

Μοντέλο Εκπαιδευόμενου ως εργαλείο αναστοχασμού για μαθητές Γυμνασίου

Κ. Παπανικολάου¹, Μ. Τζελέπη²

¹Γενικό Τμήμα Παιδαγωγικών Μαθημάτων, ΑΣΠΑΙΤΕ
spap@di.uoa.gr

²ΜΠΣ ΔΙΜΕΝΤΕ, ΕΚΠΑ/ΑΣΠΑΙΤΕ
tzelepimaria@yahoo.com

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία εμπειρική μελέτη που αφορά στην αξιοποίηση ανοιχτών μοντέλων από μαθητές Γυμνασίου στο μάθημα της Πληροφορικής. Οι μαθητές μελετούν ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό για τη δομή επιλογής που προωθεί τη διερεύνηση και τον πειραματισμό όπως δραστηριότητες, παραδείγματα, μικρά προβλήματα, ποικίλης γνωστικής πυκνότητας και βαθμού αλληλεπίδρασης. Στη διάρκεια της μελέτης τους καλούνται να επισκεφθούν το μοντέλο που διατηρεί το σύστημα για αυτούς και να παρατηρήσουν αναπαραστάσεις που αντανακλούν την πορεία τους στο εκπαιδευτικό υλικό, το είδος του υλικού που επιλέγουν, το χρόνο που αφιερώνουν, τα εργαλεία που χρησιμοποιούν. Σκοπός της μελέτης είναι να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο μαθητές Γυμνασίου ερμηνεύουν δεδομένα από την αλληλεπίδρασή τους με το εκπαιδευτικό υλικό και αν αυτό επηρεάζει τη μαθησιακή τους εμπειρία.

Λέξεις Κλειδιά: μοντέλο μαθητή, ανοιχτή μοντελοποίηση, προσαρμοστικά περιβάλλοντα μάθησης

Abstract

This paper presents an empirical study that investigates the use of open learner models by students of secondary education while studying Computer Science concepts. Students work with interactive educational content about the selection structure, that promotes exploration and experimentation. The content consists of knowledge modules of multiple cognitive density and degree of interaction, such as activities in simulations or microworlds, small problems/projects, exercises, examples and theoretical tips. Students are promoted to visit the model that the system maintains for them and to observe graphical representations of their interaction behaviour. These representations reflect information about the type of the content they visit, the time they devote, the sequencing they follow, and the tools they use. The way that students interpret the interaction data visualised in their learner model and the influences on their learning experience, are analysed and discussed.

Keywords: *student model, open learner modeling, adaptive learning environments*

1. Εισαγωγή

Στην περιοχή των προσαρμοστικών περιβαλλόντων μάθησης που στοχεύουν στην εξατομίκευση της αλληλεπίδρασης με το χρήστη σύμφωνα με τις ιδιαίτερες ανάγκες και τα χαρακτηριστικά του, ο ρόλος του μοντέλου εκπαιδευόμενου είναι ουσιαστικός. Με τον όρο μοντέλο εκπαιδευόμενου ή μοντέλο μαθητή (learner model), ορίζεται το μοντέλο το οποίο οικοδομείται από την παρατήρηση της αλληλεπίδρασης, μεταξύ ενός εκπαιδευόμενου και του προσαρμοστικού περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τη Bull (2004) «καθώς ένας εκπαιδευόμενος εμπλέκεται στη διαδικασία της μάθησης, τα δεδομένα στο μοντέλο εκπαιδευόμενου ανανεώνονται ώστε να αντανακλούν την τρέχουσα κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο εκπαιδευόμενος».

Ωστόσο, ενώ τα περισσότερα συστήματα αποκρύπτουν το μοντέλο εκπαιδευόμενου από τον ίδιο, έρευνες έχουν αναδείξει σημαντικά οφέλη από την πρόσβαση του εκπαιδευόμενου σε αυτό (άνοιγμα του μοντέλου στον εκπαιδευόμενο), δηλαδή από την ανοιχτή μοντελοποίηση εκπαιδευόμενου (Bull & Pain, 1995). Κύριος λόγος για να επιτραπεί η πρόσβαση του εκπαιδευόμενου στο μοντέλο του αποτελεί η ενθάρρυνση του αναστοχασμού ως διαδικασία μάθησης (Bull, 1997). Σύμφωνα με τον Daudelin (1996) «Ο αναστοχασμός είναι η διαδικασία της προσεκτικής περισυλλογής σε μια εμπειρία και το νόημα που αποκομίζει ο εκπαιδευόμενος από αυτήν μέσω της εξαγωγής συμπερασμάτων». Αυτός ο ορισμός υποστηρίζει ότι η έννοια της μάθησης είναι αλληλένδετη με τον αναστοχασμό όταν η πρώτη ορίζεται ως κατανόηση της προηγούμενης εμπειρίας που επιδρά στην επεξεργασία μελλοντικών εμπειριών.

Ένα μοντέλο εκπαιδευόμενου προσβάσιμο από τον ίδιο μπορεί να ενισχύσει μια προοπτική αυτογνωσίας, η οποία διευκολύνει τη διαδικασία του αναστοχασμού αλλά και γενικότερα τη μαθησιακή διαδικασία - δείτε τις (Bull & Kay, 2007) και (Dimitrova, McCalla & Bull, 2007) για μια επισκόπηση του πεδίου. Με τον όρο 'Ανοιχτό Μοντέλο Εκπαιδευόμενου' αναφερόμαστε στη δυνατότητα πρόσβασης που έχει ο εκπαιδευόμενος στο μοντέλο του ως μια πρόσθετη πηγή για την ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων που ενισχύουν τη μάθηση και την μαθησιακή αυτονομία. Καθώς ο εκπαιδευόμενος παρατηρεί ή/και αλληλεπιδρά με τις πληροφορίες του μοντέλου, αναστοχάζεται τα χαρακτηριστικά που αυτό του αποδίδει, καθώς και την απόδοσή του μέσα στο σύστημα (Bull & Nghiem, 2002). Ωστόσο, η έννοια του αναστοχασμού δε συνεπάγεται μόνο την παρατήρηση του μοντέλου αλλά περιλαμβάνει και την αλληλεπίδραση του εκπαιδευόμενου με το μοντέλο. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, ο εκπαιδευόμενος μπορεί όχι μόνο να δει τις πληροφορίες που περιλαμβάνονται μέσα στο μοντέλο, αλλά μπορεί να επηρεάσει ή να αλλάξει μέρος του μοντέλου ή της διαδικασίας μοντελοποίησης (Bull & Pain, 1995).

Σύμφωνα με τις Bull και Kay (2007) σκοποί για τους οποίους έχει αξία να 'ανοίξει' το μοντέλο στους εκπαιδευόμενους αποτελούν:

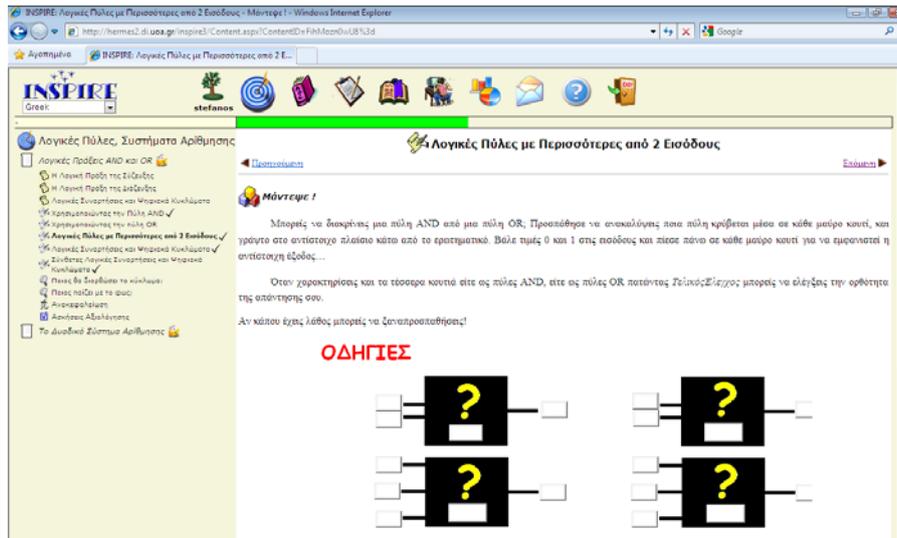
- η βελτίωση της ακρίβειας του μοντέλου εκπαιδευόμενου με το να επιτρέπεται η συμβολή τους σε αυτό,
- η προώθηση του αναστοχασμού της μαθησιακής διαδικασίας,
- η παροχή βοήθειας στον εκπαιδευόμενο έτσι ώστε να είναι σε θέση να προγραμματίζει και να εποπτεύει τη διαδικασία μάθησής του βασίζόμενος στις πληροφορίες που του παρέχει το μοντέλο κατά τη διάρκεια αλληλεπίδρασης με το σύστημα,
- η διευκόλυνση της συνεργασίας και/ή συναγωνισμού, διότι επιτρέποντας την πρόσβαση σε μοντέλα άλλων εκπαιδευόμενων, οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν ολοένα και πιο ολοκληρωμένη εικόνα της προσωπικής τους μαθησιακής κατάστασης καθώς συγκρίνονται με ομότιμούς τους,
- η υποστήριξη της επιλογής υλικού προς μελέτη. Για παράδειγμα, το ELM-ART (Weber & Sprech, 1997) εμφανίζει στην κύρια οθόνη του μοντέλου εκπαιδευόμενου έναν πράσινο σηματοδότη όταν ο εκπαιδευόμενος έχει την προαπαιτούμενη γνώση για να συνεχίσει ενώ έναν κόκκινο σε αντίθετη περίπτωση,
- η διαχείριση προσωπικής πληροφορίας στην οποία εντάσσεται (Kobsa, 2002) (α) το δικαίωμα του εκπαιδευόμενου να έχει πρόσβαση σε δεδομένα που τον αφορούν, (β) η δυνατότητα μεγαλύτερου ελέγχου της μαθησιακής διαδικασίας από τον εκπαιδευόμενο μέσα από τον έλεγχο του μοντέλου του, (γ) η αύξηση της εμπιστοσύνης στο σύστημα εφόσον οι πληροφορίες στις οποίες βασίζεται η προσαρμοστικότητα του συστήματος γίνονται διαφανείς στο χρήστη,
- η υποστήριξη της αξιολόγησης του εκπαιδευόμενου.

Διάφορες προσεγγίσεις έχουν προταθεί και εφαρμοσθεί στην κατεύθυνση της εξωτερίκευσης του μοντέλου εκπαιδευόμενου και της παροχής πρόσβασης στα δεδομένα του όπως εναλλακτικές μορφές παρουσίασης του μοντέλου (Mabbott & Bull, 2004; Dimitrova, 2003; Grigoriadou & Tsaganou, 2005), οπτικοποίηση στοιχείων από την γνωστική πορεία των εκπαιδευόμενων και την κοινωνική αλληλεπίδραση σε επίπεδο τάξης (Mazza & Dimitrova, 2004; Zapata-Rivera & Greer, 2004; Papanikolaou & Grigoriadou, 2008). Για μια επισκόπηση διαδικτυακών εκπαιδευτικών συστημάτων που διαθέτουν ανοιχτό μοντέλο επισκεφθείτε τον ιστότοπο της ερευνητικού δικτύου Learner Modelling for Reflection (LeMoRe: <http://www.eee.bham.ac.uk/bull/lemore/>) το οποίο ασχολείται με την μοντελοποίηση εκπαιδευόμενου με τρόπο που να προάγει τον αναστοχασμό.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία εμπειρική μελέτη που αφορά στην αξιοποίηση ανοιχτών μοντέλων από μαθητές Γυμνασίου στο μάθημα της Πληροφορικής. Συγκεκριμένα στη μελέτη συμμετείχαν 40 μαθητές Γυμνασίου, 20 από τους οποίους εργάστηκαν με το προσαρμοστικό περιβάλλον μάθησης INSPIRE, μελέτησαν ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό για τη δομή επιλογής, και αλληλεπίδρασαν με το μοντέλο μαθητή, ενώ οι υπόλοιποι 20 παρακολούθησαν τη σχετική ενότητα με τον παραδοσιακό τρόπο. Οι μαθητές κατάφεραν να χρησιμοποιήσουν το μοντέλο, ενώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ερμηνείες που δίνουν για τον τρόπο με τον οποίο μελετούν σε σχέση με τις αναπαραστάσεις του μοντέλου. Οι πρώτες παρατηρήσεις καταγράφονται και συζητούνται.

2. Ανοικτό Μοντέλο Εκπαιδευόμενου INSPIRE

Το INSPIRE (Papanikolaou et al., 2003) είναι ένα προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα υπερμέσων το οποίο δημιουργεί δυναμικά μαθήματα, προσαρμοσμένα στο στυλ μάθησης και το επίπεδο γνώσης των εκπαιδευόμενων, επιτρέποντάς τους να επιλέξουν στόχους που επιθυμούν να επιτύχουν. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί εκπαιδευτικό υλικό για σημαντικό αριθμό στόχων από ποικίλα γνωστικά αντικείμενα, το οποίο περιλαμβάνει δραστηριότητες, παραδείγματα, ασκήσεις, θεωρητικές παρουσιάσεις, ποικίλης γνωστικής πυκνότητας και βαθμού αλληλεπίδρασης (Σχήμα 1). Ιδιαίτερα στη θεματική “Εισαγωγή βασικών δομών προγραμματισμού σε αρχάριους προγραμματιστές” εντάσσονται στόχοι που αφορούν στην εξοικείωση των μαθητών με βασικές προγραμματιστικές δομές (Παπανικολάου et al., 2006).



Σχήμα 1: Η βασική οθόνη του INSPIRE. Δεξιά εμφανίζεται μία δραστηριότητα ως τμήμα της σελίδας “Λογικές Πύλες με Περισσότερες από 2 Εισόδους” με έναν μικρόκοσμο που καλεί τους μαθητές να πειραματιστούν

Το INSPIRE διατηρεί το μοντέλο του κάθε εκπαιδευόμενου που εργάζεται στο σύστημα και το ενημερώνει σε όλη τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης. Το μοντέλο παρέχει πληροφορίες για το επίπεδο γνώσης και το στυλ μάθησης του εκπαιδευόμενου, χαρακτηριστικά που επιτρέπει και στον ίδιο να ενημερώσει (Σχήμα 2). Επιπλέον, περιλαμβάνει στοιχεία από την αλληλεπίδραση του εκπαιδευόμενου με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο και τα διαθέσιμα εργαλεία, που ανατακλούν μια εικόνα της συμπεριφοράς του εκπαιδευόμενου στη διάρκεια της μελέτης του. Η εικόνα αυτή αφορά στην πορεία του σε σχέση με τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό του περιβάλλοντος και τις δυνατότητες που αυτό προσφέρει, καθώς και με την αναμενόμενη συμπεριφορά με βάση στοιχεία που παρέχει ο εκπαιδευτικός.

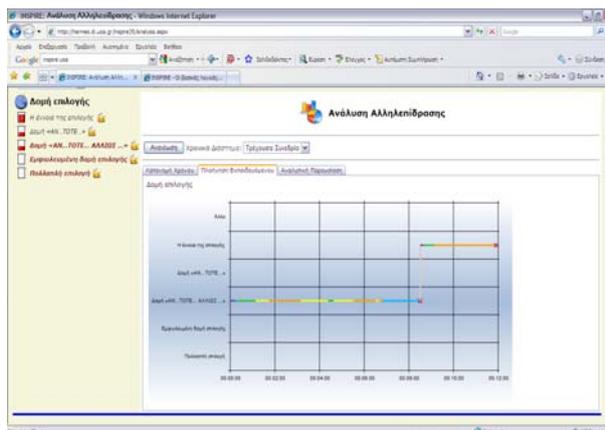
Οι πληροφορίες για την αλληλεπίδραση του χρήστη αφορούν όλες τις συνεδρίες που έχει πραγματοποιήσει, ενώ παρέχεται η δυνατότητα επιλογής συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος. Επιπλέον μέσα από το μοντέλο ο εκπαιδευόμενος έχει τη δυνατότητα να επιδράσει στην προσαρμοστικότητα του συστήματος διαμορφώνοντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (στυλ μάθησης και επίπεδο γνώσεων) αλλά και επιλέγοντας τη μορφή της προσαρμογής σε επίπεδο πλοήγησής.

Στοχεύοντας στην ενίσχυση του αναστοχασμού και της επίγνωσης των εκπαιδευόμενων, τα στοιχεία αλληλεπίδρασης που αναπαριστώνται ανατακλούν τη συμπεριφορά τους στη διάρκεια της μελέτης τους όπως (Papanikolaou & Grigoriadou, 2008): (i) δείκτες πλοήγησής στο υλικό (σειρά επίσκεψης υλικού, γραμμικότητα, επισκεψιμότητα), (ii) χρονικοί δείκτες (χρόνος πρόσβασης στο υλικό, χρόνος μελέτης υλικού), (iii) δείκτες επίδοσης (συνολικές προσπάθειες απάντησης ερωτήσεων, επιδόσεις σε τεστ αξιολόγησής).



Σχήμα 2: Βασική οθόνη μοντέλου μαθητή στο INSPIRE

Στα σχήματα 3 και 4 εμφανίζονται δύο διαφορετικές αναπαραστάσεις που παρέχονται στον εκπαιδευόμενο. Επιπλέον, σε μια ακόμα αναπαράσταση απεικονίζεται μία ‘Αναλυτική Παρουσίαση’ του χρόνου μελέτης του μαθητή σε σχέση με τον προτεινόμενο από τον εκπαιδευτικό, ο αριθμός επισκέψεων στο υλικό μιας έννοιας, σε σελίδες διαφόρων επιπέδων επίδοσης (π.χ. ανάκλησης, εφαρμογής, αναζήτησης) και σε διαφορετικά είδη υλικού (π.χ. θεωρία, παράδειγμα, δραστηριότητα), οι επιδόσεις στις ασκήσεις αξιολόγησης με αντιστοιχία σε τρία επίπεδα επίδοσης (ανάκληση, εφαρμογή, αναζήτηση).



Σχήμα 3: Γραφική αναπαράσταση της πορείας του εκπαιδευόμενου κατά τη μελέτη διαφόρων τύπων υλικού με παράλληλη απεικόνιση της διάρκειας της κάθε επίσκεψης



Σχήμα 4: Γραφική αναπαράσταση της κατανομής του χρόνου του εκπαιδευόμενου σε εκπαιδευτικό υλικό διαφόρων τύπων όπως παραδείγματα, ασκήσεις, δραστηριότητες, θεωρία

3. Εμπειρική μελέτη

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο μαθητές Γυμνασίου ερμηνεύουν δεδομένα αλληλεπίδρασης που παρέχει το ανοιχτό μοντέλο του INSPIRE και πως αυτή η διαδικασία επηρεάζει τη μάθηση.

Συγκεκριμένα, οι υποθέσεις της έρευνας είναι οι εξής: α) Τα δεδομένα που παρέχει το μοντέλο προκαλούν τον αναστοχασμό των μαθητών για τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν, β) Ο κάθε μαθητής ερμηνεύει με διαφορετικό τρόπο τις πληροφορίες που προσφέρει το μοντέλο, γ) Η χρήση ψηφιακού αλληλεπιδραστικού εκπαιδευτικού υλικού που παρέχει το INSPIRE επηρεάζει θετικά το μαθησιακό αποτέλεσμα σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία.

3.1. Μέθοδος

Στην έρευνα συμμετείχαν 40 μαθητές της Γ' Γυμνασίου, 18 αγόρια και 22 κορίτσια, το σχολικό έτος 2008-2009. Οι 40 μαθητές είχαν βασικές γνώσεις χρήσης υπολογιστή και είχαν θεωρητικά διδαχτεί τη δομή ακολουθίας και πρακτικά στην γλώσσα προγραμματισμού Logo. Σε σχέση με το γνωστικό αντικείμενο της δομής επιλογής, που ήταν το αντικείμενο του συγκεκριμένου μαθήματος, είναι αρχάριοι.

Στο πλαίσιο της μελέτης, το δείγμα χωρίστηκε σε δυο ομάδες. Η ομάδα Α, η οποία αποτελείται από 10 αγόρια και 10 κορίτσια, μελέτησε τη δομή επιλογής μέσα από το INSPIRE και η ομάδα Β, η οποία αποτελείται από 8 αγόρια και από 12 κορίτσια, παρακολούθησε μία συμβατική διδασκαλία.

Η εργασία των μαθητών της ομάδας Α οργανώθηκε σε τρία στάδια:

Στο *πρώτο στάδιο* οι μαθητές εξοικειώθηκαν με το περιβάλλον, τα διαθέσιμα εργαλεία και το σχεδιασμό του INSPIRE. Διάρκεια: 3 διδακτικές ώρες.

Κατά το *δεύτερο στάδιο* οι μαθητές μελετούν πολυμεσικό υλικό για τη Δομή Επιλογής, αλληλεπιδρούν με μικρόκοσμους, επιλύουν προβλήματα και εκπονούν δραστηριότητες προσανατολισμένες στα βασικά χαρακτηριστικά της δομής και τις συνήθεις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν μαθητές κατά την εξοικειώσή τους με τη συγκεκριμένη προγραμματιστική δομή. Συγκεκριμένα, οι μαθητές εργάστηκαν με επιλεγμένο υλικό από το INSPIRE σύμφωνα με τις οδηγίες που περιλαμβάνονταν σε δύο φύλλα εργασίας. Τα φύλλα εργασίας περιείχαν εμβόλιμα και ερωτήσεις που παραπέμπουν τους μαθητές να επισκεφθούν το μοντέλο μαθητή και στοιχεία από την ανάλυση της αλληλεπίδρασής τους με το σύστημα (και συγκεκριμένα τις αναπαραστάσεις των Σχημάτων 3 και 4) με σκοπό να προκαλέσουν τους μαθητές να παρατηρήσουν τα συγκεκριμένα στοιχεία και να καταγράψουν τις εντυπώσεις και τις απόψεις τους σχετικά με τη χρήση και χρησιμότητα του μοντέλου μαθητή. Διάρκεια: 6 διδακτικές ώρες.

Κατά το *τρίτο στάδιο* οι μαθητές αξιολογήθηκαν με βάση ένα πραγματικό πρόβλημα που κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν. Διάρκεια: μία διδακτική ώρα.

Η συμβατική διδασκαλία για την ομάδα Β αντίστοιχα περιελάμβανε παρουσίαση της έννοιας της δομής επιλογής από τον εκπαιδευτικό και αρκετή πρακτική εξάσκηση. Η διάρκειά της ήταν επτά διδακτικές ώρες, εφόσον το πρώτο στάδιο της εξοικειώσης με το περιβάλλον του INSPIRE απουσίαζε. Οι μαθητές της ομάδας Β αντίστοιχα κλήθηκαν να επιλύσουν το ίδιο πραγματικό πρόβλημα με αυτό που δόθηκε στην ομάδα Α.

3.2. Μέσα συλλογής δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας, κατά τη μελέτη της δομής επιλογής στο δεύτερο στάδιο, οι μαθητές της ομάδας Α κλήθηκαν να συμπληρώσουν δυο φύλλα εργασίας. Τα φύλλα εργασίας στοχεύουν να υποστηρίξουν τους μαθητές ώστε αυτόνομα να πλοηγηθούν στο περιβάλλον, να μελετήσουν τη δομή επιλογής, να αποκτήσουν τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες ώστε να είναι σε θέση να τη χρησιμοποιούν σε νέες καταστάσεις και αυθεντικά προβλήματα. Παράλληλα περιέχουν ερωτήσεις που στοχεύουν να προωθήσουν τον αναστοχασμό των μαθητών σχετικά με τον τρόπο που χρησιμοποιούν και αλληλεπιδρούν με το εκπαιδευτικό υλικό παρατηρώντας επιλεγμένα στοιχεία αλληλεπίδρασης που καταγράφει το μοντέλο μαθητή σχετικά με τις ενέργειες και επιλογές τους. Επιπλέον, οι ερωτήσεις αυτές σκοπό έχουν να διερευνήσουν και αποτυπώσουν (α) τον τρόπο με τον οποίο ο κάθε μαθητής ερμηνεύει τις πληροφορίες που λαμβάνει από το μοντέλο του σε σχέση με την πλοήγησή τους (χρόνος και πλήθος επισκέψεων), (β) το βαθμό κατανόησης των πληροφοριών αυτών με τη μορφή που δίνονται στο μοντέλο, και (γ) τις απόψεις των μαθητών για τη χρησιμότητά τους. Ενδεικτικά, μετά από την ολοκλήρωση μιας ενότητας περιλαμβάνονταν ερωτήσεις όπως 'Αναγνωρίζετε τις πληροφορίες που σας δίνονται για το υλικό που επιλέξατε να μελετήσετε; Τι εκφράζουν;', 'Θεωρείτε ότι συμφωνούν με την προσωπική σας άποψη για τον τρόπο μελέτης σας;', 'Θεωρείτε ότι οι πληροφορίες αυτές σχετίζονται με τις επιδόσεις σας; Αν ναι, γιατί; Αν όχι, γιατί;'

Στο στάδιο Γ δόθηκε στους μαθητές ένα τεστ αξιολόγησης. Στο τεστ αξιολόγησης παρουσιάζεται ένα πρόβλημα προς επίλυση που σχετίζεται με την σχολική καθημερινότητα των μαθητών και αφορά

στον υπολογισμό της βαθμολογίας τους στο τέλος της σχολικής χρονιάς. Σύμφωνα με τον αλγόριθμο που ζητείται να αναπτυχθεί, εκτυπώνεται διαφορετικό σχόλιο στον «Έλεγχο» κάθε μαθητή ανάλογα με το μέσο όρο του στο τέλος της χρονιάς, π.χ. Προάγεται ή Απορρίπτεται.

Το τεστ δομείται σε τρία μέρη. Αρχικά, δίνονται πέντε ερωτήσεις με στόχο την κατανόηση του προβλήματος από τους μαθητές. Οι ερωτήσεις αυτές καλούν τους μαθητές να υποθέσουν τη λέξη που θα εκτυπώσει ο υπολογιστής ανάλογα με συγκεκριμένο μέσο όρο που δίνεται. Οι ερωτήσεις αυτές δίνονται για να ελεγχθεί κατά πόσο έχουν κατανοήσει οι μαθητές την εκφώνηση της άσκησης. Σε περίπτωση που στα επόμενα ζητούμενα οι μαθητές προβούν σε λογικά λάθη, οι 5 αυτές ερωτήσεις θα δώσουν μια ικανοποιητική εξήγηση.

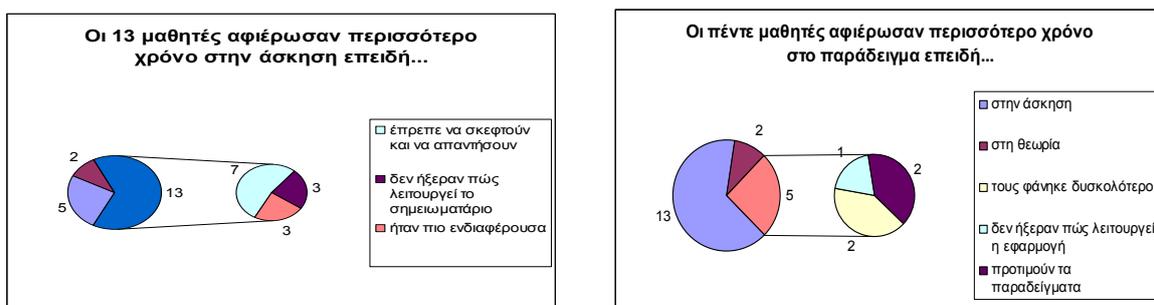
Έπειτα ζητείται από τους μαθητές να γράψουν πόσες και ποιες συνθήκες της δομής επιλογής χρειάζονται στην επίλυση του προβλήματος. Οι ερωτήσεις παρουσιάζουν βαθμιαία άνοδο του βαθμού δυσκολίας ώστε να μπορέσουμε να παρακολουθήσουμε ποιο σημείο της υλοποίησης αλγορίθμου είναι αυτό που δεν έχουν κατακτήσει οι μαθητές.

Το τελευταίο ζητούμενο του τεστ αξιολόγησης είναι να διατυπώσουν οι μαθητές τον αλγόριθμο ο οποίος οδηγεί στο κατάλληλο μήνυμα σύμφωνα με την κατάσταση που παρουσιάστηκε παραπάνω. Εδώ αξιολογείται κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να εφαρμόσουν τη θεωρία σε ένα πραγματικό πρόβλημα.

3.3 Ανάλυση Δεδομένων - Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των μαθητών σε ερωτήσεις του πρώτου φύλλου εργασίας (στάδιο Β) σχετικά με το χρόνο που αφιέρωσαν σε συγκεκριμένα είδη υλικού και της ερμηνείας που δίνουν για τον τρόπο που εργάζονται σε σχέση με το υλικό που επιλέγουν, προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα. Από τους 20 μαθητές που εργάστηκαν με το INSPIRE (Σχήμα 5):

- πέντε (5) μαθητές θεώρησαν ότι είχαν καταναλώσει περισσότερο χρόνο στο παράδειγμα και οι εναλλακτικές ερμηνείες που έδωσαν γι αυτό σχετίζονταν α) με δυσκολίες που αντιμετώπισαν στην κατανόησή του π.χ. «επειδή μου φάνηκε δυσκολότερο» (2 μαθητές), β) με τεχνικές δυσκολίες π.χ. «επειδή δεν ήξερα πώς λειτουργεί ο μικρόκοσμος» (1 μαθητής), γ) με τις προσωπικές προτιμήσεις στον τρόπο μελέτης τους π.χ. «μου αρέσει πιο πολύ η χρήση των παραδειγμάτων», «επειδή έτσι συμβαίνει και στα μαθήματά μου») (2 μαθητές),
- δύο (2) μαθητές θεώρησαν ότι είχαν καταναλώσει περισσότερο χρόνο στη θεωρία. Εξήγησαν ότι αυτό οφείλεται α) στον προσωπικό τους τρόπο εργασίας π.χ. «είναι πιο χρονοβόρο να μελετήσω θεωρία» (1 μαθητής), β) στο ότι η φύση της θεωρίας χρειάζεται περισσότερο χρόνο (1 μαθητής),
- δεκατρείς (13) θεώρησαν ότι είχαν καταναλώσει περισσότερο χρόνο στην άσκηση. Εξήγησαν ότι αυτό οφείλεται α) στον τρόπο που εργάστηκαν και τις δυσκολίες κατανόησης που είχαν π.χ. «γιατί έπρεπε να σκεφτώ και να απαντήσω», «χρειάστηκε χρόνο να βρω ένα ορθό παράδειγμα», «δεν καταλάβαινα τι έπρεπε να κάνω», «δεν καταλάβαινα τις οδηγίες» (8 μαθητές), β) σε τεχνικές δυσκολίες που συνάντησαν π.χ. «δεν ήξερα πώς να χειριστώ τη λειτουργία του σημειωματάριου» (2 μαθητές), γ) στις προσωπικές προτιμήσεις στον τρόπο μελέτης τους (π.χ. «ήταν πιο ενδιαφέρον», «τα έδειχνε πιο παραστατικά») (3 μαθητές).

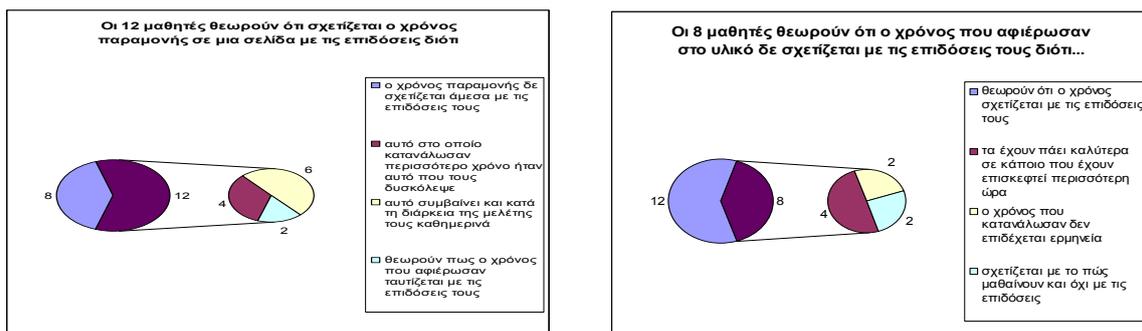


Σχήμα 5: Δείγματα αυτο-παρακολούθησης μαθητών κατά τη διάρκεια της μελέτης τους

Επίσης, όλοι οι μαθητές αναγνώρισαν τις πληροφορίες που τους δίνονταν από την καρτέλα 'Πλοήγηση εκπαιδευόμενου' του μοντέλου και όλοι συμφωνούν με τις πληροφορίες π.χ. «ναι, γιατί ο χρόνος που κατανάλωσα είναι όντως αυτός που αναγράφεται στο μοντέλο», «γιατί όντως οι προτιμήσεις μου αντιστοιχούν στο χρόνο που δείχνει ότι αφιέρωσα». Επιπλέον (Σχήμα 6):

- το 60% των μαθητών (12 μαθητές) θεωρεί ότι ο χρόνος παραμονής των μαθητών σε μια σελίδα σχετίζεται με τις επιδόσεις τους, και θεωρεί ότι οι γραφικές αναπαραστάσεις δηλώνουν τις προτιμήσεις και δυσκολίες που οι μαθητές αντιμετώπισαν π.χ. «αυτό που προτίμησα περισσότερο ήταν και αυτό που με δυσκόλεψε», «το ίδιο μου συμβαίνει στην προσωπική μου ζωή» (6 μαθητές),
- το 40% των μαθητών (8 μαθητές) έκρινε ότι ο χρόνος που κατανάλωσε στην κάθε σελίδα δεν σχετίζεται με τις επιδόσεις του διότι: α) αφορά βασικά τον τρόπο εργασίας των μαθητών (π.χ. «έχασα πολλή ώρα στα παραδείγματα. Αυτό σχετίζεται άμεσα με το τι κάνω», «ο χρόνος σχετίζεται απλά με αυτό που κάνω και αυτό δεν ερμηνεύεται») (2 μαθητές), β) αφορά το πώς μαθαίνουν και όχι τις επιδόσεις τους (π.χ. «γιατί σχετίζεται με τον τρόπο σκέψης και όχι με την επίδοσή μου») (2 μαθητές), γ) νιώθουν ότι τα έχουν πάει καλύτερα σε υλικό που έχουν επισκεφτεί περισσότερη ώρα (4 μαθητές).

Παρατηρούμε επίσης ότι 4 τελευταίοι μαθητές που δηλώνουν πως ο χρόνος παραμονής δε σχετίζεται με τις επιδόσεις τους, όταν καλούνται να επιχειρηματολογήσουν εκφράζουν την άποψη ότι ο χρόνος θα σχετιζόταν με τις επιδόσεις τους αν έδειχνε ότι αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στο υλικό που τους δυσκόλεψε. Ουσιαστικά συσχετίζουν το χρόνο με τις επιδόσεις δηλώνοντας ότι το υλικό στο οποίο αφιέρωσαν περισσότερο χρόνο ήταν αυτό στο οποίο είχαν υψηλότερες επιδόσεις.



Σχήμα 6: Απόψεις μαθητών για την σχέση του χρόνου μελέτης με τις επιδόσεις τους

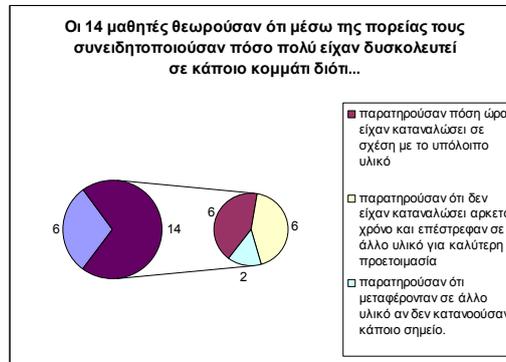
Κατά τη διάρκεια της συμπλήρωσης του δεύτερου φύλλου εργασίας για τη χρησιμότητα της αναπαράστασης 'Πλοήγηση εκπαιδευόμενου' για τη διαδρομή που ακολούθησαν παρατηρήθηκε ότι:

- το 70% των μαθητών θεωρεί πως η συγκεκριμένη αναπαράσταση απεικονίζει την ακριβή πορεία τους κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ενώ το 30% αναγνωρίζει πως δεν εμφανίζει ολιγόλεπτες επισκέψεις σε κάποιες σελίδες του εκπαιδευτικού υλικού.
- το 70% των μαθητών (14 μαθητές) θεωρεί ότι μέσω της συγκεκριμένης γραφικής απεικόνισης της πορείας του στο υλικό συνειδητοποιεί πόσο πολύ είχε δυσκολευτεί σε κάποιο κομμάτι γιατί παρατηρεί α) πόση ώρα είχε αφιερώσει σε σχέση με το υπόλοιπο υλικό (6 μαθητές), β) σε ποιο υλικό δεν είχε αφιερώσει αρκετό χρόνο και επέστρεφε σε αυτό για να το διαβάσει ώστε να προετοιμαστεί καλύτερα για το «δύσκολο κομμάτι» (6 μαθητές), γ) ότι μεταφερόταν σε άλλο υλικό αν δεν κατανοούσε κάποιο σημείο (2 μαθητές) (Σχήμα 7).

Επιπλέον, σε ερώτηση για τη χρησιμότητα της αναπαράστασης 'Πλοήγηση εκπαιδευόμενου' τρεις (3) μαθητές απάντησαν ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από τον καθηγητή για να δει πόσο καλά δουλεύουν οι μαθητές του και πόσο ασχολήθηκαν.

Γενικότερα, για τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές θεωρούν ότι μπορεί να αξιοποιήσουν τις αναπαραστάσεις στοιχείων αλληλεπίδρασης, παρατηρήθηκε ότι:

- το 60% των μαθητών θεωρεί χρήσιμο το μοντέλο, ως ένα εργαλείο αυτοαξιολόγησης, ώστε «να βελτιώσει τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνει»,
- το 70% θεωρεί ότι το μοντέλο μαθητή χρησιμεύει, ως ένα εργαλείο αυτοπαρακολούθησης, ώστε να «δει την πορεία του στο μάθημα», «να δει αν τα έκανε όλα», «να μάθει τι του αρέσει».



Σχήμα 7. Απόψεις μαθητών για την σχέση του χρόνου μελέτης με τις επιδόσεις τους

Επίσης στην τελευταία ερώτηση και των δύο φύλλων εργασίας (στάδιο Α και Β) ‘Θεωρείτε χρήσιμο το μοντέλο μαθητή για κάποιο άλλο λόγο πέρα από την εκμάθηση της συγκεκριμένης έννοιας;’ οι μαθητές εμφανίζονται να αναγνωρίζουν περισσότερο τη χρησιμότητα του μοντέλου μαθητή τη δεύτερη φορά που το χρησιμοποιούν. Γενικότερα στο στάδιο Β, και στο δεύτερο φύλλο εργασίας, οι μαθητές εμφανίζονται να αντιμετωπίζουν το μοντέλο μαθητή πιο αποτελεσματικά και «ώριμα».

Σχετικά με την αξιολόγηση των μαθητών με βάση το τεστ αξιολόγησης, παρατηρήθηκαν καλύτερες επιδόσεις των μαθητών της ομάδας Α που εργάστηκε με το INSPIRE σε σχέση με την ομάδα Β που συμμετείχε σε μια παραδοσιακή διδασκαλία χωρίς όμως να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικά διαφορές. Ιδιαίτερο ωστόσο ενδιαφέρον παρουσιάζουν ποιοτικά δεδομένα σχετικά με τις επιδόσεις των μαθητών. Τρεις από τους μαθητές της ομάδας Α επιχειρήσαν στην κατασκευή του αλγορίθμου να χρησιμοποιήσουν εμφωλευμένη δομή επιλογής, ενώ δεν παρατηρήθηκε παρόμοια προσπάθεια από τους μαθητές της ομάδας Β. Φαίνεται επομένως ότι οι τρεις μαθητές που χρησιμοποίησαν το INSPIRE «επινόησαν» την έννοια της εμφωλευμένης δομής επιλογής χωρίς να τους έχει διδαχτεί ο συγκεκριμένος «μηχανισμός», γεγονός που αποτελεί ένδειξη της διάθεσης πειραματισμού που πιθανά προκλήθηκε από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Οι μαθητές φαίνεται να τολμούν να πειραματιστούν και να προσδώσουν στην δομή επιλογής διάφορες μορφές οι οποίες ουσιαστικά αποτελούν την επόμενη διδακτική ενότητα. Στην τάξη που εφαρμόστηκε συμβατική διδασκαλία δεν παρατηρήθηκε κάποια απάντηση ή απόπειρα από μέρους των μαθητών επέκτασης του αντικειμένου που διδάχθηκαν.

4. Συμπεράσματα

Στην έρευνα συμμετείχαν 40 μαθητές της Γ’ Γυμνασίου, 20 από τους οποίους μελέτησαν τη δομή επιλογής μέσα από το INSPIRE ενώ οι υπόλοιποι συμμετείχαν σε μία συμβατική διδασκαλία. Οι μαθητές που εργάστηκαν με το INSPIRE κατάφεραν να χρησιμοποιήσουν το μοντέλο μαθητή, ενώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ερμηνείες που δίνουν για τον τρόπο με τον οποίο μελετούν σε σχέση με τις αναπαραστάσεις του μοντέλου. Επίσης, οι δύο διαφορετικές ομάδες, ισοδύναμες αρχικά ως προς το επίπεδο επίδοσης, παρουσίασαν κάποιες διαφορές στις επιδόσεις τους, με την ομάδα Α να υπερτερεί ως προς την εφαρμογή της νέας γνώσης σε αυθεντικά προβλήματα και τις ικανότητες πειραματισμού και διερεύνησης που ανέπτυξε. Ωστόσο, οι ενδείξεις αυτές αναδεικνύουν την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης τέτοιων πλαισίων μάθησης σε διαφορετικές περιπτώσεις εφαρμογής ώστε να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα σε σχέση με το σχεδιασμό και την αποτελεσματικότητά τους.

Παρατηρούμε επίσης ότι, οι μαθητές, παρόλο που δέχονται και επεξεργάζονται την ίδια πληροφορία από το μοντέλο μαθητή την ερμηνεύουν διαφορετικά. Αυτό είναι αισθητό και στα δύο φύλλα

εργασίας. Συγκεκριμένα παρατηρούμε ότι παρόμοιες πληροφορίες του μοντέλου ερμηνεύονται διαφορετικά από τον κάθε μαθητή. Οι μαθητές προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα δεδομένα αλληλεπίδρασης είτε με βάση την εικόνα που έχουν για τον εαυτό τους είτε με βάση τις ανάγκες τους στη συγκεκριμένη μαθησιακή εμπειρία. Σε κάθε περίπτωση είναι σημαντικό ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν τις συγκεκριμένες αναπαραστάσεις και αναστοχάζονται τη δική τους στάση σε σχέση με αυτές, τις αποδέχονται, τις απορρίπτουν, τις επεκτείνουν. Συγκεκριμένα, στις ερμηνείες που δίνουν είναι φανερό ότι αναστοχάζονται τον τρόπο με τον οποίο εργάστηκαν, τις δυσκολίες που συνάντησαν, τις προτιμήσεις τους, τις επιτυχίες και τις αποτυχίες τους, αξιοποιώντας το μοντέλο εκπαιδευόμενου ως εργαλείο αυτοπαρακολούθησης και αυτοαξιολόγησης.

Επίσης, από τα δεδομένα της έρευνας προέκυψε ότι δύο διαφορετικές ομάδες, ισοδύναμες ως προς το επίπεδο επίδοσης, παρουσίασαν κυρίως ποιοτικές διαφορές στην αξιολόγηση η οποία εστιάστηκε στην εφαρμογή της δομής επιλογής σε αυθεντικά προβλήματα, με τρεις από τους μαθητές που εργάστηκαν με το INSPIRE να επιχειρούν να πειραματιστούν με νέες μορφές της δομής επιλογής προσωπικής τους επινόησης.

Ωστόσο, θα πρέπει να τονισθεί ότι η αξιοποίηση κάθε εναλλακτικού περιβάλλοντος μάθησης απαιτεί ένα χρόνο εξοικείωσης με τις νέες διαδικασίες, εργαλεία, δυνατότητες που προσφέρει. Είναι φανερό ότι στο δεύτερο στάδιο εργασίας με το περιβάλλον INSPIRE, οι μαθητές φαίνονται πιο εξοικειωμένοι, αναγνωρίζουν πιο εύκολα τις πληροφορίες του μοντέλου και τις χρησιμοποιούν πιο εύστοχα.

Τα παραπάνω στοιχεία είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά για την περαιτέρω διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της συγκεκριμένης μαθησιακής εμπειρίας που συνδυάζει την ενεργό εμπλοκή των μαθητών, μέσω της αλληλεπίδρασης με εκπαιδευτικό υλικό που βασίζεται στη διερεύνηση και τον πειραματισμό, με τον αναστοχασμό σχετικά με τον τρόπο μελέτης τους που προωθούν οι αναπαραστάσεις του μοντέλου μαθητή.

Βιβλιογραφία

- Bull, S. & Kay, J. (2007). Student Models that Invite the Learner In: The SMILI Open Learner Modelling Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 17(2), 89-120.
- Bull, S. & Kay, J. (2008). Metacognition and Open Learner Models. In I. Roll & V. Aleven (eds.), *Proceedings of Workshop on Metacognition and Self-Regulated Learning in Educational Technologies, International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, pp. 7-20.
- Bull, S. (2004). Supporting Learning with Open Learner Models. *Proceedings of 4th Hellenic Conference with International Participation: Information and Communication Technologies in Education*, Athens, Greece. *Keynote*.
- Bull, S. & Nghiem, T. (2002). Helping Learners to Understand Themselves with a Learner Model Open to Students, Peers and Instructors. In P. Brna & V. Dimitrova (eds.), *Proceedings of Workshop on Individual and Group Modelling Methods that Help Learners Understand Themselves, International Conference on Intelligent Tutoring Systems 2002*, pp. 5-13.
- Bull, S. (1997). Promoting Effective Learning Strategy Use in CALL. *Computer Assisted Language Learning Journal*, 10(1), 3-39.
- Bull, S. & Pain, H. (1995). 'Did I Say What I Think I Said, And Do You Agree With Me?': Inspecting and Questioning the Student Model. In J. Greer (ed.), *Proceedings of World Conference on Artificial Intelligence and Education*, AACE, Charlottesville VA, pp. 501-508.
- Daudelin, M. W. (1996). Learning from experience through reflection. *Organizational Dynamics*, 24(3), 36-48.
- Dimitrova, V. (2003). STyLE-OLM: Interactive Open learner Modelling. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13(1), 35-78.
- Dimitrova, V., McCalla, G. & Bull, S. (2007). Open Learner Models: Future Research Directions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* (Preface to Special Issue of the IJAIED), 17(3), 217-226.
- Grigoriadou, M. & Tsaganou, G. (2005). Learner Modelling Computer Network Text Comprehension in RETUDIS. In Kinshuk, D. Sampson & J. M. Spector (eds.), *Proceedings of The IADIS International Conference: Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2005)*, Porto, Portugal, pp. 207-214.
- Mabbott, A. & Bull, S. (2004). Alternative Views on Knowledge: Presentation of Open Learner Models. In J.C. Lester, R.M. Vicari & F. Paraguacu (eds.), *Intelligent Tutoring Systems: 7th International Conference*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 689-698.

- Mazza, R. & Dimitrova, V. (2007). CourseVis: A graphical student monitoring tool for supporting instructors in web-based distance courses. *International Journal of Human-Computer Studies*.
- Morales, R., Pain, H. & Conlon, T. (2001). Effects of Inspecting Learner Models on Learners' Abilities. *Proceedings of AIED'01*. IOS Press, pp. 434-445.
- Papanikolaou K.A., Grigoriadou M., Kornilakis H. & Magoulas G.D. (2003). Personalising the Interaction in a Web-based Educational Hypermedia System: the case of INSPIRE. *User-Modeling and User-Adapted Interaction*, 13 (3), 213-267.
- Papanikolaou, K. & Grigoriadou, M. (2008). Sharing knowledge and promoting reflection through the learner model. In *Proceedings of the 'Intelligent Support for Exploratory Environments' workshop in the context of the third European Conference on Technology-Enhanced Learning (EC-TEL '08)*, Maastricht School of Management, Maastricht, The Netherlands. Πρακτικά workshop διαθέσιμα στο ceur-ws.org/Vol-381
- Zapata-Rivera, J.D. & Greer, J. (2003). Analyzing Learner Reflection in the Learning Game. *Proc. of AIED'03 workshop on Learner Modelling for Reflection*, pp. 288-298.
- Weber, G. & Specht, M. (1997). User modeling and adaptive navigation support in WWW-based tutoring systems. In A. Jameson, C. Paris & C. Tasso (eds.), *User Modeling* (pp. 289-300). Wien: Springer Verlag.
- Παπανικολάου, Κ.Α., Γρηγοριάδου, Μ. & Γλέζου, Κ. (2006). Αναπτύσσοντας αλληλεπιδραστικό εκπαιδευτικό υλικό για την εισαγωγή αρχάριων προγραμματιστών στις βασικές δομές προγραμματισμού. *Πανελλήνιο Συνέδριο «Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Υλικό: ζήτηματα δημιουργίας, διδακτικής αξιοποίησης και αξιολόγησης»*, Βόλος, 6-7 Απριλίου 2006.