι οφείλονται οι δυσκολίες των μαθητών κατά την εκμάθηση του προγραμματισμού σχετίζονται με το γεγονός ότι στα κλασικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα συχνά δεν υπάρχει η δυνατότητα να προγραμματίζουν με οπτικό τρόπο, με αποτέλεσμα να απαιτείται ιδιαίτερη προσπάθεια για την κατανόηση της εκτέλεσης ενός προγράμματος και τον τρόπο που επιτυγχάνεται η είσοδος και η έξοδος των δεδομένων. Επιπρόσθετα, συχνά τα προβλήματα που ανατίθενται προς επίλυση στους μαθητές δεν συμβαδίζουν με τα βιώματα και τα ενδιαφέροντα τους.

Ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός συνιστά μία προσέγγιση που μας επιτρέπει να φτιάσουμε σε υψηλά επίπεδα αφάιρησης (abstraction) μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την πολυπλοκότητα των προβλημάτων που καλούμαστε να λύσουμε (Μαυρογιώργος, 2012). Το Alice είναι ένα εργαλείο στο οποίο δεσπόζει η μέθοδος object-first. Σε αυτή τη μέθοδο ο εκπαιδευτικός, από την αρχή κιόλας των μαθημάτων δίνει βαρύτητα στο περιεχόμενο του αντικειμένου. Οι μαθητές αντιλαμβάνονται την έννοια αυτή μέσω της οπτικοποίησης του συγκεκριμένου αντικείμενου στην οθόνη του υπολογιστή σε ένα τρισδιάστατο κόσμο.

Το σενάριο που διαπραγματεύεται η παρούσα εργασία περιγράφει αναλυτικά δύο διδακτικές παρεμβάσεις με χρήση του λογισμικού Alice στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό και τις βασικές αλγοριθμικές δομές σε δύο τάξεις της Α΄ Λυκείου. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι το εργαλείο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τη πρωτοβάθμια έως την τριτοβάθμια εκπαίδευση για τη διδασκαλία του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού. Απαραίτητο είναι φυσικά να γίνονται κάποιες τροποποιήσεις του επιπέδου δυσκολίας των ασκήσεων και των εφαρμογών. Το διδακτικό σενάριο λαμβάνει υπόψη του τις πρότερες ιδέες και τις αναπαραστάσεις των μαθητών στις οποίες θα βασιστεί και θα προτείνει διαδικασίες μετασχηματισμού αυτών.

Σύντομη περιγραφή του εκπαιδευτικού σεναρίου

Το σενάριο έχει ως διδακτικό αντικείμενο την εισαγωγή στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό και ανήκει στην ενότητα του σχολικού βιβλίου της Α΄ Τάξης Γενικού Λυκείου και ΕΠΑΛ (παιδιά ηλικίας 15 - 16 ετών) με τίτλο “Προγραμματιστικά Περιβάλλοντα - Δημιουργία Εφαρμογών” και πιο αναλυτικά στο κεφάλαιο “Υλοποίηση εφαρμογών σε Προγραμματιστικά Περιβάλλοντα”, το οποίο διαπραγματεύεται την εξοικείωση του μαθητή σε

ποικίλα περιβάλλοντα. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση έχει γίνει για την χρήση του λογισμικού Alice (γνωστικό εργαλείο). Το λογισμικό Alice θα δώσει την δυνατότητα στους μαθητές να εξερευνήσουν ένα εύρωστο περιβάλλον προγραμματισμού που βασίζεται στον προγραμματισμό καθοδηγούμενο από γεγονός (events handler). Το σενάριο θα εστιάζει σε βασικές έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού όπως τις κλάσεις, τα αντικείμενα και τις μεθόδους.

Τα φύλλα εργασίας του σεναρίου εστιάζουν σε δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, αυθόρμητη παρατήρηση αυτών και επίλυση προβλημάτων μέσα από τις σχετικές εμπειρίες των μαθητών. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η ευκαιρία στον εκπαιδευτικό να παρακινήσει τους μαθητές σε μια αμφίδρομη σχέση αλληλεπίδρασης μεταξύ του μαθητή και του λογισμικού. Αποτιμώντας το σενάριο θα πρέπει να τονιστεί ότι δεν ήταν ούτε πολύ απλό, ούτε πολύ σύνθετο, αφού είχε ως σκοπό να το υλοποιήσει ο μαθητής ομαδοσυνεργατικά με ελεγχόμενη, βαθμιαία μειούμενη βοήθεια του εκπαιδευτικού (scaffolding).

Αναστοχασμός

Το παρόν διδακτικό σενάριο βασίστηκε στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε ομάδες με διδακτικές προσεγγίσεις, οι οποίες συνάδουν με τα πλαίσια των σύγχρονων θεωριών του εποικοδομητισμού και της ανακαλυπτικής μάθησης. Οι μαθητές έδειξαν τεράστιο ενδιαφέρον κατά την υλοποίηση του παρόντος διδακτικού σεναρίου. Η ιδέα της κατασκευής μια ταινίας μικρού μήκους κινουμένων σχεδίων εναρμονίστηκε με τα ενδιαφέροντα τους στο μέγιστο. Επιπρόσθετα οι έννοιες αντικείμενο, κλάση και στιγμιότυπο αποσαφηνίστηκαν ικανοποιητικά και οι διδακτικοί στόχοι επιτεύχθηκαν σε υψηλό βαθμό.

Επιπλέον, τηρήθηκε το χρονοδιάγραμμα του σεναρίου με ελάχιστες αποκλίσεις, ενώ δεν δημιουργήθηκε ιδιαίτερος διδακτικός θόρυβος και η επίλυση των δραστηριοτήτων των φύλλων εργασίας εξελίχθηκε ομαλά. Οι μαθητές ανταποκρίθηκαν όπως αναμενόταν πολύ θετικά στα φύλλα εργασίας, εργάστηκαν μεθοδικά και επέδειξαν έντονο ενδιαφέρον. Η συνεργασία τους πραγματοποιήθηκε σε εποικοδομητικό πλαίσιο με έντονο δημιουργικό πνεύμα. Συνεργάστηκαν αρμονικά σε όλη την διάρκεια υλοποίησης του σεναρίου και επέδειξαν ιδιαίτερο ζήλο συμμετέχοντας ενεργά στην διδακτική διαδικασία και στην εργασία με το φύλλο δραστηριοτήτων. Τέλος, το διδακτικό συμβόλαιο δεν ανατράπηκε γιατί το φύλλο εργασίας ήταν αναλυτικό και κατατοπιστικό καθοδηγώντας τους μαθητές ομαλά στην εξοικείωση με το συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Alice για τη διδασκαλία του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού με οπτικοποιημένο τρόπο. Το παρόν σενάριο είναι προσιτό σε σχέση με το γνωστικό επίπεδο των μαθητών. Με την έως τώρα πληκτρολόγηση εντολών οι μαθητές έχουν αναπτύξει σε καλό βαθμό την συντακτική και εννοιολογική γνώση, αλλά λιγότερο την στρατηγική γνώση. Τώρα η εστίαση εντοπίζεται στην διαπραγμάτευση της εννοιολογικής και στρατηγικής γνώσης με παραδείγματα από φυσικό κόσμο και όχι απαραίτητα με επίλυση προβλημάτων από τα μαθηματικά (Τζιμογιάννης, 2005).

Συνοψίζοντας μετά από την υλοποίηση των παρακάτω διδακτικών παρεμβάσεων διαπιστώθηκε ότι το προγραμματιστικό περιβάλλον του Alice δημιουργεί ένα ασφαλές περιβάλλον ανάπτυξης μεταγνωστικών δεξιοτήτων στα πλαίσια του προγραμματισμού, γεγονός που παρέχει τη δυνατότητα για επέκταση σε μελλοντικές κατευθύνσεις ποικίλων και διαφορετικών κατηγοριών.

Τέλος, όσον αφορά τις μελλοντικές κατευθύνσεις, αυτές θα μπορούσαν να είναι πολλές και διαφορετικές. Κατευθύνσεις που αφορούν τη χρήση των συγκεκριμένων εκπαιδευτικών εργαλείων από τα παιδιά όχι μόνο για εκπαιδευτικούς σκοπούς αλλά και σε ζητήματα που αφορούν την εργασία τους, την ψυχαγωγία τους και γενικότερα την διευκόλυνση στην καθημερινότητά τους με την ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματισμού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Σενάριο: «Εισαγωγή στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό με το Alice – Δημιουργία ταινίας κινούμενων σχεδίων»

1. Τίτλος εκπαιδευτικού σεναρίου:

«Εισαγωγή στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό με το Alice– Δημιουργία ταινίας κινούμενων σχεδίων»

2. Εκτιμώμενη διάρκεια εκπαιδευτικού σεναρίου

Προβλέπεται να διαρκέσει 2 (δύο) διδακτικές ώρες

3. Ένταξη του διδακτικού σεναρίου στο πρόγραμμα σπουδών/προαπαιτούμενες γνώσεις

Σύμφωνα με τα παρόντα ΑΠΣ και ΔΕΠΠΣ Πληροφορικής το διδακτικό σενάριο μπορεί να αξιοποιηθεί στο μάθημα Εφαρμογές Πληροφορικής της Α Λυκείου, Γενικού και ΕΠΑΛ, στην ενότητα προγραμματιστικά περιβάλλοντα - δημιουργία εφαρμογών.

Οι μαθητές καλό είναι να έχουν κατανοήσει σε ικανοποιητικό βαθμό τις έννοιες του αλγορίθμου και του προγραμματισμού, τις οποίες θα κληθούν να ανακαλέσουν και να εμπεδώσουν στο παρόν σενάριο.

4. Σκοποί και στόχοι του εκπαιδευτικού σεναρίου

Σκοπός του σεναρίου είναι οι μαθητές να έρθουν σε επαφή με το περιβάλλον του Alice και να δημιουργήσουν τα πρώτα δικά τους απλά σενάρια, ώστε να κατανοήσουν τις βασικές έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού.

Στόχοι του σεναρίου είναι:

Γνωστικοί

- να αναγνωρίζουν οι μαθητές τις κλάσεις και τα αντικείμενα
- να προσδιορίζουν τι κληρονομείται από τις κλάσεις στα αντικείμενα
- να περιγράφουν τις έννοιες αλγορίθμου και προγράμματος (ανάκληση πρότερων γνώσεων)
- να περιγράφουν τη διαφορά μεταξύ καθορισμένης (ακριβούς) τοποθέτησης και της “σύρε και άφησε - drag and drop” τοποθέτησης (μη ακριβούς)
- να περιγράφουν ένα προγραμματιστικό περιβάλλον
- να αναγνωρίζουν τα αντικείμενα μιας σκηνής
- να διατυπώνουν με σαφήνεια τη διάκριση μεταξύ του συντάκτη κώδικα και του “setup scene”
- να αναγνωρίζουν τις ιδιότητες των αντικειμένων και να τις παραμετροποιούν

Δεξιότητες

- να δημιουργούν και να αποθηκεύουν ένα πρότζεκτ
- να ανοίγουν ένα έτοιμο πρότζεκτ
- να κατασκευάζουν συνδυασμούς εντολών σε σενάρια
- να προσθέτουν αντικείμενα στη σκηνή
- να δημιουργούν ένα απλό σενάριο χρησιμοποιώντας απλές εντολές (μετακίνησης, εισαγωγή/αφαίρεση εντολής από σενάριο)
- να χρησιμοποιούν απλά εργαλεία του περιβάλλοντος όπως η αντιγραφή και η ανίρεση
- να δημιουργούν διαδικασίες για την μετακίνηση αντικειμένων

Στάσεις

- να δουλεύουν ομαδικά και να αποκτούν ρόλους
- να θεωρήσουν τον προγραμματισμό παιχνίδι
- να εξάψουν τη φαντασία τους και τη δημιουργικότητα τους
- να αποκτήσουν θετική εμπειρία για τον προγραμματισμό και τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα

5. Περιγραφή του εκπαιδευτικού σεναρίου

Το σενάριο αποτελείται από δύο διδακτικές ώρες και ξεκινά με ένα καταιγισμό ιδεών με τους μαθητές να ερωτώνται για τα κινούμενα σχέδια, πώς αυτά δημιουργούνται και ποια η πιθανή συμβολή του υπολογιστή στη διαδικασία παραγωγής. Προεκτείνεται η συζήτηση στην τρισδιάστατη αναπαράσταση και στην εικονική πραγματικότητα που βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στις μέρες μας και ο εκπαιδευτικός τους προτείνει να δημιουργήσουν τη δική τους ταινία animation. Η πρώτη τους ταινία θα είναι φτιαγμένη από πολύ απλά σκίτσα που θα σχεδιάσουν σε χαρτί. Για να συμβεί αυτό οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες εργασίας 2-3 ατόμων. Για την τόνωση του ηθικού τους και την πρόκληση του θυμικού τους προτείνεται να τους ανατεθούν κάποιοι ρόλοι όπως του παραγωγού, του σκηνοθέτη και του σχεδιαστή και να τους ζητηθεί να χρησιμοποιήσουν την κριτική τους σκέψη, ανάλογα με τον ρόλο τους, για τα θέματα που θα ανακύψουν κατά τη διάρκεια των εργασιών τους. Η μετάβαση – μετατροπή της διδακτέας σε διδαχθείσα γνώση επιχειρείται από το σενάριο με την εργασία στο περιβάλλον του λογισμικού Alice όπου ο εκπαιδευτικός θα ωθήσει τους μαθητές να βρουν γνώριμα στοιχεία από ταινίες κινουμένων σχεδίων και βιντεοπαιχνιδιών.

Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη εισήγηση για το περιβάλλον Alice και τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό απλά τονίζοντας λέξεις κλειδιά που θα αποκαλυφθούν μπροστά τους κατά τη διαδικασία απάντησης των δραστηριοτήτων τους. Μοιράζονται τα φύλλα εργασίας στις ομάδες και καλούνται να τα διαπραγματευτούν. Τέλος στην ολομέλεια συζητούνται τα αποτελέσματα και οι μαθητές απαντούν σε ερωτήσεις κυρίως κλειστού τύπου.

Τη δεύτερη διδακτική ώρα το σενάριο συνεχίζεται με τη παρουσίαση στο βιντεοπροβολέα ενός βίντεο εκμάθησης (αφόρμηση), π.χ. merihelp- Alice 3.1 programming getting started <http://www.youtube.com/watch?v=iMyLrKuvjZc> και ακολουθεί συζήτηση γύρω από τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν στη προηγούμενη διδακτική ώρα. Ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί την συζήτηση στις έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού, του προγραμματισμού γενικότερα και του αλγορίθμου. Η ολομέλεια διαπραγματεύεται τις απορίες που προκλήθηκαν την προηγούμενη διδακτική ώρα και προτείνουν λύσεις για τις δυσκολίες που προέκυψαν. Χωρίζονται σε ομάδες δύο ή τριών ατόμων και καλούνται να υλοποιήσουν το δεύτερο

φύλλο εργασίας. Στο τέλος καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις κλειστού τύπου και να εκφράσουν απορίες, κρίσεις και εμπειρίες που απέκτησαν, συνολικά πλέον, από τα δύο τελευταία μαθήματα.

6. *Επιστημολογική προσέγγιση και εννοιολογική ανάλυση – θέματα θεωρίας του εκπαιδευτικού σεναρίου*

Το εκπαιδευτικό λογισμικό Alice 3 είναι ένα προγραμματιστικό περιβάλλον που αναπτύχθηκε στο Carnegie Mellon University. Κύριος σκοπός του είναι να εισάγει τους αρχάριους προγραμματιστές με ομαλό τρόπο στον κόσμο του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού και ανήκει στην κατηγορία των εκπαιδευτικών λογισμικών με μικρόκοσμο. Τα πλεονεκτήματα της κατηγορίας των μικρόκοσμων στην διδασκαλία του προγραμματισμού περιλαμβάνονται στα εξής:

- Ο μαθητής διδάσκεται τις βασικές έννοιες του προγραμματισμού με τον απόλυτο έλεγχο ενός πρωταγωνιστή που ζει στον μικρόκοσμο. Αυτός ο πρωταγωνιστής μπορεί να περιλαμβάνει μια χελώνα, ένα ρομπότ ή κάποια άλλη οντότητα της αρεσκείας του ή που μπορεί ακόμη και να σχεδιάσει ο ίδιος. Βέβαια στο συγκεκριμένο μικρόκοσμο που εξετάζουμε οι οντότητες που θα περιληφθούν (αντικείμενα) θα πρέπει να είναι τόσες ώστε να αλληλεπιδρούν με τον κατάλληλο τρόπο για την επίτευξη του οπτικού ή λεκτικού σεναρίου (visual and textual storyboard).
- Οι περισσότεροι μικρόκοσμοι βασίζονται σε κάποιο φυσικό μοντέλο αναφοράς, το οποίο είναι ήδη γνωστό και όχι σε κάποιο άγνωστο και δυσνόητο για τους μαθητές μοντέλο.
- Έχει τη δυνατότητα να εκτελεί τα προγράμματα που αναπτύσσει βήμα προς βήμα, παρακολουθώντας το αποτέλεσμα εκτέλεσης της κάθε εντολής, στην κατάσταση του μικρόκοσμου.
- Το περιβάλλον δημιουργεί έναν κόσμο-μεταφορά (metaphor), με ελκυστικά γραφικά, που παρακινεί τους μαθητές να λύσουν προβλήματα που μπορούν εύκολα να αντληθούν από τα καθημερινά βιώματά τους.
- Τα προβλήματα που συνήθως συνοδεύουν το περιβάλλον προσομοιώνουν περισσότερο απλούς γρίφους παρά υπολογιστικά προβλήματα κάνοντας την επίλυση τους ένα είδος παιχνιδιού για τους αρχάριους προγραμματιστές
- Οι μαθητές πειραματίζονται ενεργά και οξύνουν την δημιουργικότητά τους μέσω εποικοδομητικής μάθησης
- Συνδράμουν στην ανάπτυξη νοητικών μοντέλων και στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων που μπορούν αργότερα να αναχθούν και σε άλλα πλαίσια.

Το Alice παρέχει ένα ελκυστικό περιβάλλον με τρισδιάστατα γραφικά όπου ο μαθητής μπορεί να δημιουργήσει εικονικούς κόσμους χαρακτήρων με πολλές κινήσεις και υψηλή αλληλεπίδραση με το χρήστη. Τα αντικείμενα στο Alice είναι τριών διαστάσεων. Κάθε αντικείμενο έχει μήκος, πλάτος και βάθος. Όσον αφορά αυτές τις τρεις διαστάσεις, το αντικείμενο είναι προγραμματισμένο να γνωρίζει το αριστερά, το δεξιά, το μπροστά, το πίσω, τον προσανατολισμό του στο χώρο και τη θέση του σε σχέση του με τα άλλα αντικείμενα. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι προαναφερθείσες κατευθύνσεις αναφέρονται πάντα με σημείο αναφοράς τη θέση του αντικειμένου και όχι τη θέση της κάμερας.

Το Alice διαθέτει όλες τις δομές και πολυάριθμες εντολές μιας αντικειμενοστραφούς γλώσσας προγραμματισμού. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ένας συντάκτης μέσα στο οποίο ο μαθητής απλά επιλέγει, σύρει και αφήνει τα διαδικασίες και συναρτήσεις. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται τα συντακτικά λάθη. Το Alice αποτελεί, έτσι, ένα σημαντικό και αποδοτικό προγραμματιστικό περιβάλλον εκμάθησης προγραμματισμού.

Οι σύγχρονες προσεγγίσεις διδασκαλίας του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού δίνουν έμφαση στην κατανόηση των δομικών στοιχείων του, δηλαδή των εννοιών της κλάσης (class) και του αντικειμένου (object) από τα πρώτα μαθήματα. Αυτό επιτυγχάνεται στο Alice με ευχάριστο και παραστατικό τρόπο αφού τα αντικείμενα αποτελούν ήρωες ιστοριών. Για παράδειγμα είναι πολύ πιο εύκολο να χρησιμοποιήσει κάποιος μια κλάση **σκύλος**, και να της δώσει χαρακτηριστικά όπως χρώμα, ύψος, μήκος και άλλα, όταν βλέπει ένα αντικείμενο σαν ήρωα στο κόσμο που δημιουργεί, από το να γράφει σειρές εντολών χωρίς να παρατηρεί άμεσα το αποτέλεσμα στην οθόνη. Για το λόγο αυτό το Alice είναι ευρέως διαδεδομένο και αποτελεί ισχυρό εργαλείο εκμάθησης αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού.

Για το συνδυασμό μεθόδων οι μαθητές χρησιμοποιούν τα γεγονότα (events) με απλό τρόπο με τη λειτουργία της κατάδειξης μέσω ποντικιού. Για τη δημιουργία των προγραμμάτων χρησιμοποιείται η μέθοδος “σύρε και άφησε” (drag and drop) με τοποθέτηση πλακιδίων μέσα στον συντάκτη (code editor). Αυτός ο τρόπος συγγραφής προγραμμάτων παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι αποφεύγονται τα συντακτικά λάθη, ενώ με την εκτέλεση του προγράμματος τα λογικά λάθη είναι άμεσα παρατηρήσιμα και οι μαθητές μπορούν να τα διορθώνουν εύκολα και εποικοδομητικά με πειραματισμό.

Η τρισδιάστατη απεικόνιση προσφέρει μια πιο κοντινή αναπαράσταση στον πραγματικό κόσμο που ενισχύει την οπτικοποίηση των αντικειμένων και τείνει στην υλοποίηση της “object-first” στρατηγικής κατά τη διδασκαλία. Στόχος της προσέγγισης “object-first” είναι η χρήση των αντικειμένων, των κλάσεων και των μεθόδων από τη πρώτη στιγμή, μαζί με την εκμάθηση των βασικών αρχών του δομημένου προγραμματισμού, όπως τις μεταβλητές, τις δομές ακολουθίας, επιλογής και επανάληψης.

Συγκεντρωτικά το πρόγραμμα Alice ξεχωρίζει για τους εξής λόγους:

1. Η εργασία με τη βοήθεια ενός 3D περιβάλλοντος είναι ελκυστική και υποκινεί τη σημερινή γενιά μέσα από ιστορίες, παιχνίδια, προσομοιώσεις, animations πολλαπλών σκηνών, μέχρι και τη δυνατότητα ανεβάσματος (upload) του αποτελέσματος στο Youtube)
2. Παρέχει τη δυνατότητα εκσφαλμάτωσης
3. Η οπτική φύση και η άμεση ανάδραση του προγράμματος κάνουν εύκολο στους μαθητές να δουν την επίδραση μιας εντολής που έχουν δώσει. Επιπλέον κάνει τον έλεγχο του προγράμματος ευκολότερο.

4. Κάνει εύκολη την ταξινόμηση αντικειμένων στον εικονικό χώρο
5. Ο συντάκτης σκηνών, που λειτουργεί με σύρσιμο και επιλογή, εμποδίζει τους μαθητές από το να κάνουν συντακτικά λάθη στα οποία οι αρχάριοι είναι εύλωτοι (Οπτικός προγραμματισμός - visual programming)
6. Οι κλάσεις και τα 3D αντικείμενα στο Alice παρέχουν μια εμφανή ιδέα και περιγραφή του αντικειμένου (Εκτέλεση ενεργειών από αντικείμενα, αλληλεπίδραση μεταξύ αντικειμένων)
7. Σύμφωνα με τον Ράντυ Πάους (ένας από τους δημιουργούς) το Alice διδάσκει προγραμματισμό με τη χρήση της "προσποίησης". Η επεξήγηση του όρου είναι ότι με αυτόν τον τρόπο διδάσκεται σε κάποιον ένα αντικείμενο αφήνοντας τον να πιστεύει ότι μαθαίνει κάτι άλλο. Έτσι οι μαθητές νομίζουν ότι χρησιμοποιούν το Alice για να φτιάξουν ταινίες ή ηλεκτρονικά παιχνίδια. Η προσποίηση έγκειται ότι στην πραγματικότητα μαθαίνουν πως να γίνουν προγραμματιστές.

7. Χρήση Η.Υ. και γενικά ψηφιακών μέσων για το εκπαιδευτικό σενάριο

Το σενάριο θα υλοποιηθεί στο Εργαστήριο Πληροφορικής κάνοντας χρήση του λογισμικού Alice 3. Το πρόγραμμα διατίθεται δωρεάν στον σύνδεσμο http://www.alice.org/index.php?page=downloads/download_alice3.1 Θα πρέπει να έχει εγκατασταθεί στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Επίσης θα πρέπει να έχει εγκατασταθεί java development kit που διατίθεται δωρεάν στο σύνδεσμο <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html?ssSourceSiteId=otnjp> Ένας βιντεοπροβολέας θα χρησιμοποιηθεί για την προβολή βίντεο. Τα φύλλα εργασίας θα πρέπει να μοιραστούν στους μαθητές τόσο για την αποτελεσματικότερη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων στην τάξη, όσο και για τη στήριξη των μαθητών κατά τη μελέτη στο σπίτι.

8. Αναπαραστάσεις των μαθητών/πρόβλεψη δυσκολιών στο εκπαιδευτικό σενάριο

Η εκμάθηση προγραμματισμού παρουσιάζει συχνά δυσκολίες συνήθως γιατί η κλασική προσέγγιση διδασκαλίας είναι ασύμβατη με τις πραγματικές διδακτικές ανάγκες των μαθητών. Ο Du Boulay παρατηρεί επίσης ότι οι μαθητές συχνά θεωρούν ότι το αποτέλεσμα του προγράμματος θα είναι αυτό που αναμένουν ή ότι αυτό που προκύπτει από την εκτέλεση των εντολών του προγράμματος που έχουν γράψει. Ακόμη θεωρεί ότι η χρήση λέξεων σε μία γλώσσα προγραμματισμού μπορεί να παραπλανήσει τους μαθητές κάνοντας τους να σκεφτούν ότι ο υπολογιστής διαθέτει όπως και ο άνθρωπος, την ικανότητα να συμπεραίνει τι εννοεί κάποιος με τα λεγόμενά του. Επιπρόσθετα ο Du Boulay σημειώνει ότι οι μαθητές αρκετές φορές υστερούν στην κατάλληλη αντιμετώπιση ενός λάθους με αποτέλεσμα να καταφεύγουν σε λάθος ενέργειες, ακόμα και να καταβάλουν υπερ-προσπάθεια για ένα ασήμαντο συντακτικό λάθος. Για παράδειγμα να διαγράψουν ένα ολόκληρο πρόγραμμα ή και να επανεκκινήσουν τον υπολογιστή. Έτσι, οι αρνητικές εμπειρίες αναγκάζουν μερικούς μαθητές να σταματήσουν την προσπάθειά τους.

Τόσο η εκπαιδευτική εμπειρία όσο και η σχετική βιβλιογραφία δείχνουν αρκετές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές ως προς το γνωστικό αντικείμενο προς μελέτη, το οποίο, μεταξύ άλλων, είναι η αποσαφήνιση εννοιών κλάσης και αντικειμένου. Το διδακτικό σενάριο λαμβάνει υπόψη του τις πρότερες ιδέες και τις αναπαραστάσεις των μαθητών για τις προαναφερθείσες έννοιες. Οι μαθητές τείνουν να ταυτίζουν τις κλάσεις με τα αντικείμενα. Συνήθως δεν αντιλαμβάνονται ότι τα αντικείμενα είναι ένα στιγμιότυπο μίας κλάσης. Επίσης είναι εξίσου πιθανόν στους μαθητές να δημιουργηθεί η παρανόηση ότι τα αντικείμενα και οι μεταβλητές ταυτίζονται ιδιαίτερα στην περίπτωση όπου χρησιμοποιείται μόνο μία μεταβλητή σε κάθε κλάση.

Στον μικρόκοσμο Alice χρησιμοποιούνται τρεις διαστάσεις για τις κινήσεις των ηρώων και διαφορετικές οπτικές της σκηνής. Οι μαθητές όταν δεν είναι εξοικειωμένοι με κάποιες εντολές μπορεί να χάσουν την οπτική επαφή με τους ήρωες-αντικείμενα της σκηνής. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία πολλών στιγμιότυπων της ίδιας κλάσης και να τους μπερδέψει. Ωστόσο, οι εντολές που περιλαμβάνει ο μικρόκοσμος είναι συγκεκριμένες, σαφώς διατυπωμένες και η διαχείριση του μικρόκοσμου είναι ιδιαίτερα απλή. Έτσι αναμένεται οι μαθητές γρήγορα να αντιληφθούν την οπτική του χώρου στην οθόνη του Η/Υ και να αποδίδουν με ακρίβεια τις κινήσεις και την οπτική γωνία που βλέπουν τη σκηνή. Το συγκεκριμένο περιβάλλον μπορεί να νοηματοδοτήσει με ορθό τρόπο αυτά τα βασικά χαρακτηριστικά των προγραμμάτων (και των αλγορίθμων), τις έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού, ενώ η σχετική γνώση μπορεί να είναι διαθέσιμη και εφαρμόσιμη, από την πλευρά των μαθητών και σε άλλα προγραμματιστικά περιβάλλοντα.

Μετά από έναν αρχικό χρόνο για εξοικείωση των μαθητών με το περιβάλλον Alice και την ιδέα του τρισδιάστατου animation, αναμένεται οι μαθητές να εργαστούν χωρίς προβλήματα. Μάλιστα θα το κάνουν και με ευχαρίστηση δεδομένης της έλλξης που μπορεί να ασκεί το περιβάλλον εξαιτίας των «παιγνιδιών» του χαρακτηριστικών.

Δεν αναμένεται πολύς χρόνος για την εξοικείωση των μαθητών με το περιβάλλον, αφού είναι σχετικά απλό. Όσον αφορά τη γλώσσα, να μην υπάρχει η δυνατότητα μετατροπής και στην ελληνική γλώσσα αλλά κάποια στοιχεία παραμένουν στα Αγγλικά.. Ωστόσο τα τελευταία αναμένονται να γίνουν εύκολα κατανοητά σε αυτό το επίπεδο των μαθητών.

Κατά την εκτέλεση του σεναρίου δεν προβλέπονται προβλήματα σε σχέση με την ταχύτητα λειτουργίας του Η/Υ το λογισμικό (Alice) ή την ενδεχόμενη χρήση του video projector οπότε δεν θα υπάρξει διδακτικός θόρυβος. Το περιβάλλον είναι εύρωστο (robust) και δοκιμασμένο, άρα δεν αναμένονται σφάλματα λογισμικού, ασυμβατότητας με το λειτουργικό σύστημα κλπ. Άρα, συνολικά, δεν αναμένεται διδακτικός θόρυβος πιο ισχυρός από ότι στα συνήθη περιβάλλοντα.

Οστόσο να σημειωθεί ότι η εγκατάσταση του εν λόγω λογισμικού απαιτεί αρκετό χώρο στο σκληρό δίσκο, προαπαιτεί την εγκατάσταση του Java development kit, και λόγω του τρισδιάστατου περιβάλλοντος απαιτεί αρκετούς υπολογιστικούς πόρους, όπως επεξεργαστική ισχύ. Σε παλαιότερης τεχνολογίας υπολογιστών δεν αναμένεται την λειτουργία απροβλημάτιστα. Συγκριτικά βέβαια με άλλα παιγνιώδη προγραμματιστικά περιβάλλοντα όπως το kodu απαιτεί μικρότερη υπολογιστική ισχύ. Συνοψίζοντας, δεν αναμένονται προβλήματα που θα μπορούσαν να επηρεάσουν το μάθημα).

9. Διδακτικό συμβόλαιο

Ο εκπαιδευτικός αλλάζει ρόλο εν μέρει, αφού μετατρέπεται σε καθοδηγητή, διευκολυντή, συντονιστή και εκπαιδευτή της γνώσης αντί του απλού αναπαραγωγού και αναμεταδότη εύκολα προσβάσιμων πληροφοριών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αξιοποιείται καλύτερα και ουσιαστικά, εκεί που πραγματικά χρειάζεται να προσφέρει. Ο εκπαιδευτικός επίσης δεν παρέχει έτοιμες απαντήσεις, σχεδιάζει την μαθησιακή εμπειρία και ενθαρρύνει την πρωτοβουλία, την ανακάλυψη και την αυτοδιαχείριση. Επιπλέον δε λειτουργεί μεμονωμένα μέσα στην τάξη αλλά ως μέλος μιας ομάδας που μαθαίνει. Αναπτύσσει έτσι μεγαλύτερη ευαισθησία στις μαθησιακές προτιμήσεις και ιδιαιτερότητες των μαθητών του. Πρωταρχικό του καθήκον είναι αφού αξιολογήσει κάθε περίπτωση να επιλέξει την κατάλληλη διδακτική μέθοδο συνυπολογίζοντας τις δυνατότητες, τις ελλείψεις, το μαθησιακό στυλ, το προφίλ, τις πρότερες γνώσεις και τα ενδιαφέροντα των μαθητών του.

Στο συγκεκριμένο σενάριο ο εκπαιδευτικός μπορεί εύκολα να τραβήξει το ενδιαφέρον των μαθητών. Αυτό επιτυγχάνεται με την εστίαση στην παιγνιώδη μορφή του και τα δημιουργικά αποτελέσματα που θα προκύψουν από την ενασχόληση με τα φύλλα εργασίας. Τα κινούμενα σχέδια αποτελούν ευχάριστο βίωμα για τους μαθητές. Με αυτόν τον τρόπο παροτρύνονται οι μαθητές να εργαστούν με προθυμία και σε κλίμα ισότιμης συνεισφοράς να πετύχουν όλοι τα αποτελέσματα που επιδιώκονται χωρίς να αναμένονται αντιστάσεις. Οι μαθητές περιμένουν από τον καθηγητή τους να είναι καθοδηγητικός και να επιτρέψει τον πειραματισμό που θα προκύψει αναμφίβολα λόγω των ελκυστικών γραφικών και την άμεση παρατήρηση των αποτελεσμάτων. Στα φύλλα εργασίας έχει προβλεφθεί ο χρόνος για αυτή την ενασχόληση, γεγονός που υπενθυμίζεται κατά διαστήματα από τον διδάσκοντα.

10. Υποκείμενη θεωρία μάθησης

Στις μέρες μας η εκπαιδευτική κοινότητα αποδέχεται τα σημαντικά οφέλη των εποικοδομιστικών διδακτικών στρατηγικών. Κύριοι άξονες αυτών των διδακτικών προσεγγίσεων είναι η εκτίμηση των προϋπαρχουσών γνώσεων και αντιλήψεων των μαθητών και η οργάνωση μαθησιακών δραστηριοτήτων που να ευνοούν τη διερευνητική, ανακαλυπτική και συνεργατική μάθηση. Οι μαθητές χτίζουν τη γνώση τους ανιχνεύοντας, διερευνώντας και αλληλεπιδρώντας οπτικά με το μενού.

Στο αναφερόμενο σενάριο οι προτεινόμενες δραστηριότητες για τους μαθητές εντάσσονται σε μια τυπική κονστрукτιβιστική προσέγγιση, αφού στους μαθητές προτείνονται μια σειρά από προβλήματα τα οποία καλούνται να επιλύσουν στο περιβάλλον Alice. Οι μαθητές, μπορούν, εργαζόμενοι σε ομάδες, να διερευνήσουν τις δυνατότητες του περιβάλλοντος και να τις συνδυάσουν για την επίλυση των προβλημάτων. Εφόσον οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες η αντιμετώπιση των προβλημάτων και οι προτεινόμενες λύσεις θα προκύψουν μέσα από κοινωνιογνωστικές συγκρούσεις.

11. Οργάνωση της τάξης – εφικτότητα σχεδίασης

Το σενάριο θα πραγματοποιηθεί στο σχολικό εργαστήριο πληροφορικής σε ομάδες των δύο - τριών ατόμων. Κάθε ομάδα θα έχει από ένα Η/Υ έτοιμο προς χρήση με εγκαταστημένη την έκδοση 3.1 του Alice. Όπως προαναφέρθηκε ένας βιντεοπροβολέας θα ήταν χρήσιμος.

Το σενάριο είναι ρεαλιστικό. Το μεγαλύτερο μέρος του έχει πραγματοποιηθεί στη τάξη με επιτυχία και πάντα μέσα στον προβλεπόμενο χρόνο. Τα παιδιά εργάζονται ομαδοσυνεργατικά χρησιμοποιώντας ένα υπολογιστικό σύστημα ανά ομάδα αλλά και σε ολομέλεια όπου παρουσιάζουν τα αποτελέσματα με τη χρήση του βιντεοπροβολέα.

12. Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση των μαθητών γίνεται από τον εκπαιδευτικό καθ' όλη τη διάρκεια των δύο διδακτικών ωρών. Κατά την υλοποίηση του διδακτικού σεναρίου πραγματοποιήθηκαν τριών ειδών αξιολογήσεις. Η αρχική αξιολόγηση κατά την οποία με μια πολύ σύντομη συζήτηση διαπιστώθηκε αν κατέχει ο μαθητής εκείνες τις γνώσεις και τις δεξιότητες που είναι απαραίτητες για να παρακολουθήσει τη νέα ύλη που αφορά το συγκεκριμένο λογισμικό. Η διαμορφωτική αξιολόγηση που έχει ως σκοπό να δώσει πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της διδακτικής πράξης και ειδικότερα να διαπιστώσει την πρόοδο των μαθητών στην προσφερόμενη ύλη την ώρα της διδασκαλίας. Η τελευταία εξαρτάται αποκλειστικά από τις εκμειευτικές ερωτήσεις και παρατηρήσεις που θα κάνει ο εκπαιδευτικός την ώρα της διδασκαλίας σε συνδυασμό με το συγκεκριμένο φύλλο εργασίας που θα παρέχεται σε κάθε διδακτική ώρα. Τα αποτελέσματα από το φύλλο εργασίας και τις παρατηρήσεις δεν έχουν ως σκοπό τη βαθμολόγηση των μαθητών, εκτός από το να δώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες για βελτίωση της διδασκαλίας και επαύξηση της μάθησης. Τέλος, η τελική αξιολόγηση έχει σχέση με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, την αυτοαξιολόγηση των μαθητών, τις γραπτές απαντήσεις στα φύλλα εργασίας και τη δημιουργία μίας ταίνιας κινουμένων σχεδίων ως τελικό παραγόμενο. Επιπρόσθετα η έκφραση των συναισθημάτων και ο διάλογος για

τυχόν προβλήματα ή δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι μαθητές εμπίπτουν σε αυτήν την κατηγορία. Θα χρησιμοποιηθούν ερωτήσεις κλειστού τύπου (σωστού/λάθους, πολλαπλής επιλογής κτλ) προκειμένου να ελέγξει ο εκπαιδευτικός αν οι μαθητές κατανόησαν τις σχετικές έννοιες, καθώς επίσης και αν έχουν δημιουργηθεί κάποιες παρανοήσεις. Οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις που θα συμπεριληφθούν θα πρέπει να αντιπροσωπεύουν συνήθεις δυσκολίες και παρανοήσεις που έχουν καταγραφεί για τις σχετικές έννοιες. Για παράδειγμα ακολουθούν κάποιες ενδεικτικές που μπορούν να αξιοποιηθούν για τους στόχους του σεναρίου.

<https://drive.google.com/file/d/0B8u-aUvYVoQ8dHVyZjY3clpFVG8/view?usp=sharing>.

13. Το επιμορφωτικό σενάριο

1η διδακτική ώρα

1η φάση:

- Καταγισμός ιδεών, συζήτηση γύρω από τα κινούμενα σχέδια (7 λεπτά)
- Κατασκευή ταινίας μικρού μήκους από χαρτί (10 λεπτά)

2η φάση:

- Εισήγηση για το Alice (3 λεπτά)
- Διαμοιρασμός και υλοποίηση πρώτου φύλλου εργασίας (20 λεπτά)
- Συζήτηση - ερωτήσεις, απαντήσεις κλειστού τύπου (5 λεπτά)

2η διδακτική ώρα

1η φάση:

- Παρουσίαση Βίντεο (10 λεπτά)
- Συζήτηση γύρω από απορίες και δυσκολίες όσον αφορά της χρήσης του Alice (8 λεπτά)

2η φάση:

- Διαμοιρασμός και πραγματοποίηση του δεύτερου φύλλου εργασίας (15 λεπτά)
- Αξιολόγηση με ερωτήσεις κλειστού τύπου (5 λεπτά)
- Διάλογος - ερωτοποκρίσεις (5 λεπτά)
- Ανατροφοδότηση (2 λεπτά)

14. Προτάσεις για περαιτέρω δραστηριότητες – προτεινόμενες εργασίες

Στο συγκεκριμένο εργαλείο δίνεται η ευκαιρία να προσαρμοστεί το περιβάλλον σε πολλές γλώσσες και ανάμεσα σε αυτές και στην Ελληνική. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα να κατανοήσουν το περιβάλλον και παιδιά που δε γνωρίζουν Αγγλικά. Η μετατροπή αυτή επιτυγχάνεται μέσω των εντολών windows, preferences, locale και στη συνέχεια Ελληνικά. Παρόλο που η μετατροπή αυτή στα Ελληνικά δεν ισχύει για τα ονόματα των κλάσεων, των διαδικασιών ή των συναρτήσεων. Επιπρόσθετη δυνατότητα που παρέχεται είναι η μετατροπή των εντολών του κώδικα που περιέχονται στο Alice σε java. Το παραπάνω επιτυγχάνεται μέσω των εντολών window, preferences, programming language, java. Το αποτέλεσμα είναι να αλλάζει απευθείας το πρόγραμμα σε java.

Το σενάριο μπορεί να επεκταθεί, παρουσιάζοντας αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα όπως έχει ήδη αναφερθεί, για την εκμάθηση δομών προγραμματισμού και την εξοικείωση με την ανάπτυξη προγραμμάτων, όπως επίσης και την επέκταση σε πιο περίπλοκες ψηφιακές αφηγήσεις. Κάθε φορά που οι μαθητές εκτελούν ένα καινούργιο σενάριο που έχει αντληθεί από τη φαντασία τους εισάγει νέες αρχές και δομές προγραμματισμού.

15. Χρήση εξωτερικών πηγών

- Μαυρογιώργος, Π. (2012). Αντικειμενοστραφής Προγραμματισμός. Ανακτήθηκε στις 14/2/2015 από http://python-tutorial-greek.readthedocs.org/en/latest/oop_general.html
- Ράπτης Α & Ράπτη Α, (2001): Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορίας, Τόμος Α και Τόμος Β.Αθήνα: εκδόσεις. Α. Ράπτη.
- Σολομωνίδου, Χ. (2006). «Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Επικοινωνιακός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης».Αθήνα: εκδόσεις Μεταίχμιο
- Τζιμογιάννης, Α. (2005). Προς ένα παιδαγωγικό πλαίσιο διδασκαλίας του προγραμματισμού στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο διδακτικής πληροφορικής.
- Lawler, R. W., & Yazdani, M. (Eds.). (1987). Artificial Intelligence and Education: Learning environments and tutoring systems (Vol. 1). Intellect Books.
- <http://users.sch.gr/panosgots/index.php/introprogrammingenvironments/gymnasio/alice?start=50> (Ανακτήθηκε στις 13/02/2015)
- <http://www.ancestorproject.org/doku.php?id=curriculum> (Ανακτήθηκε στις 13/02/2015)
- <http://www.aliceprogramming.net/text/book.html> (Ανακτήθηκε στις 13/02/2015)
- <http://www.cs.duke.edu/csed/alice/aliceInSchools/> (Ανακτήθηκε στις 13/02/2015)

16. Φύλλα Εργασίας

<https://drive.google.com/file/d/0B8u-aUvYVoQ8dldDLVF4Z1dfbWc/view?usp=sharing>

<https://drive.google.com/file/d/0B8u-aUvYVoQ8VzNxN1V3RmFIVDA/view?usp=sharing>