

Πολίτης Π., Κόμης Β., Δημητρακοπούλου Α. (2000). Κανόνες λογικής και δραστηριότητες λήψης αποφάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης. Στα (Επιμ.) Α. Κόλλιας, Α. Μαργετουσάκη, & Π. Μιχαηλίδης. Πρακτικά του 4^{ου} Συνεδρίου Διδακτική των Μαθηματικών- Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Ρέθυμνο, 1-3 Οκτωβρίου, 1999., Εκδοτικός Όμιλος ΊΩΝ, Εκδόσεις Έλλην'. σελ. 205-212.

Κανόνες λογικής και δραστηριότητες λήψης αποφάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης

Παναγιώτης Πολίτης

Εκτ. Επίκουρος Καθηγητής,
Τμήμα Πληροφορικής,
ΤΕΙ Αθήνας,
οδός Αγίου Σπυρίδωνα,
12210, Αιγάλεω
ppol@hol.gr

Βασίλης Κόμης

Λέκτορας,
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών,
Πανεπιστήμιο Πατρών,
Πανεπιστημιούπολη, Ρίο,
26500, Πάτρα
komis@upatras.gr

Αγγελική Δημητρακοπούλου

Επίκουρος Καθηγήτρια,
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών,
Πανεπιστήμιο Αιγαίου,
Λεωφόρος Δημοκρατίας 1,
85100, Ρόδος
adimitr@rhodes.aegean.gr

Λέξεις - κλειδιά:

εκπαιδευτικό λογισμικό, κανόνες λογικής, λογικοί τελεστές, λήψη αποφάσεων, μοντελοποίηση, ποιοτικός συλλογισμός.

Περίληψη

Οι διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων συνιστούν ένα πολύ σημαντικό ζήτημα της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Οι δεξιότητες που αναπτύσσονται από τους μαθητές στη διάρκεια των διαδικασιών αυτών, θα έπρεπε να αποτελούν πρωταρχικό στοιχείο της σύγχρονης παιδείας. Στο άρθρο αυτό μελετώνται οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων στο πλαίσιο διαδικασιών επίλυσης προβλήματος με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού λογισμικού ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ. Το λογισμικό αυτό συνιστά ένα ανοικτό υπολογιστικό περιβάλλον μάθησης που επιτρέπει στους μαθητές την επινόηση και το σχεδιασμό μοντέλων λογικής και λήψης αποφάσεων, τη διερεύνηση της συμπεριφοράς τους, τη βελτίωσή τους και ενδεχομένως τον έλεγχο των ορίων της εγκυρότητάς τους. Πρόκειται για ένα περιβάλλον μοντελοποίησης, με έμφαση στον ποιοτικό και στον ημιποσοτικό τύπο συλλογισμού, καθώς και στους εναλλακτικούς τρόπους έκφρασης και οπτικοποίησης μοντέλων.

Abstract

Both problem solving and decision making procedures are recognised as a very important educational issue. The skills developed by the students during these procedures would consist primary characteristic of the contemporary education. This paper examines the decision making procedures in the framework of problem solving procedures with the help of the educational software MODEL_CREATOR. The mentioned software consists an open computerised learning environment allowing the students to conceive and design logic and decision making models, to investigate their behaviour, to improve them and, possibly, to check the limits of their validity. It is an object-oriented modelling environment, putting emphasis on both the qualitative and semi-quantitative kinds of reasoning as well as on the alternative ways of expression and visualisation of models.

Θέμα

Πληροφορική στην Εκπαίδευση

Επίπεδο εκπαίδευσης

Γυμνάσιο

Κατηγορία εργασίας

Εμπειρική – Πειραματική

1. Εισαγωγή : Λογική και Λήψη Αποφάσεων

Η διαδικασία οικοδόμησης εννοιών της λογικής όχι μόνο δεν είναι μια τετριμμένη διεργασία, αλλά παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες. Όντας μια αφηρημένη έννοια, η λογική φαίνεται κάποιες φορές να έχει μικρή σχέση με πραγματικά προβλήματα του κόσμου που μας περιβάλλει [Fung & all., 1992, van der Pal, 1993]. Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές σε επίπεδο κατανόησης εννοιών και κανόνων λογικής, είναι ένα φαινόμενο που απαντάται πολύ συχνά. Ακόμα και έπειτα από επίμονη διδασκαλία πάνω στη λογική, πολλοί μαθητές αδυνατούν να συλλάβουν τις βασικές αρχές τυπικού συλλογισμού, καθόσον αυτές οι αρχές δεν έχουν γίνει πλήρως κατανοητές [Fung & all., 1992].

Λογικά συμπεράσματα που αφορούν την περιρρέουσα πραγματικότητα μπορούν ενίοτε να έρθουν σε αντίθεση με πιστεύω και απόψεις των μαθητών [Dobson, 1994]. Αυτό συχνά αφενός μεν οδηγεί σε σύγχυση, αφετέρου δε παρακωλύει την πρόοδο της λογικής διαδικασίας, αφού η "λογικότητα" του συμπεράσματος συχνά "μετριέται" με το βαθμό συσχέτισής του με τα ίδια τα πιστεύω των μαθητών [Gill & all., 1994, Campbell, 1995]. Αυτού του είδους οι στάσεις των μαθητών είναι εν γένει υποσυνείδητες, εξαρτώνται συχνά από το γενικό πλαίσιο του θέματος μελέτης που εξετάζεται και μεταβάλλονται δύσκολα, καθιστώντας έτσι δυσχερή την παροχή πιστικών γενικευμένων παραδειγμάτων [White & all., 1991, Draper & all., 1992].

Οι διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων αναγνωρίζονται σαν ένα πολύ σημαντικό ζήτημα σε διάφορα επίπεδα (εκπαίδευση, βιομηχανία, οικονομία, πολιτική κ.α.). Το σχετικά πρόσφατο πέρασμα στην εποχή της πληροφορικής, έχει εστιάσει το ενδιαφέρον σε εκπαιδευτικό λογισμικό που αναπτύσσει και ενδυναμώνει την καλλιέργεια ικανοτήτων σχετικές με τις προαναφερόμενες διαδικασίες. Θεωρείται ότι οι στρατηγικές που αναπτύσσονται στη διάρκεια των διαδικασιών αυτών, θα έπρεπε να αποτελούν πρωταρχικό στοιχείο της σύγχρονης παιδείας [Gagné, 1984]. Αν και διαπιστώνεται μια σύγκλιση απόψεων σχετικά με τα επιτακτικά βήματα που απαιτούνται σε ότι αφορά στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, εντούτοις υφίσταται διάσταση απόψεων σε ότι αφορά στις συγκεκριμένες τεχνικές που απαιτούνται σε κάθε ένα βήμα της διαδικασίας αυτής [Huitt, 1992]. Υπό την έννοια αυτή, η ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού επίλυσης προβλημάτων με κανόνες λογικής, αποκτά μια ιδιαίτερη σημασία.

Η καλλιέργεια λογικής σκέψης και η ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων αντικατοπτρίζει άμεσα τη δυνατότητα λήψης αποφάσεων. Η διαδικασία της λήψης αποφάσεων, στηρίζεται στις διαδικασίες που εκπορεύονται από τη λογική και αποτελεί μια δραστηριότητα που απαντάται σε κάθε επίπεδο ανθρώπινης δράσης, σε κάθε ηλικία. Συνιστά βασική ανθρώπινη δεξιότητα, πολλαπλής σημασίας και χρηστικότητας. Η καλλιέργεια και η ενδυνάμωσή της συντελεί στη ισχυροποίηση της προσωπικότητας του ατόμου.

Η πολυπλοκότητα της "διδασκαλίας" λήψης αποφάσεων έγκειται στην κατανόηση, και κατά ακολουθία στη σωστή χρήση, των βασικών λογικών τελεστών. Η προσέγγιση των εννοιών αυτών γίνεται σε περιορισμένο βαθμό σε ότι αφορά στο Γυμνάσιο. Η έννοια της λήψης αποφάσεως αποτελεί αντικείμενο διδασκαλίας στα πλαίσια των μαθημάτων της Οικιακής Οικονομίας της Β' Γυμνασίου, του Σχολικού Επαγγελματικού Προσανατολισμού (ΣΕΠ) και της Πληροφορικής της Γ' Γυμνασίου.

Στα πλαίσια της παρούσας δημοσίευσης τεκμηριώνεται διδακτικά η προσέγγιση της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων με τη χρήση λογικών τελεστών μέσω εξειδικευμένου εκπαιδευτικού λογισμικού. Το λογισμικό αυτό, ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ, αναπτύχθηκε στα πλαίσια του έργου "Σειρήνες", χρηματοδοτούμενο από το ΥΠΕΠΘ και με ενδιάμεσο φορέα υλοποίησης το ΙΤΥ.

Πολίτης Π., Κόμης Β., Δημητρακοπούλου Α. (2000). Κανόνες λογικής και δραστηριότητες λήψης αποφάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης. Στα (Επιμ.) Α. Κόλλιας, Α. Μαργετουσάκη, & Π. Μιχαηλίδης. Πρακτικά του 4ου Συνεδρίου Διδακτική των Μαθηματικών- Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Ρέθυμνο, 1-3 Οκτωβρίου, 1999., Εκδοτικός Όμιλος ΊΩΝ, Εκδόσεις Έλλην'. σελ. 205-212.

Ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ συνιστά ένα ανοικτό υπολογιστικό περιβάλλον μάθησης που επιτρέπει στους μαθητές να επινοήσουν και να σχεδιάσουν το(τα) κατάλληλο(α) μοντέλο(α), να διερευνήσουν τη συμπεριφορά του(ς) και να επιδιώξουν την τροποποίηση ή τη βελτίωσή του(ς). Πρόκειται για ένα αντικειμενοστραφές περιβάλλον μοντελοποίησης, με έμφαση στον ποιοτικό και στον ημιποσοτικό συλλογισμό, καθώς και στους εναλλακτικούς τρόπους έκφρασης και οπτικοποίησης μοντέλων [Κόμης & άλλοι, 1998, Komis & all., 1998, Dimitracopoulou & all., 1999].

2. Παιδαγωγική τεκμηρίωση: γιατί τα μοντέλα λήψης απόφασης και λογικής;

Ο ποιοτικός συλλογισμός είναι η κατηγορία εκείνη συλλογισμού στην οποία εντάσσονται πάρα πολλά προβλήματα σχολικής γνώσης που αφορούν κάθε θέμα που δεν μπορεί να εκφραστεί αλγεβρικά. Τα περισσότερα προβλήματα που ο μαθητής μικρής ηλικίας αντιμετωπίζει, χρήζουν ποιοτικής και όχι ποσοτικής αντιμετώπισης, γεγονός που καθιστά τη μοντελοποίηση μέσω ποιοτικού συλλογισμού ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο.

Το είδος ποιοτικού συλλογισμού που μας ενδιαφέρει στην παρούσα μελέτη είναι αυτός που αναπτύσσεται κατά τη διαδικασία της λήψης αποφάσεων. Το συγκεκριμένο θέμα συνδέεται άμεσα με το πρόγραμμα σπουδών. Σχετίζεται με το μάθημα της Οικιακής Οικονομίας που διδάσκεται στην Β' Γυμνασίου, το μάθημα του Σχολικού Επαγγελματικού Προσανατολισμού και το μάθημα της Πληροφορικής, της Γ' Γυμνασίου.

Η δεξιότητα λήψης αποφάσεων αποτελεί διδακτικό στόχο των μαθημάτων Οικιακής Οικονομίας και Σχολικού Επαγγελματικού Προσανατολισμού, σύμφωνα με το βιβλίο των οδηγιών στο τμήμα της Ειδικής Διδακτικής. Η δεξιότητα όμως της λήψης αποφάσεων αποτελεί σημαντικότερο στοιχείο από ότι ένα απλό γνωστικό αντικείμενο. Στόχος του λογισμικού είναι να καλλιεργήσει και να αναπτύξει αυτήν τη δεξιότητα στους μαθητές.

Στο βιβλίο της Οικιακής Οικονομίας της Β' Γυμνασίου, το θέμα της Λήψης Αποφάσεων παρουσιάζεται χωρίς να παραθέτονται λογικές επεξεργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν έτσι ώστε να ληφθεί μία απόφαση. Η τρόπος παράθεσης του θέματος, δεν βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τους απαραίτητους μηχανισμούς που ενεργοποιούνται και διαμορφώνονται κατά τη διάρκεια μιας τέτοιας διαδικασίας.

Οι σύγχρονες απόψεις της ψυχολογίας της μάθησης προσεγγίζουν τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα μέσω δραστηριοτήτων επίλυσης προβλημάτων [Vosniadou & all., 1994]. Ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ πραγματεύεται τη διαδικασία λήψης αποφάσεων μέσω παράθεσης προβλημάτων και μοντελοποίησής τους, σύμφωνα με τις σύγχρονες προσεγγίσεις [Ogborn, 1990, Bliss & all., 1992, Mellar & all., 1994]. Παρέχει προσομοιώσεις πραγματικών αντικειμένων και καταστάσεων για άμεση επαλήθευση του μοντέλου που δημιουργήσε ο μαθητής, παρουσιάζοντας ταυτόχρονα τις συνέπειες των καταστάσεων που όρισε, ενώ παράλληλα προσφέρει και Πίνακα Αποφάσεων, σαν εναλλακτική μορφή αναπαράστασης και επαλήθευσης ταυτόχρονα.

Η διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετίζεται άμεσα με κανόνες λογικής. Η μάθηση όμως δεν ταυτίζεται με την απλή εφαρμογή κανόνων. Η προσέγγιση που υιοθετήθηκε από τον ΔΗΜΙΟΥΡΓΟ ΜΟΝΤΕΛΩΝ προσβλέπει στη δημιουργία θεμάτων μελέτης - καταστάσεων τις οποίες καλούνται να αντιμετωπίσουν οι μαθητές. Αναμφίβολα αποτελεί σημαντικό εφόδιο και δεξιότητα για το μαθητή, η ικανότητα του να μπορεί να κρίνει μία κατάσταση και να λειτουργεί προβλεπτικά ως προς την εξέλιξή της. Η ικανότητα στη διαδικασία της λήψης αποφάσεων αποτελεί

σημαντικό πλεονέκτημα της συγκροτημένης προσωπικότητας του ατόμου, αυξάνει την αποτελεσματικότητα, την αυτοπεποίθηση, τη διοικητική του ικανότητα. Οι δεξιότητες που αναπτύσσουν οι μαθητές εξασκώντας την ικανότητά τους στον τομέα αυτό, ενισχύει τον ποιοτικό συλλογισμό, τον πληρέστερο και σημαντικότερο τρόπο συλλογισμού.

Η χρήση κανόνων λογικής προϋποθέτει τη χρήση λογικών τελεστών (ΚΑΙ, ΟΧΙ, Ή) και λογικών συσχετίσεων (ΑΝ...ΤΟΤΕ). Η εξοικείωση των μαθητών με τους όρους και τις έννοιες αυτές θεωρείται πολύ χρήσιμη προηγούμενη εμπειρία στην προοπτική της ενασχόλησής τους με το μάθημα της Πληροφορικής στη Α' τάξη Λυκείου, στη διάρκεια της οποίας οι μαθητές εμπλέκονται σε μεγαλύτερο βαθμό με προγραμματιστικές δομές και κανόνες λογικής, και όπου γίνεται μια αναλυτικότερη αναφορά στις προαναφερόμενες έννοιες.

Παρόλο που για λόγους παιδαγωγικούς (ευκολότερη εννοιολογική και τυπική συσχέτιση), η σύνταξη των λογικών συσχετίσεων στο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟ_ΜΟΝΤΕΛΩΝ διαφοροποιείται εν μέρει από τη τυποποιημένη σύνταξή τους όπως αυτή απαντάται στο μάθημα της Πληροφορικής, η χρήση του λογισμικού εισάγει στην εννοιολογική προσέγγιση των όρων.

Η διασύνδεση μεταξύ των διαφόρων αντικειμένων που παρέχονται στο μαθητή για την υλοποίηση του μοντέλου, γίνεται με ποιοτικό τρόπο, με τη χρήση λογικών τελεστών και λογικών συσχετίσεων. Για την ανάδειξη των λογικών αποφάσεων, ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ_ΜΟΝΤΕΛΩΝ επιτρέπει πολλαπλές προσεγγίσεις:

- ♦ Διαδικασίες διερεύνησης, όπου οι μαθητές διερευνούν έτοιμα μοντέλα, που αντιστοιχούν σε δοθέντα προβλήματα-θέματα μελέτης, μέσω της προσομοίωσής τους.
- ♦ Διαδικασίες έκφρασης, όπου οι μαθητές καλούνται να μοντελοποιήσουν προβλήματα που οι ίδιοι ή άλλοι θέτουν.
- ♦ Εναλλακτική αναπαράσταση, με χρήση του Πίνακα Αποφάσεων, που ανταποκρίνεται τόσο στα προτεινόμενα θέματα μελέτης του λογισμικού, όσο και σε καταστάσεις λογικής που θέτουν οι μαθητές.

3. Διδακτική τεκμηρίωση και μαθησιακοί στόχοι

Η μοντελοποίηση συνιστά εγγενές χαρακτηριστικό της επιστημονικής έρευνας αλλά και της εκπαιδευτικής πράξης [Ogborn, 1990]. Ο μαθητής, στα πλαίσια της γενικής του παιδείας, θα πρέπει να αναπτύξει δεξιότητες μοντελοποίησης. Έρευνες στα πλαίσια της διδακτικής των επιστημών και της γνωστικής ψυχολογίας έχουν δείξει ότι, η εφαρμογή της διαδικασίας μοντελοποίησης συνιστά ουσιαστικά μια διαδικασία μάθησης για τον ίδιο το μαθητή που την εφαρμόζει, και αυτό για μια σειρά λόγους [Ogborn, 1997]:

- ♦ μέσα από την προσπάθεια επινόησης μοντέλων, οι μαθητές εκφράζουν τις ιδέες τους και τα νοητικά τους μοντέλα. Η έκφραση αυτή είναι ένα πρώτο βήμα στην πορεία της επίγνωσης των συλλογισμών τους,
- ♦ οι γραφικές και συμβολικές αναπαραστάσεις που μπορούν να λάβουν τα μοντέλα παίζουν ρόλο υποστήριξης του συλλογισμού, ένα ρόλο συνοδευτικό της σκέψης,
- ♦ η δημιουργία και η διερεύνηση μοντέλων, παίζει ενισχυτικό ρόλο στο να γίνουν οι ιδέες αντικείμενο επικοινωνίας μεταξύ μαθητών με συμμαθητές τους ή με τους καθηγητές τους.

Πολίτης Π., Κόμης Β., Δημητρακοπούλου Α. (2000). Κανόνες λογικής και δραστηριότητες λήψης αποφάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης. Στα (Επιμ.) Α. Κόλλιας, Α. Μαργετουσάκη, & Π. Μιχαηλίδης. Πρακτικά του 4^{ου} Συνεδρίου *Διδακτική των Μαθηματικών- Πληροφορική στην Εκπαίδευση*, Ρέθυμνο, 1-3 Οκτωβρίου, 1999., Εκδοτικός Όμιλος ΊΩΝ, Εκδόσεις 'Ελλην'. σελ. 205-212.

Οι μαθησιακοί και διδακτικοί στόχοι της θεματικής ενότητας *Λήψη Αποφάσεων* που πραγματεύεται ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ_MONTEΛΩΝ είναι να καταστούν ικανοί οι μαθητές:

- ◆ να συσχετίζουν λογικά μεταξύ τους καταστάσεις και να οδηγούνται σε λήψη αποφάσεων με βάση τις τιμές αυτών των καταστάσεων,
- ◆ να διερευνούν τη δυναμική εξέλιξη των καταστάσεων και να επιλύουν προβλήματα καθημερινής ζωής που απαιτούν λήψη αποφάσεων,
- ◆ να προσεγγίζουν διαισθητικά καταστάσεις της καθημερινής ζωής με υπολανθάνουσα χρήση λογικών τελεστών και εικονική αναπαράσταση του προβλήματος.

Τα θέματα μελέτης που προτείνονται στην ενότητα *Λήψη Αποφάσεων* του ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ_MONTEΛΩΝ, συνδέονται άμεσα με το πρόγραμμα σπουδών και συγκεκριμένα με τα μαθήματα της Οικιακής Οικονομίας και της Πληροφορικής όπως φαίνεται στον πίνακα 1.

Β' Γυμνασίου	Οικιακή Οικονομία
Γνωστικό θέμα:	Λήψη αποφάσεων
Είδος συλλογισμού:	ποιοτικός
Γενικοί στόχοι μάθησης	να αναλύουν και να αναπαριστούν με τρόπο κατάλληλο απλά ζητήματα καθημερινής ζωής να επιλύουν απλά προβλήματα καθημερινής ζωής που απαιτούν λήψη απόφασης
Γενικοί διδακτικοί στόχοι	προσέγγιση λύσης προβλημάτων καθημερινής ζωής με υπολανθάνουσα χρήση λογικών τελεστών

Γ' Γυμνασίου	Πληροφορική
Γνωστικό θέμα:	Λήψη αποφάσεων - δομή επιλογής
Είδος συλλογισμού:	ποιοτικός
Γενικοί στόχοι μάθησης	να επιλύουν απλά προβλήματα καθημερινής ζωής που απαιτούν λήψη απόφασης να μπορούν να διακρίνουν τα δεδομένα και τα ζητούμενα αποτελέσματα μιας κατάστασης, ενός προβλήματος να συντάσσουν δομή επιλογής και να διαπιστώνουν την ορθότητα ή μη του τρόπου σύνταξής της
Γενικοί διδακτικοί στόχοι	ανάπτυξη αναλυτικής και συνθετικής ικανότητας, μερική χρήση λογικών τελεστών

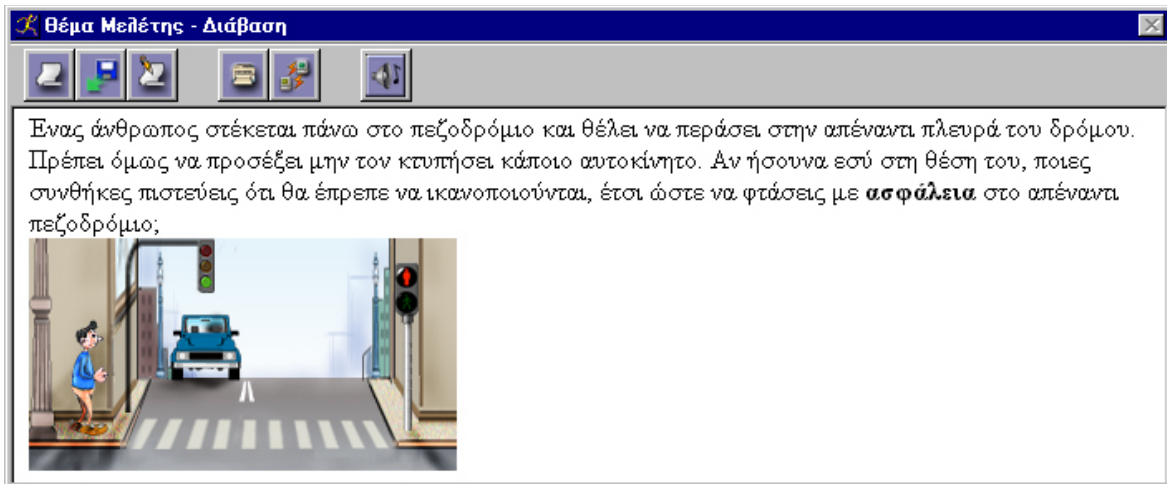
Πίνακας 1 : Συσχέτιση των μαθησιακών και διδακτικών στόχων του ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ_MONTEΛΩΝ με το πρόγραμμα σπουδών

Το διδακτικά και γνωστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι:

- ◆ ανάλυσης και επίλυσης προβλημάτων με υπολανθάνουσα χρήση λογικών τελεστών
- ◆ χρήση πίνακα αποφάσεων.

4. Δημιουργία Μοντέλων Λήψης Απόφασης και Λογικής στο περιβάλλον του ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ_ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ένα θέμα μελέτης που αφορά Λήψη Απόφασης και η διδακτική και παιδαγωγική του προσέγγιση. Στο περιβάλλον του ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ_ΜΟΝΤΕΛΩΝ προτείνεται να εργαστούν οι μαθητές πάνω σε ένα κεντρικό θέμα μελέτης που έχει τον τίτλο "Η διάβαση". Η διατύπωση του θέματος μελέτης εμφανίζεται στον αντίστοιχο χώρο "Θέματα Μελέτης" κάνοντας χρήση στοιχείων πολυμέσων.



Σχήμα 1 : Το θέμα μελέτης "Η διάβαση"

Η διατύπωση του θέματος μελέτης είναι η εξής: "Ένας άνθρωπος στέκεται πάνω στο πεζοδρόμιο και θέλει να περάσει στην απέναντι πλευρά του δρόμου. Πρέπει όμως να προσέξει μην τον κτυπήσει κάποιο αυτοκίνητο. Αν ήσουν εσύ στη θέση του, ποιες συνθήκες πιστεύεις ότι θα έπρεπε να ικανοποιούνται, έτσι ώστε να φτάσεις με ασφάλεια στο απέναντι πεζοδρόμιο;".

Στο συγκεκριμένο θέμα μελέτης, το ζητούμενο είναι η συμπεριφορά του πεζού. Οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν τη γνώμη τους σχετικά με τον τρόπο που θα έπρατταν εάν ήταν στη θέση του πεζού. Οποιαδήποτε συμπέρασμα συνάγουν, θα πρέπει να αναφέρεται στον πεζό και όχι στο αυτοκίνητο ή σε κάποια άλλη οντότητα που πιθανά να υπεισέρχεται στη μορφοποίηση του μοντέλου που καλούνται να δημιουργήσουν. Στη συνέχεια μπορούν δοκιμάζοντας το μοντέλο να κάνουν διαπιστώσεις σχετικά με την εγκυρότητα της συμπεριφοράς του και να το συγκρίνουν με τα αντίστοιχα μοντέλα των συμμαθητών τους. Ο χώρος "Σημειωματάριο" που περιλαμβάνει το λογισμικό, επιτρέπει στους μαθητές να κρατούν σημειώσεις σχετικά με τις παρατηρήσεις τους κατά τη διάρκεια σύλληψης, δημιουργίας και εκτέλεσης του μοντέλου τους, συνιστώντας κατ' αυτόν τον τρόπο σημαντικό εργαλείο ανάπτυξης της μεταγνωσιακής επίγνωσης [Dimitracopoulou & all., 1997].

Το θέμα μελέτης "Η Διάβαση" επιλέχτηκε για δύο διαφορετικούς λόγους:

- ◆ Παρέχει στους μαθητές τη δυνατότητα να εμπλακούν με ένα θέμα που τους είναι ιδιαίτερα οικείο.
- ◆ Μπορεί να μελετηθεί μέσω της δημιουργίας μοντέλων που υιοθετούν την εφαρμογή ποιοτικού συλλογισμού.

Πολίτης Π., Κόμης Β., Δημητρακοπούλου Α. (2000). Κανόνες λογικής και δραστηριότητες λήψης αποφάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης. Στα (Επιμ.) Α. Κόλλιας, Α. Μαργετουσάκη, & Π. Μιχαηλίδης. Πρακτικά του 4ου Συνεδρίου Διδακτική των Μαθηματικών- Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Ρέθυμνο, 1-3 Οκτωβρίου, 1999., Εκδοτικός Όμιλος ΊΩΝ, Εκδόσεις Έλλην'. σελ. 205-212.

Σαν **διδασκτικοί στόχοι** αυτού του θέματος μελέτης μπορούν να ορισθούν: ανάλυση και αναπαράσταση απλών ζητημάτων καθημερινής ζωής, επίλυση απλών προβλημάτων καθημερινής ζωής που απαιτούν λήψη απόφασης, υπολανθάνουσα χρήση λογικών τελεστών, σύνταξη δομής επιλογής και διαπίστωση της ορθότητας ή μη του τρόπου σύνταξής της, χρήση πίνακα αποφάσεων.

Δημιουργία μοντέλου

Ο μαθητής στο χώρο "Δημιουργία-Δοκιμή Μοντέλων" θα πρέπει να εντοπίσει, με βάση την περιγραφή του θέματος μελέτης, τις οντότητες που χρειάζονται για την αντιμετώπιση του θέματος μελέτης. Η επιλογή και τοποθέτηση των οντοτήτων γίνεται με άμεσο χειρισμό (με drag and drop). Μεταξύ των βασικών σχεδιαστικών επιλογών του λογισμικού είναι αφενός μεν ο άμεσος χειρισμός, αφετέρου δε η ελαχιστοποίηση της "απόστασης εκτέλεσης" [O'Malley, 1990], δηλαδή η απόσταση μεταξύ του στόχου του μαθητή και των ενεργειών που θα πρέπει να επιτελέσει ώστε να τον προσεγγίσει. Αμέσως μόλις τοποθετηθεί μια οντότητα στο χώρο σχεδίασης του μοντέλου, ακριβώς κάτω από το γραφικό της, εμφανίζεται μια πτυσσόμενη λίστα, όπου αναγράφεται η ένδειξη *Νέα ιδιότητα*. Ο μαθητής μπορεί κάνοντας κλικ στο βελάκι δεξιά της να ξεδιπλώσει τη λίστα με όλες τις διαθέσιμες ιδιότητες. Από αυτές μπορεί να επιλέξει μια (σχήμα 2), ή και άλλες (μέχρι όλες) στην συνέχεια αν απαιτούνται.

Η απόδοση αρχικής τιμής σε μια ιδιότητα γίνεται αυτόματα από το λογισμικό. Αν η τιμή αυτή δεν ανταποκρίνεται στην επιθυμία του μαθητή, τότε μπορεί να την τροποποιήσει. Πατώντας το βελάκι που βρίσκεται δίπλα από την τιμή της ιδιότητας, εμφανίζεται μια δεύτερη πτυσσόμενη λίστα με όλες τις διαθέσιμες τιμές της εν λόγω ιδιότητας. Ο μαθητής μπορεί να επιλέξει από εκεί την επιθυμητή, η οποία και αντικαθιστά αυτόματα την ήδη υπάρχουσα.

Ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ_ΜΟΝΤΕΛΩΝ επιτρέπει τη μέγιστη δυνατή οπτικοποίηση οντοτήτων, ιδιοτήτων και τιμών, λαμβάνοντας υπόψη ότι η οπτικοποίηση ευνοεί σε σημαντικό βαθμό την ανάπτυξη του συλλογισμού σε παιδιά [Teodoro, 1997].



Σχήμα 2: Απόδοση ιδιότητας σε οντότητα

Επόμενη ενέργεια του μαθητή είναι να προσδιορίσει σχέσεις λογικής μεταξύ των ιδιοτήτων των οντοτήτων. Χρησιμοποιώντας τις σχέσεις λογικής πρέπει να συνδέσει κατάλληλα τις ιδιότητες που

Πολίτης Π., Κόμης Β., Δημητρακοπούλου Α. (2000). Κανόνες λογικής και δραστηριότητες λήψης αποφάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης. Στα (Επιμ.) Α. Κόλλιας, Α. Μαργετουσάκη, & Π. Μιχαηλίδης. Πρακτικά του 4^{ου} Συνεδρίου Διδακτική των Μαθηματικών- Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Ρέθυμνο, 1-3 Οκτωβρίου, 1999., Εκδοτικός Όμιλος ΊΩΝ, Εκδόσεις 'Έλλην'. σελ. 205-212.

όρισε για τις οντότητες που επέλεξε. Η επιλογή μίας σχέσης γίνεται με κλικ από το παράθυρο των σχέσεων και τράβηγμα στο χώρο σχεδίασης. Σε κάθε προσπάθεια εγκαθίδρυσης μιας σχέσης, η εφαρμογή παρέχει οπτική ένδειξη αποδοχής, αλλάζοντας χρώμα η ιδιότητα ή η σχέση που μπορεί να δεχτεί την νέα σχέση.

Οι **σχέσεις λογικής** που χρησιμοποιούνται, αποτελούν μέρος των ποιοτικών σχέσεων του περιβάλλοντος εργασίας του λογισμικού. Συγκεκριμένα, οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται είναι:

- ◆ η σύζευξη ΚΑΙ (AND)
- ◆ η διάζευξη Ή (OR)
- ◆ η άρνηση ΟΧΙ (NOT)
- ◆ η υπόθεση ΑΝ (IF)
- ◆ η απόδοση (το συμπέρασμα) ΤΟΤΕ (THEN).

Η απόδοση σχέσεων στις ιδιότητες των οντοτήτων ή σε άλλες σχέσεις, ακολουθεί κάποιους κανόνες και υπόκειται σε κάποιους περιορισμούς. Συγκεκριμένα:

- ◆ σε κάθε ιδιότητα μπορεί να αποδοθεί μια και μόνο μια σχέση,
- ◆ δύο υποθέσεις (IF) ή δύο συμπεράσματα (THEN) μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους μόνο με μια σύζευξη (AND) ή με μια διάζευξη (OR),
- ◆ υπόθεση (IF) και συμπέρασμα (THEN) δεν μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους,
- ◆ για να θεωρείται ένα μοντέλο λογικής σαν πλήρες ώστε να μπορεί ο μαθητής να το "εκτελέσει", θα πρέπει να έχουν οριστεί τουλάχιστον μια υπόθεση (IF) και τουλάχιστον ένα συμπέρασμα (THEN).

Η σύνταξη της δομής επιλογής διαφοροποιείται στο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟ_ΜΟΝΤΕΛΩΝ σε σχέση με την αλγοριθμική και τις γλώσσες προγραμματισμού. Ενώ η αλγοριθμική και οι γλώσσες προγραμματισμού χρησιμοποιούν μία φορά τη δομή ελέγχου IF (AN) η οποία μπορεί να συνοδεύεται από πολλές συνθήκες που συνδέονται και συνδυάζονται μεταξύ τους με τη χρήση των λογικών τελεστών AND (ΚΑΙ) ή OR (Η), στο περιβάλλον του ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥ_ΜΟΝΤΕΛΩΝ χρησιμοποιούνται πολλαπλά IF (AN) που συνδέονται μεταξύ τους με τους τελεστές AND (ΚΑΙ) ή OR (Η). Η προσέγγιση αυτή αποδείχθηκε κατά τη διάρκεια της "κλινικής" μελέτης περισσότερο κατανοητή για τους μαθητές, δεδομένου ότι είναι ακριβής μεταφορά του συνηθέστερου προφορικού λόγου των μαθητών, που θέλοντας να τονίσουν την ανάγκη ικανοποίησης της υπόθεσης, επαναλαμβάνουν πολλές φορές το υποθετικό μόριο Αν.

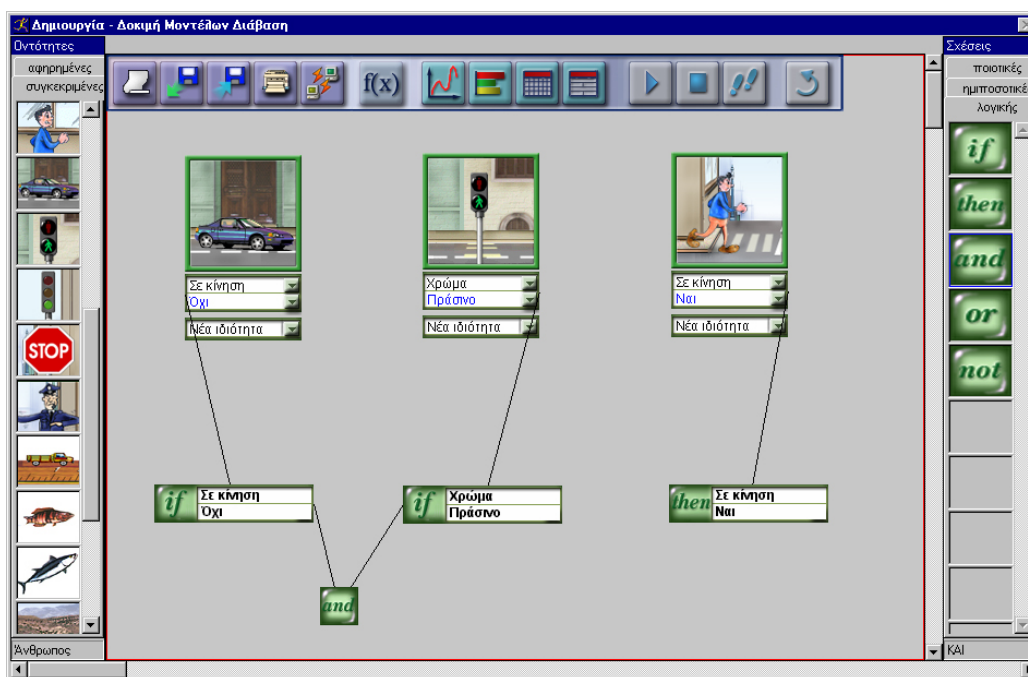
Δοκιμή μοντέλου

Η αντιμετώπιση του προαναφερόμενου θέματος μελέτης από το μαθητή μπορεί να καταλήξει στη σχεδίαση του μοντέλου του σχήματος 3. Το μοντέλο αυτό δεν είναι αποκλειστικά το μόνο αποδεκτό, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν και άλλα "εναλλακτικά" μοντέλα εξ ίσου σωστά και αποδεκτά.

Μόλις ο μαθητής ολοκληρώσει την υλοποίηση του μοντέλου, μπορεί στη συνέχεια να το δοκιμάσει. Η δοκιμή του μοντέλου δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να διερευνήσουν τη συμπεριφορά του και να επιδιώξουν τη βελτίωσή του. Η δοκιμή μπορεί να γίνει είτε με κανονική εκτέλεση, είτε με σταδιακή (βήμα-βήμα) εκτέλεση. Και για τις δύο περιπτώσεις παρέχονται τα αντίστοιχα πλήκτρα

από το χειριστήριο του περιβάλλοντος του λογισμικού. Το λογισμικό συμπεριφέρεται σύμφωνα με τα όσα έχουν δηλωθεί στο μοντέλο:

- ♦ παρουσιάζει προσομοίωση επιτυχούς διάβασης του δρόμου από τον πεζό, αν οι ιδιότητες των οντοτήτων και οι χρησιμοποιούμενες σχέσεις έχουν πάρει τις κατάλληλες τιμές,
- ♦ παρουσιάζει προσομοίωση ατυχήματος του πεζού με το αυτοκίνητο, αν οι ιδιότητες των οντοτήτων και οι χρησιμοποιούμενες σχέσεις έχουν πάρει "ακατάλληλες" τιμές,
- ♦ δεν παρουσιάζει καμία προσομοίωση, σε μια σειρά από περιπτώσεις όπου το προτεινόμενο μοντέλο δεν απαντά στο ζητούμενο που θέτει το υπό εξέταση θέμα μελέτης.



Σχήμα 3: Τελική μορφή του μοντέλου

Χρήση του Πίνακα Αποφάσεων

Με σκοπό την πλήρη κατανόηση των μοντέλων Λογικής - Λήψης Απόφασης, ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ παρέχει, μέσω του Πίνακα Αποφάσεων τη δυνατότητα εναλλακτικής αναπαράστασης. Η σχεδίαση της διεπαφής χρήστη (user interface) του πίνακα αποφάσεων, αλλά και του συνόλου του λογισμικού γενικότερα, ικανοποιεί βασικά κριτήρια εργονομίας [McGraw, 1992, Shneiderman, 1992]. Ο πίνακας αποφάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους:

- ♦ **Έλεγχος της ορθότητας του μοντέλου.** Ο μαθητής μπορεί να ελέγξει την ορθότητα του μοντέλου που κατασκεύασε. Ο πίνακας αποφάσεων εμφανίζεται ενημερωμένος από το μοντέλο που έχει κατασκευάσει ο μαθητής (σχήμα 4). Αν ο μαθητής τροποποιήσει το μοντέλο του, ο πίνακας αποφάσεων, όταν ξαναανοιχτεί, θα αντικατοπτρίζει τις αλλαγές. Επιλέγοντας το κατάλληλο πλήκτρο ελέγχου από τον πίνακα αποφάσεων, ο μαθητής μπορεί να ελέγξει την ορθότητα του μοντέλου του. Η ενημέρωση του χώρου σχεδίασης και του

πίνακα αποφάσεων δεν είναι αμφίδρομη. Οι αλλαγές που γίνονται στο χώρο "Δημιουργίας – Δοκιμής Μοντέλων" αντανακλούν στον πίνακα αποφάσεων, το αντίστροφο όμως δεν συμβαίνει. Μπορεί επίσης ο μαθητής μέσα από τον πίνακα αποφάσεων να αλλάξει τις τιμές των ιδιοτήτων των οντοτήτων και να ζητήσει εκ νέου έλεγχο του μοντέλου.

- ♦ **Σύνταξη και διερεύνηση γενικών λογικών προτάσεων.** Ο δεύτερος τρόπος χρήσης του πίνακα αποφάσεων είναι γενικός και προσδίδει στο "εργαλείο" αυτό του λογισμικού "ανοικτό" χαρακτήρα. Ο μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τον πίνακα αποφάσεων για τη σύνταξη, διερεύνηση και έλεγχο της ορθότητας γενικευμένων λογικών προτάσεων, κάνοντας τα εξής βήματα:

- (1) Επιλέγει ένα από τα πέντε διαθέσιμα πλήκτρα (Α-Ε). Αυτόματα καταγράφεται το όνομα του πλήκτρου στο τμήμα *Υποθέσεις* και στη στήλη *Ιδιότητες*, ενώ στην στήλη *Τιμές* καταγράφεται η τιμή *Ναι*. Τα (Α-Ε) αντιστοιχούν σε λογικές προτάσεις που μπορεί να θεωρήσει ο μαθητής και οι οποίες μπορούν να παίρνουν τιμές *Ναι*, *Όχι* (αλήθεια, ψέμα)
- (2) Επιλέγει ένα από τους λογικούς τελεστές σύζευξη (and) διάζευξη (or) ο οποίος και καταγράφεται αυτόματα στη στήλη *Σχέση*.
- (3) Επόμενο βήμα είναι να επιλέξει και πάλι κάποιο από τα εναπομείναντα πλήκτρα (Α-Ε) το οποίο επίσης καταγράφεται στη στήλη *Ιδιότητες* και παίρνει τιμή *Ναι* στη στήλη *Τιμές*. Τα βήματα (1) και (2) μπορούν προαιρετικά να γίνουν ακόμα μια φορά.
- (4) Στη συνέχεια στο τμήμα *Συμπέρασμα*, επιλέγει ένα ακόμα πλήκτρο από τα εναπομείναντα. Αυτόματα καταγράφεται το όνομα του πλήκτρου (Α-Ε) στο τμήμα *Υποθέσεις* και στη στήλη *Ιδιότητες*, ενώ στη στήλη *Τιμές* καταγράφεται η τιμή *Ναι*.
- (5) Ο μαθητής, αλλάζει αν θεωρεί σκόπιμο τις τιμές που έχουν αυτόματα καταχωρηθεί και, επιλέγει το πλήκτρο ελέγχου για να διαπιστώσει το σωστό ή λάθος του συλλογισμού του.



Σχήμα 4: Ο πίνακας αποφάσεων εμφανίζει τα στοιχεία του μοντέλου

Πολίτης Π., Κόμης Β., Δημητρακοπούλου Α. (2000). Κανόνες λογικής και δραστηριότητες λήψης αποφάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης. Στα (Επιμ.) Α. Κόλλιας, Α. Μαργετουσάκη, & Π. Μιχαηλίδης. Πρακτικά του 4^{ου} Συνεδρίου *Διδακτική των Μαθηματικών- Πληροφορική στην Εκπαίδευση*, Ρέθυμνο, 1-3 Οκτωβρίου, 1999., Εκδοτικός Όμιλος ΊΩΝ, Εκδόσεις 'Έλλην'. σελ. 205-212.

Θα πρέπει να τονιστεί στους μαθητές ότι η καταγραφή μιας πρότασης στο χώρο *Συμπέρασμα*, δεν αφορά μια ανεξάρτητη πρόταση, αλλά το λογικό συνδυασμό των προτάσεων και των σχέσεων που έχουν καταγραφεί στο χώρο *Υποθέσεις*.

Η χρήση του πίνακα αποφάσεων κατά αυτό τον τρόπο εισάγει τους μαθητές στην Άλγεβρα Boole, θεματική ενότητα των Μαθηματικών της Α' Λυκείου.

5. Συμπεράσματα και προοπτικές

Ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ_MONTEΛΩΝ, στο πλαίσιο της ενότητάς του Λήψη Αποφάσεων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο γενικούς τρόπους:

- ♦ ως βοήθημα του υπάρχοντος αναλυτικού προγράμματος, στα πλαίσια των τρεχουσών εκπαιδευτικών αναγκών των προαναφερόμενων μαθημάτων Οικιακής Οικονομίας και Πληροφορικής,
- ♦ να ενταχθεί στα πλαίσια μιας ευρύτερης προσπάθειας για ουσιαστική αναμόρφωση και βελτίωση του αναλυτικού προγράμματος.

Η έγκυρη όμως αξιοποίηση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης, όπως είναι ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ_MONTEΛΩΝ, δεν μπορεί να γίνει μέσα από την εξέταση των ήδη έτοιμων μοντέλων που συνοδεύουν το λογισμικό, αλλά μέσα από την παροχή ευκαιριών στους μαθητές να εκφράσουν τις ιδέες τους, να εξετάσουν την εγκυρότητά και τα όρια ισχύος των ιδεών τους και να φτάσουν να οικοδομήσουν σταδιακά την επιστημονική γνώση [Κόμης & άλλοι, 1999].

Στην παρούσα φάση ο ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΣ_MONTEΛΩΝ αποτελεί ένα πιλοτικό εκπαιδευτικό λογισμικό, το εύρος χρησιμότητας και αποτελεσματικότητας του οποίου μένει να αποδειχθεί στο επόμενο χρονικό διάστημα, μέσα από την πειραματική εφαρμογή στα σχολεία του πιλοτικού δικτύου "Οδυσσέας".

6. Βιβλιογραφία

BLISS J., OGBORN J., BOOHAN R., BROSNAN,T., BROUGH D., MELLAR (1992). Tools for Exploratory Learning Program End of Award Review Report, London, University of London.

CAMPBELL K., COLLINS K., WATSON J (1995). Visual Processing During Mathematical Problem Solving, Educational Studies in Mathematics, No 28, pp 177-194, Netherlands.

DIMITRACOPOULOU A., KOMIS V., APOSTOLOPOULOS P., POLITIS P. (1999). *Design principles of a new modelling environment for young students, supporting various types of reasoning and interdisciplinary approaches*. AI-ED 99, 9th International Conference on Artificial Intelligence in Education, Le Mans, France (in press)

DIMITRACOPOULOU A., VOSNIADOU S., IOANNIDES C. (1997). Exploring and Modeling the real world through designed environments for young children, In *7th European Conference for Research on Learning and Instruction, EARLI*, August 26-30, 1997, Athens, Greece.

DOBSON M. (1994). Towards an Analysis of Visual Media in Relation to Learning Outcomes: A Study in Improving Syllogistic Reasoning Skills. Institute of Educational Technology, Open University, UK.

Πολίτης Π., Κόμης Β., Δημητρακοπούλου Α. (2000). Κανόνες λογικής και δραστηριότητες λήψης αποφάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης. Στα (Επιμ.) Α. Κόλλιας, Α. Μαργετουσάκη, & Π. Μιχαηλίδης. Πρακτικά του 4^{ου} Συνεδρίου *Διδακτική των Μαθηματικών- Πληροφορική στην Εκπαίδευση*, Ρέθυμνο, 1-3 Οκτωβρίου, 1999., Εκδοτικός Όμιλος ΊΩΝ, Εκδόσεις Έλλην'. σελ. 205-212.

DRAPER S., MOHAMMED R., BYARD M., DRIVER R., HARTLEY R., MALLIN C., TWIGGER D., O'MALLEY C., HENNESEY S., O'SHEA T., SCANLON E., SPENSLEY F. (1992). *Conceptual Change in Science: Final Report to the ESRC, CALRG Technical Report 123*, Open University, UK.

FUNG P., O'SHEA T. (1992). *Learning to reason formally about programs: an observational study of Computer Science students*. CITE report 168, Open University, UK.

GAGNE R. (1984). *Learning outcomes and their effects*, American Psychologist, No 39, pp. 377-385.

GILL S., WRIGHT D. (1994). *A Hypercard Based Environment for the Constructivist Teaching of Newtonian Physics*, British Journal of Educational Technology, vol. 25 2, pp 135-146.

HUITT W. (1992). *Problem solving and decision making: Consideration of individual differences using the Myers-Briggs Type Indicator*, Journal of Psychological Type, 24, pp 33-44.

KOMIS V., DIMITRACOPOULOU A., POLITIS P. (1998). "*Contribution à la création d'un environnement informatique de modélisation*", 4ème colloque Hypermédias et Apprentissages, Poitiers, 15-17 Octobre, 1998, pp. 167-169.

McGRAW K. (1992). *Designing and Evaluating User Interfaces for Knowledge-based Systems*, Ellis Horwood Limited, West Sussex, England.

MELLAR H., BLISS J., BOOHAN, R., OGBORN, J., TOMPSETT, (Eds), (1994). *Learning with Artificial Worlds: Computer Based Modelling in the Curriculum*, The Falmer Press, London.

O' MALLEY C. (1990). *Interfaces issues for guided discovery environments*. In M. Elsom-Cook (Ed.) *Guided Discovery Tutoring: A framework for ICAI Research*. London Paul Chapman Publishing Ltd.

OGBORN J. (1990). *A future for modelling in science education*, Journal of Computer Assisted Education, Oxford, Blackwell Scientific.

OGBORN J. (1997). "WordMaker": Design Principles for an Object Oriented Modelling System accessible to Young Pupils" In *7th European Conference for Research on Learning and Instruction, EARLI*, August 26-30, 1997, Athens, Greece.

SHNEIDERMAN B. (1992). *Designing the User Interface Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley Publishing Company Inc, New York, USA.

VAN DER PAL J. (1993). *Formal Conditional Reasoning: Does Graphical Instruction Enhance Learning Outcome?* Proceedings of the AI-ED93 Workshop on Graphical Representations, Reasoning and Communication, pp 28-32, Edinburgh.

TEODORO V.D. (1997). *Modellus: Using a Computational Tool to Change the Teaching and Learning of Mathematics and Science*, Paper presented at the UNESCO Colloquium "*New Technologies and the Role of the Teacher*" Open University, Milton Keynes, UK, 26-29 April 1997.

VOSNIADOU S., De CORTE E., MANDL H., (1994). (edited by) *Technology-Based Learning Environments*, Springer Verlag, 137.

Πολίτης Π., Κόμης Β., Δημητρακοπούλου Α. (2000). Κανόνες λογικής και δραστηριότητες λήψης αποφάσεων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης. Στα (Επιμ.) Α. Κόλλιας, Α. Μαργετουσάκη, & Π. Μιχαηλίδης. Πρακτικά του 4^{ου} Συνεδρίου *Διδακτική των Μαθηματικών- Πληροφορική στην Εκπαίδευση*, Ρέθυμνο, 1-3 Οκτωβρίου, 1999., Εκδοτικός Όμιλος ΊΩΝ, Εκδόσεις Έλλην'. σελ. 205-212.

WHITE B., HORWITZ P. (1991). Computer Microwords and Conceptual Change: A New Approach to Science Education. In *Computers and Learning*, Boyd-Barett O., Scanlon E. (Eds), Addison Wesley, Wokingham.

ΚΟΜΗΣ Β., ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ Α., ΠΟΛΙΤΗΣ Π. (1998). "Ζητήματα σχεδιασμού ανοικτών περιβαλλόντων μάθησης: το παράδειγμα του λογισμικού "Δημιουργός Μοντέλων"", Διημερίδα με θέμα "Η Πληροφορική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση", ΕΠΥ – ΥΠΕΠΘ - ΠΙ, Δεκέμβριος 1998, σελ. 198-205.

ΚΟΜΗΣ Β., ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ Α., ΠΟΛΙΤΗΣ Π. (1999). "Δραστηριότητες στο χώρο των αναλογιών με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μοντελοποίησης", Διημερίδα με θέμα "Πληροφορική στην Εκπαίδευση", Σύλλογος Καθηγητών Πληροφορικής Ηπείρου, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστήμιου Ιωαννίνων, Ιωάννινα, Μάιος 1999, σελ. 125-138.