

ΓΑΙΑ: Η μετάβαση από μία αναπαράσταση σε άλλες για τη διερευνητική μελέτη της Γης

Νίκος Δαπόντες, Γιάννης Κωτσάνης^(*), Βασίλης Καραστάθης, Γιώργος Δάλκος

Νίκος Δαπόντες, ΥπεΠΘ, Γραφείο Κοινωνίας της Πληροφορίας, dapontes@ypepth.gr
Γιάννης Κωτσάνης, Πληροφορική Τεχνολογία, Εκπαιδευτήρια Δούκα, kotsanis@multiland.gr
Βασίλης Καραστάθης, ΕΑΑ, Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, karastathis@gein.noa.gr
Γιώργος Δάλκος, Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας Παν/μίου Αθηνών, ΠΙ, dalk@otenet.gr

Θεματική Ενότητα: Προσομοιώσεις και Ειδικά περιβάλλοντα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Οι Τεχνολογίες της Πληροφορικής και/ή των Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση
Επίπεδο Εκπαίδευσης: Γυμνάσιο, Λύκειο
Κατηγορία Εργασίας: Άλλο

Περίληψη: Το εκπαιδευτικό λογισμικό ΓΑΙΑ με κεντρικό αντικείμενο πειραματισμού και διερεύνησης τη Γη, περικλείει 7 θεματικές ενότητες με τις οποίες ταξιδεύουμε στην επιφάνεια της Γης, πραγματοποιούμε εικονικά "ταξίδια" στην ατμόσφαιρα αλλά και στο εσωτερικό της, υπολογίζουμε την ακτίνα της, μελετάμε το γεωμαγνητικό πεδίο ενός τόπου και πώς από αυτό ανακαλύπτουμε κοιτάσματα, παρακολουθούμε τροχιές δορυφόρων γύρω από τους πλανήτες και τέλος μελετάμε το Ηλιακό μας Σύστημα ή κατασκευάζουμε κάποιο άλλο εικονικό. Τα «εικονικά εργαστήρια» της ΓΑΙΑΣ με τοπική - διαδικτυακή διάσταση και δισδιάστατες - τρισδιάστατες ψηφίδες, προσεγγίζουν διαθεματικά μαθήματα Γεωγραφίας, Φυσικής, Μαθηματικών, Αστρονομίας και Ιστορίας Επιστημών Γυμνασίου - Λυκείου. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει συνοπτικά τις αρχές και τους στόχους του λογισμικού και επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι πολλαπλές αναπαραστάσεις του, η κατάλληλη σύνθεση των οποίων οδηγεί σε διαφορετικά εκπαιδευτικά σενάρια και ποικίλες δραστηριότητες.

Λέξεις Κλειδιά: διερευνητικοί μικρόκοσμοι, πολλαπλές αναπαραστάσεις, εκπαιδευτικές ψηφίδες, εικονικό εργαστήριο, διαθεματική προσέγγιση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση

GAIA: the exploratory study of the Earth using alternative representations

Nikos Dapontes, Greek Ministry of Education, dapontes@ypepth.gr
Yannis Kotsanis^(*), Pliroforiki Technognosia, Doukas School, kotsanis@multiland.gr
Vasilis Karastathis, Institute of Geodynamics NOA, karastathis@gein.noa.gr
George Dalkos, Pedagogic Institute, dalk@otenet.gr

Conference Theme: Simulations and Special Environments in Science Teaching and Learning, Informatics and/or Communication Technologies in Education
Educational Level: Lower Secondary, Upper Secondary
Paper Classification: Other

Abstract: The educational software GAIA with Earth's as the main focus of experimentation and exploration, encompasses 7 thematic units with which we travel around the planet's surface, we take virtual trips in the atmosphere as well as in Earth's interior, we calculate the Earth's radius using the Eratosthenes' method, we study the geomagnetic field of a particular location, we experiment with satellite orbits around various planets of the solar system and finally we study our Solar System or some other or even an imaginary one. The «virtual labs» of GAIA (with local - internet dimensions and 2D/3D components) approach courses of Geography, Physics, Mathematics, Astronomy and History of Sciences of High School – Lyceum, cross-curricularly. The paper presents the principles and objectives of GAIA concisely and focuses on the way with which its multiple representations function. The interaction of these multiple representations leads to different educational scenarios and various activities. The 1st and 2nd phases of GAIA were developed within the SIRINES/EPEAEK and PENELOPE/EPEAEK project framework respectively.

Keywords: exploratory microworlds, multiple representations, educational components, virtual labs, cross-curricular subjects, secondary education

1. Εισαγωγή

Το εκπαιδευτικό λογισμικό ΓΑΙΑ II αποτελείται από 7 θεματικές ενότητες, τις οποίες ονομάζουμε «κόσμους». Ο καθένας απ' αυτούς εμπεριέχει έναν ή περισσότερους μικρόκοσμούς και στον καθένα απ' αυτούς αντιστοιχούν διαφορετικά «εκπαιδευτικά σενάρια» τα οποία είναι συμβατά με το Πρόγραμμα Σπουδών. Αυτά τα εκπαιδευτικά σενάρια είναι επινοήσεις οι οποίες βασίζονται τόσο στις δυνατότητες με τις οποίες είναι εφοδιασμένος κάθε μικρόκοσμος όσο και στην εννοιολογική ανάλυση του γνωστικού αντικείμενου που κάθε φορά μας ενδιαφέρει. Έτσι, με βάση ένα συγκεκριμένο σενάριο μπορούμε να οργανώνουμε δραστηριότητες που παρουσιάζονται με τη μορφή «Φύλλων Εργασίας». Κάθε δραστηριότητα εξυπηρετεί συγκεκριμένους στόχους

(γνώσης – κατανόησης, μεθόδου έρευνας, επίλυσης προβλημάτων) και ενσωματώνει τις προϋποθέσεις ή τους όρους οργανικής ένταξης στη διδακτική πράξη και στη σχολική ζωή (ΓΑΙΑ 1999).

Η ΓΑΙΑ δεν δημιουργήθηκε έχοντας ως αφετηρία ορισμένα μαθήματα ή κάποιες ενότητες του προγράμματος σπουδών Γεωγραφίας, Φυσικής ή Μαθηματικών όπως γίνεται συνήθως. Από αυτή την άποψη, σημείο αφετηρίας της ΓΑΙΑΣ είναι η ιδέα μιας **διαθεματικής μελέτης της ίδιας της Γης**, κατοικίας του ανθρώπου και πεδίο δράσης του για χιλιάδες χρόνια. Στην ιστορία του πολιτισμού, η ίδια η Γη αποτέλεσε αντικείμενο όχι μόνο στοχασμού αλλά και πρακτικών εφαρμογών. Πρόκειται για ένα αντικείμενο το οποίο εμπλέκεται σε ποικίλες επιστημονικές αναζητήσεις: από τη δορυφοροποίηση και τις τηλεπικοινωνίες μέχρι τη ναυσιπλοΐα, τους σεισμούς, τη μετεωρολογία και την αστρονομία. Στο παραδοσιακό πρόγραμμα σπουδών, η Γη αξιοποιείται ως αντικείμενο μελέτης μόνο όταν είναι τελειώς απαραίτητο. Έτσι, οι σχετιζόμενες με τον πλανήτη Γη γνώσεις που αποκτούν τα παιδιά ηλικίας 11 έως 17 χρονών είναι όχι μόνο στατικές, αλλά επιπλέον παραμένουν **διάσπαρτες**, ιδιαίτερα μετά την κατάργηση του μαθήματος της Γεωλογίας.

Σε επίπεδο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, διαφορετικές γνωστικές περιοχές, όπως η **Γεωγραφία**, τα **Μαθηματικά** και η **Φυσική**, απαιτούν ή οικοδομούν έννοιες που σχετίζονται με διαφορετικές αναπαραστάσεις και μοντέλα της Γης, όπως είναι ο παγκόσμιος χάρτης και η υδρόγειος σφαίρα.

Όμως, εξαιτίας της αδυναμίας μας να πειραματιστούμε με τον πλανήτη μας (ουράνιο αντικείμενο που περιφέρεται και περιστρέφεται, που έχει μαγνητικό πεδίο και ατμόσφαιρα, που έχει δομή στο εσωτερικό του), οι μοντελοποιήσεις και οι προσομοιώσεις καταστάσεων ή φαινομένων θεωρούνται ως οι πλέον κατάλληλες μέθοδοι προσέγγισης της «Γης ως γνωστικού αντικειμένου» (Laurillard 1994, Teodoro 1990, Teodoro 1991). Επιπλέον, η αναζήτηση και η επεξεργασία στοιχείων για ορισμένα φαινόμενα που σχετίζονται με τη Γη καθιστούν αναγκαία την αξιοποίηση των υπηρεσιών του Internet, ενώ η προσέγγιση άλλων φυσικών φαινομένων, όπως το μαγνητικό πεδίο της Γης, ενθαρρύνουν τους μαθητές ενός σχολείου να πραγματοποιήσουν μετρήσεις και να επικοινωνούν με μαθητές άλλων σχολείων (όπως π.χ. τα προγράμματα Globe και The Noon Observation Project).

Τα παραπάνω μας οδήγησαν στην ιδέα να οικοδομήσουμε ένα λογισμικό το οποίο επιδιώκει να εξυπηρετήσει τη διδασκαλία μέσα από δραστηριότητες μοντελοποίησης όσο και μέσα από δραστηριότητες επικοινωνίας και συνεργασίας (δικτυακή διάσταση).

Από καθαρά εκπαιδευτική σκοπιά, σημείο αφετηρίας της ΓΑΙΑΣ είναι η διαπίστωση ότι η διδασκαλία με τα παραδοσιακά μέσα (κιμωλιο-πίνακας, πειραματικές δραστηριότητες, επίλυση προβλημάτων στο περιβάλλον «χαρτί – μολύβι») συναντά δυσκολίες και έχει τα όριά της (DiSessa 1987, Driver 1990, Laurillard 1994). Με την κατάλληλη παιδαγωγική αξιοποίηση των νέων δυνατοτήτων που προσφέρουν οι υπολογιστικές και οι δικτυακές τεχνολογίες (προσομοιώσεις φαινομένων και αισθητοποίησή τους μέσω πολλαπλών αναπαραστάσεων, επικοινωνία με άλλους), επιδιώκεται η υπερπήδηση αυτών των εμποδίων (Jonassen 2000).

2. Αρχές και στόχοι του λογισμικού

Τρεις είναι οι κατευθυντήριες ιδέες πάνω στις οποίες βασιστήκαμε στη σχεδίαση και ανάπτυξη του λογισμικού καθώς και τη συγγραφή του συνοδευτικού υλικού (περιεχόμενο κόμβου και βιβλία δασκάλου, μαθητή και χρήστη):

Στην αρχή της **«παιδαγωγικής ελευθερίας του διδάσκοντα»**, με την έννοια ότι, για να είναι αποτελεσματική – και ενδιαφέρουσα για τους μαθητές – η διδασκαλία, θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να είναι όχι μόνο επαρκώς ενημερωμένος, αλλά και να παίρνει πρωτοβουλίες στο νέο πλαίσιο του Προγράμματος Σπουδών. Με άλλα λόγια, ο διδάσκων οφείλει να διευρύνει το ρόλο του, διατηρώντας τον έλεγχο και στο νέο μαθησιακό περιβάλλον των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας.

Στην αρχή της **«ενεργητικής μάθησης»**. Οι μαθητές πρέπει να παρακινούνται ώστε να συμμετέχουν ενεργητικά στις διάφορες φάσεις της διδασκαλίας. Τόσο η εργασία των μαθητών στο πληροφορικό περιβάλλον (πρόγραμμα στον υπολογιστή, αξιοποίηση των δυνατοτήτων που μας παρέχει το Internet όπως στην περίπτωση μέτρησης της ακτίνας της Γης σύμφωνα με τη μέθοδο του Ερατοσθένη) όσο και η φύση των προτεινόμενων δραστηριοτήτων επιβάλλουν την αλλαγή του ρόλου των μαθητών (εργασία με ομάδες, ενεργητική συμμετοχή στις δραστηριότητες της τάξης, επικοινωνία με μαθητές άλλων σχολείων και ανταλλαγή αποτελεσμάτων). Η διερεύνηση και ο πειραματισμός αποτελούν συστατικά στοιχεία του προγράμματος ΓΑΙΑ II, μέσα στο οποίο αναγνωρίζουμε το δικαίωμα στο “λάθος” αλλά φροντίζουμε ώστε τελικά να διαμορφωθούν οι επιστημονικές ιδέες.

Στην αρχή της **«πολλαπλότητας των διδακτικών προσεγγίσεων»**, επειδή καμιά προσέγγιση δεν μπορεί να είναι το ίδιο αποτελεσματική για όλες τις καταστάσεις (Shama & Layman 1997, Teodoro 1991). Το πείραμα, η επίλυση προβλημάτων στο περιβάλλον «χαρτί – μολύβι», η παρουσίαση ενός μαθήματος στον κιμωλιο-πίνακα, οι συνθετικές εργασίες, η ένταξη της ιστορίας των επιστημών στη διδακτική πράξη, οι ερωτήσεις που εκμαιεύουν τις λανθασμένες αναπαραστάσεις των μαθητών, το video, η προβολή διαφανειών και οι άλλες δοκιμασμένες διδακτικές πρακτικές δεν θα άψουν να είναι στην ημερήσια διάταξη της διδασκαλίας. Όμως, το παιδαγωγικό πρόβλημα θα εξακολουθεί να αναφέρεται στην οργανική ένταξη του

προγράμματος στη διδακτική πράξη. Το πρόγραμμα ΓΑΙΑ II αντιμετωπίζει με έναν πρωτότυπο τρόπο τις νέες προκλήσεις στον τομέα της διδασκαλίας. Ο χάρτης, η υδρόγειος σφαίρα, οι μαγνήτες και τα σιδηρορινίσματα, ο χάρακας και ο διαβήτης, το σχολικό εγχειρίδιο καθώς και η εργαστηριακή άσκηση και οι πειραματικές δραστηριότητες θα αξιοποιούνται μαζί με το περιβάλλον των νέων Τεχνολογιών και των ποικίλων προσεγγίσεων που προσφέρουν. Με την εισαγωγή της ΓΑΙΑΣ II ενδιαφερόμαστε περισσότερο να εμπλουτίσουμε το μαθησιακό περιβάλλον στο σχολείο, εφόσον σήμερα δεχόμαστε ότι μόνο με την πολλαπλότητα των διδακτικών προσεγγίσεων μπορεί να ωφεληθεί πραγματικά ο μαθητής.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό ΓΑΙΑ II μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο αριθμό ωρών διδασκαλίας στοχεύοντας να:

αποτελέσει ένα **διερευνητικό** μαθησιακό περιβάλλον, με **διαθεματικό** χαρακτήρα, παρακινεί τους μαθητές με κατάλληλη ανατροφοδότηση να **συνεργάζονται** μεταξύ τους μέσα στην τάξη (και εξ αποστάσεως μέσω διαδικτύου) να ανταλλάζουν και να συγκρίνουν δεδομένα (αποτελέσματα μετρήσεων, διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων), ενθαρρύνει τον πειραματισμό με **προσομοιώσεις** καταστάσεων και φαινομένων, επιτρέπει τη μεθοδική **αναζήτηση** πληροφοριών με συστήματα διαχείρισης βάσης δεδομένων, με σκοπό ο μαθητής να τις καταχωρίσει, να τις ταξινομήσει, να τις οργανώσει, να τις επεξεργαστεί και να τις αναλύσει,

παρέχει δυνατότητα **ελέγχου** των γνώσεων και της πορείας **επίλυσης ενός προβλήματος**.

Οι παραπάνω στόχοι επιδιώκεται να επιτευχθούν με την ένταξη στη διδασκαλία των **7 «κόσμων»** με τους **20 μικρόκοσμους** που συνιστούν το εκπαιδευτικό λογισμικό ΓΑΙΑ II (Κωτσάνης κá 2000). Στο **συνοδευτικό υλικό** και ειδικότερα στο βιβλίο του Καθηγητή τεκμηριώνονται οι σχεδιαστικές επιλογές και το περιεχόμενο του λογισμικού, συγκεκριμένες δραστηριότητες με τη μορφή “Φύλλων Εργασίας”, αλλά και η δυνατότητα δημιουργίας νέων δραστηριοτήτων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του διδάσκοντος.

3. Οι μικρόκοσμοι της ΓΑΙΑΣ

Τα θέματα που επελέγησαν για μελέτη στο λογισμικό της ΓΑΙΑΣ II, και τα οποία αντιστοιχούν σε βασικά περιβάλλοντα με τη μορφή «**εικονικού εργαστηρίου**», είναι τα ακόλουθα:

Γεωγραφικά χαρακτηριστικά της Γης, στον ΙΑΣΟΝΑ: Οδηγώντας «εξερευνητές» ταξιδεύουμε στην επιφάνεια της Γης. Έχουμε τη δυνατότητα να καταλάβουμε καλύτερα τις αποστάσεις (εισάγοντας τη μετατόπιση ως διανυσματικό μέγεθος) και τη σχέση χώρου και χρόνου, λύνοντας προβλήματα και προσπελώνοντας γεωγραφικά και ιστορικά δεδομένα.

Κίνηση τεχνητών δορυφόρων γύρω από τη Γη, στον NEWTON: Μελετάμε τις τροχιές των δορυφόρων, λύνοντας προβλήματα που σχετίζονται με την ταχύτητα και το είδος της κίνησης των δορυφόρων γύρω από τους πλανήτες (παρατηρώντας και τη Γη ή και κάποιον άλλο πλανήτη όπως φαίνονται από τον δορυφόρο).

Γήινο μαγνητικό πεδίο, στον GILBERT: Θεωρώντας τη Γη ως ένα τεράστιο μαγνήτη, θα πειραματιστούμε και θα καταλάβουμε καλύτερα τις ιδιότητες της μαγνητικής βελόνας, το γεωμαγνητικό πεδίο ενός τόπου και την επίδραση των κοιτασμάτων στα μαγνητόμετρα.

Υπολογισμός της ακτίνας της Γης, στον ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ ακολουθώντας την ίδια μέθοδο που χρησιμοποίησε ο μεγάλος αλεξανδρινός μαθηματικός πριν από 2300 χρόνια. Για να το πετύχουμε, χρειάζεται να συνεργαστούμε με μαθητές άλλων σχολείων της Ελλάδας, με τους οποίους θα επικοινωνήσουμε μέσω του υπολογιστή μας.

Γήινη ατμόσφαιρα, στον TORRICELLI: Χρησιμοποιούμε ένα αερόστατο για να μετρήσουμε την ατμοσφαιρική πίεση, τη θερμοκρασία, τη σύσταση της ατμόσφαιρας, ένα αεροσκάφος για τη μελέτη της δυναμικής άνοσης καθώς κι ένα σώμα για την προσομοίωση της πτώσης του.

Δομή του εσωτερικού της Γης, στον ΕΓΚΕΛΑΔΟ: Ο εξερευνητής, εδώ παίρνει τη μορφή «γεωτρύπανου» με σκοπό να μελετηθεί το απρόσιτο στην άμεση παρατήρηση εσωτερικό του πλανήτη Γη, και επιπλέον με τη βοήθεια ενός απλοποιημένου επιστημονικού μοντέλου από σειсмоγράφους τοποθετημένους σε περιφέρεια και τη μελέτη των σεισμικών κυμάτων (διάδοση εγκάρσιων και διαμηκών κυμάτων, ταχύτητα διάδοσης, ανάκλαση και διάθλαση).

Η Γη ως πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος, στον ΑΡΙΣΤΑΡΧΟ: Μελετάμε τις τροχιές των πλανητών σ' ένα μοντέλο του Ηλιακού μας Συστήματος ή σ' ένα εικονικό τρισδιάστατο Πλανητικό Σύστημα, επιλέγοντας πλανήτες με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

4. Με αφετηρία τις αναπαραστάσεις των γεωγραφικών συντεταγμένων...

Ο Παγκόσμιος Χάρτης καθώς και οι Επίπεδοι Χάρτες αποτελούν το βασικό σκηνικό μέσα στο οποίο μπορεί να κινηθούν οι εξερευνητές-οχήματα στους μικρόκοσμους του **Ιάσονα**. Οι δραστηριότητες μπορεί να αναφέρονται σε εκμάθηση εννοιών (όπως το γεωγραφικό μήκος, το γεωγραφικό πλάτος, η κλίμακα και οι ζώνες, η μέτρηση της διαμέτρου της Γης) καθώς και σε εμπέδωση άλλων, παρόμοιων με αυτές. Η εμπειρία από τη σχολική πράξη αποδεικνύει ότι οι μαθητές μπορεί να διδάσκονται τις έννοιες αυτές με τη βοήθεια εποπτικού υλικού αλλά δεν τις εμπεδώνουν, ώστε να τους γίνονται μόνιμο κτήμα.

Μικρόκοσμος γεωγραφικών συντεταγμένων (Λάμδα/φι)

Στο πρώτο «εικονικό εργαστήριο», στην οθόνη εμφανίζεται η Γη ως σφαίρα. σε ένα κεντρικό παράθυρο με τίτλο «Πλανήτης Γη». Πρόκειται για μια τρισδιάστατη **αναπαράσταση** της Γης την οποία ο μαθητής μπορεί να την περιστρέφει κατά βούληση. Σ' αυτήν την περίπτωση μιλάμε για «**απευθείας χειρισμό**» ενός εικονικού αντικειμένου. Παράλληλα, εμφανίζονται και άλλες δύο αναπαραστάσεις της Γης: η μία με τη μορφή παγκόσμιου χάρτη και η άλλη με τη μορφή επίπεδων χαρτών για κάθε μία ήπειρο. Έτσι, στην οθόνη διαθέτουμε τρεις αναπαραστάσεις της Γης, οπότε μιλάμε για «**πολλαπλές αναπαραστάσεις**», βασικό χαρακτηριστικό της ΓΑΙΑΣ.

Οι αναπαραστάσεις αποκτούν νόημα και έχουν ενδιαφέρον για τους μαθητές εφόσον τους εφοδιάζουμε με ένα «αντικείμενο χειρισμού» (π.χ. αεροπλάνο, ένα ελικόπτερο ή ένας δορυφόρος) που παίζει το ρόλο του εξερευνητή. Αυτό το «εικονικό αντικείμενο», μπορούμε να το μεταφέρουμε σε διάφορα μέρη της Γης με ποικίλους τρόπους (μέσω των παραθύρων ή του πιλοτηρίου) αλλά και να του δώσουμε εντολές ώστε να κινηθεί σε ορισμένη απόσταση σε μια επιθυμητή κατεύθυνση. Σ' αυτή την περίπτωση μιλάμε για ποικίλες «**ισοδύναμες εισόδους**», ενέργειες για να πετύχουμε ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Το ενδιαφέρον βρίσκεται στο γεγονός ότι οι ενέργειές μας πάνω στο αντικείμενο γίνονται φανεροί όχι μόνο στο παράθυρο που αυτό βρίσκεται αλλά και στα άλλα παράθυρα. Τέλος, από το πιλοτήριο μπορούμε να επιλέξουμε τη μορφή του χάρτη (γεωφυσικός, πολιτικός ή σκαρίφημα) και να προκαθορίσουμε τόσο την απόσταση που θέλουμε να διανύσει ο εξερευνητής όσο και την ταχύτητά του, προβάλλοντας ή μηδενίζοντας τη διανυόμενη απόσταση.

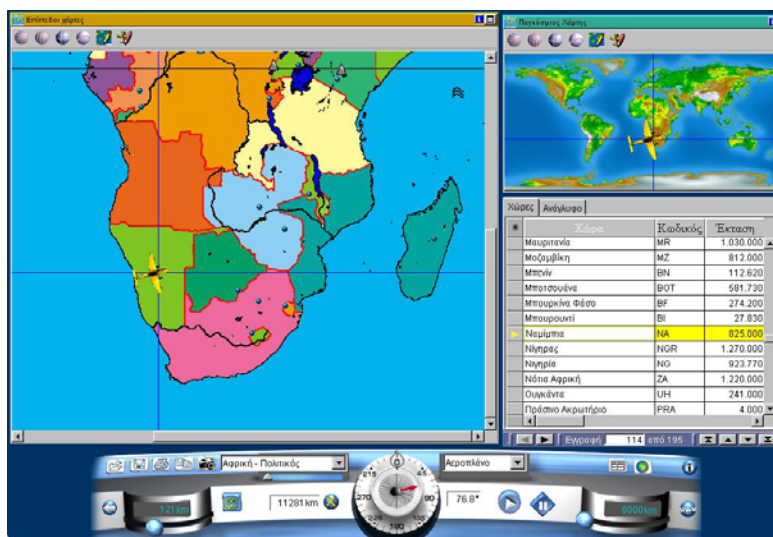


Σχήμα 1: Μικρόκοσμος γεωγραφικών συντεταγμένων

Τα εκπαιδευτικά σενάρια που μπορεί να επινοηθούν βασίζονται στο γεγονός ότι διαθέτουμε ένα αντικείμενο (που μπορούμε να το χειριστούμε με διαφορετικούς τρόπους) και ως περιβάλλον του αντικειμένου έχουμε τις ποικίλες αναπαραστάσεις της επιφάνειας της Γης. Αυτό σημαίνει ότι το περιβάλλον είναι ευνοϊκό για να πραγματοποιούμε διάφορα ταξίδια με σκοπό την απάντηση σε ερωτήματα της μορφής «πού βρίσκεται», «πόσο απέχει», «πόσος χρόνος απαιτείται», την επίλυση προβλημάτων αλλά και την εφαρμογή αφηρημένων εννοιών.

Μικρόκοσμος γεωφυσικών και πολιτικών δεδομένων (Κόσμος)

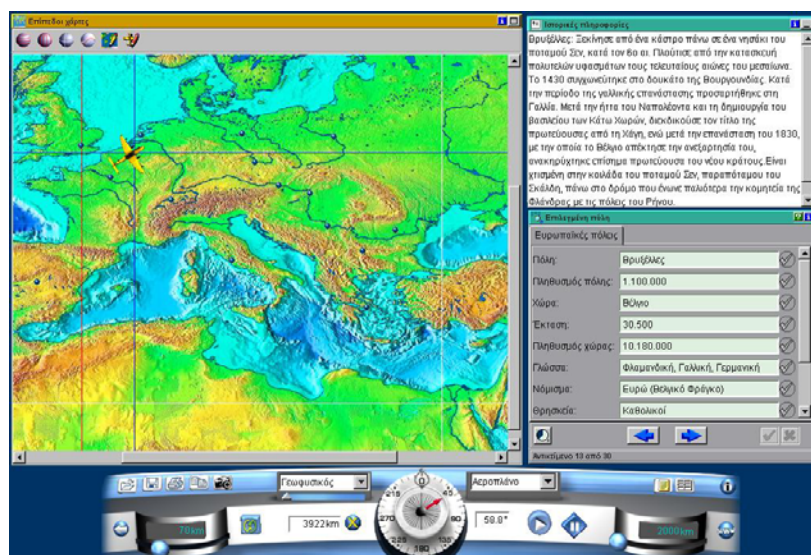
Ο δεύτερος μικρόκοσμος εισάγει το μαθητή στην έρευνα με τη βοήθεια μιας Βάσης Γεωγραφικών Δεδομένων και του παγκόσμιου χάρτη. Πρωταγωνιστής και εδώ είναι ο εξερευνητής που μπορεί να μετακινείται, με τους γνωστούς τρόπους, πάνω στον Παγκόσμιο χάρτη. Ο συνδυασμός του εξερευνητή με τα στοιχεία της Βάσης Γεωγραφικών Δεδομένων (195 χώρες, τον πληθυσμό τους, τις πρωτεύουσες και τις γεωγραφικές τους συντεταγμένες και άλλα στοιχεία) ανοίγει νέες προοπτικές για επινόηση νέων δραστηριοτήτων που είναι ενδιαφέρουσες για τους μαθητές. Και σ' αυτήν την περίπτωση είναι δυνατόν να μεταβαίνει ο μαθητής από μια επιλεγμένη εγγραφή της Βάσης σε αντίστοιχα στοιχεία των δύο άλλων αναπαραστάσεων.



Σχήμα 2: Μικρόκοσμος γεωφυσικών και πολιτικών δεδομένων
Μικρόκοσμος ιστορίας πρωτεύουσών κρατών και υγρού στοιχείου (Ευρώπη, Κόσμος)

Ο τρίτος μικρόκοσμος εμπλουτίζεται με ιστορικές πληροφορίες (στο ίδιο το τοπικό λογισμικό, στο διαδικτυακό ή/και στα φύλλα εργασίας), οπότε δίνεται η δυνατότητα στον μαθητή τόσο για “γεωγραφική” περιήγηση με την άντληση των απαραίτητων για τις δραστηριότητες ιστορικών πληροφοριών, όσο και τη βαθύτερη διερεύνηση συναφών ιστορικών φαινομένων ή καταστάσεων. Για παράδειγμα, ένα μεγάλο ποτάμι παρέχει ευκαιρίες για εγκαταστάσεις, ταξίδια, μεταφορές, συνδέεται δηλαδή το γεωγραφικό δεδομένο με τις ιστορικές εξελίξεις. Αν η σχετική δραστηριότητα επικεντρώνεται στο Δούναβη, στο μαθητή δίνεται η ευκαιρία επιβεβαίωσης των συμπερασμάτων του, με την παροχή πληροφοριών για άλλα ποτάμια άλλων περιοχών. Αν μία δραστηριότητα σχετίζεται με τα ταξίδια του Κολόμβου και τις ιστορικές συγκυρίες της αντίστοιχης εποχής, σε μια άλλη δραστηριότητα για το ταξίδι του Μαγγελάνου μπορούν να εφαρμοστούν ανάλογες λύσεις και να επιβεβαιωθούν αντίστοιχες υποθέσεις. Οι γεωγραφικές περιοχές που επιλέγονται (με σημείο αναφοράς μια πόλη) για την οργάνωση της δραστηριότητας, σημειώνονται στο χάρτη κατάλληλα, ώστε να είναι δυνατή η άντληση ιστορικών πληροφοριών γι’ αυτές.

Ο περιορισμός των ιστορικών δεδομένων επιβάλλεται και από το περιεχόμενο του Προγράμματος Σπουδών. Η προσέγγιση των στοιχείων αυτών (π.χ. οικονομία, κοινωνία, πολιτισμός, θρησκεία κ.λπ.), είναι ιστορική-διαχρονική, κατά συνέπεια δεν μπορεί να είναι αντικείμενο της επιστήμης της Γεωγραφίας, αφού είναι γνωστό ότι η Γεωγραφία εξετάζει τα στοιχεία αυτά μόνο συγχρονικά.



Σχήμα 3: Μικρόκοσμος ιστορίας πόλεων και υγρού στοιχείου

Για παράδειγμα, στη δραστηριότητα «πρωτεύουσες ευρωπαϊκών κρατών και υγρό στοιχείο» υπάρχουν ιστορικές πληροφορίες για όλες τις ευρωπαϊκές παραθαλάσσιες ή παραποτάμιες-παραλίμνιες πρωτεύουσες. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν: την εποχή ίδρυσης των πόλεων και τις συνθήκες που οδήγησαν στην εξέλιξή τους, με στόχο να συνδυαστεί η γεωγραφική τους θέση με την οικονομική, πληθυσμιακή και πολιτισμική τους εξέλιξη.

5. ... και μετάβαση σε αναπαραστάσεις του γήινου μαγνητικού πεδίου.

Οι μικρόκοσμοι **Gilbert** αναφέρονται στην κατανόηση της έννοιας του μαγνητικού πεδίου της Γης, αλλά και πώς αυτό μπορεί να μελετηθεί και να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές. Το γήινο **μαγνητικό πεδίο** αν και ως έννοια είναι από τις πλέον ελκυστικές, τελικά η διδασκαλία του δυσκολεύεται από την αδυναμία των

μαθητών να αναλύσουν το άνυσμά του στο χώρο σε σχέση με τις γεωγραφικές συντεταγμένες, αλλά και από την αδυναμία τους να αντιληφθούν άμεσα την ύπαρξή του όπως π.χ. μπορούν να αντιληφθούν την ύπαρξη της θερμότητας.

Μικρόκοσμος μέτρησης του γήινου μαγνητικού πεδίου

Το γήινο μαγνητικό πεδίο γίνεται άμεσα αισθητό στους μαθητές με τη χρήση της πυξίδας και γι' αυτό στο σχολικό εργαστήριο θα πρέπει να επιχειρείται η εξοικειωσή τους με αυτήν και κυρίως μέσω της μέτρησης της κατεύθυνσης του πεδίου. Η μέτρηση στο εργαστήριο όμως, όσο χρήσιμη και αν είναι, περιορίζει τον μαθητή στο να διαπιστώσει και μετρήσει το γήινο μαγνητικό πεδίο μόνο στο σημείο που βρίσκεται.



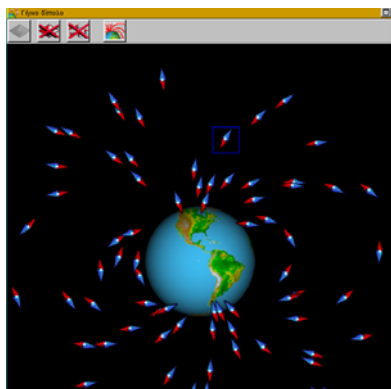
Σχήμα 4: Μικρόκοσμος μέτρησης του γήινου μαγνητικού πεδίου

Στο μικρόκοσμο δίνεται η δυνατότητα στο μαθητή να μεταβεί σε οποιαδήποτε περιοχή και να μετρήσει τα στοιχεία του γήινου μαγνητικού πεδίου, χρησιμοποιώντας μαγνητόμετρο μέτρησης ολικού πεδίου και πυξίδες (Campbell 1997). Η επιλογή του τόπου γίνεται είτε πάνω σε στην περιστρεφόμενη υδρόγειο, είτε πάνω σε επίπεδο χάρτη. Το ύψος μέτρησης ρυθμίζεται απευθείας πάνω στη θέση του μαγνητομέτρου. Ο μαθητής μπορεί ακόμη να μεταβάλει και την παράμετρο της ημερομηνίας μέτρησης αφού εισαχθεί όμως στην μεταβολή του πεδίου με τον χρόνο.

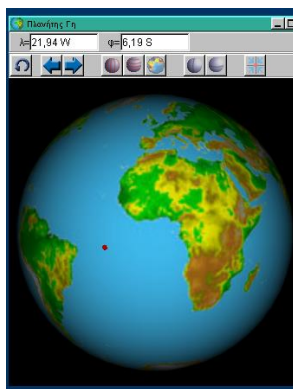
Ο μαθητής έχει και τις ενδείξεις τριών οργάνων, μιας πυξίδας που μετράει απόκλιση, μιας πυξίδας τοποθετημένης στο μαγνητικό επίπεδο που μετράει έγκλιση και ενός μαγνητομέτρου ολικού πεδίου. Σε κάθε περιοχή το γήινο μαγνητικό πεδίο αναλύεται ως ένα τρισδιάστατο διάνυσμα (Lowrie 1997). Ένα από τα παράθυρα του μικρόκοσμου αναπαριστά τις 3 συνιστώσες ως διάνυσμα. Η προβολή της διανυσματικής αναπαράστασης μπορεί να στρέφεται από τον μαθητή ώστε να διευκολύνεται η παρατήρηση των σχετικών γωνιών και διανυσμάτων.

Μικρόκοσμος γήινου μαγνητικού διπόλου

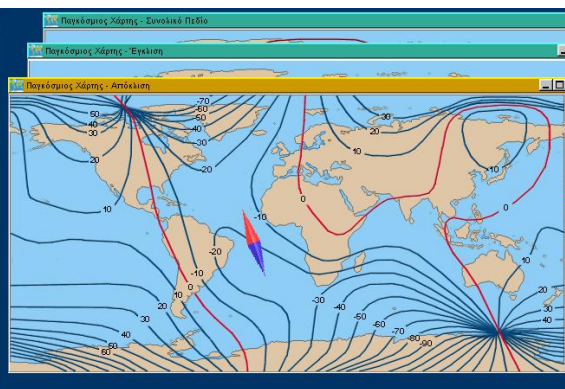
Η διπολική συνιστώσα του γεωμαγνητικού πεδίου, που αποτελεί και το 95% του συνολικού πεδίου, παρουσιάζεται σε άλλη αναπαράσταση όπου ο μαθητής με έναν αριθμό μαγνητικών βελονών, οι οποίες μπορούν να μετακινούνται ελεύθερα στον χώρο, μπορεί να ελέγχει την παρουσία του πεδίου γύρω από όλον τον πλανήτη Γη. Στο περιβάλλον αυτό μπορεί εύκολα να εξοικειωθεί με την έννοια των δυναμικών γραμμών αλλά και με τη φυσική θέση των μαγνητικών πόλων. Οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου εμφανίζονται ή όχι ανάλογα με την επιλογή του μαθητή.



Σχήμα 5: Η Γη ως δίπολο



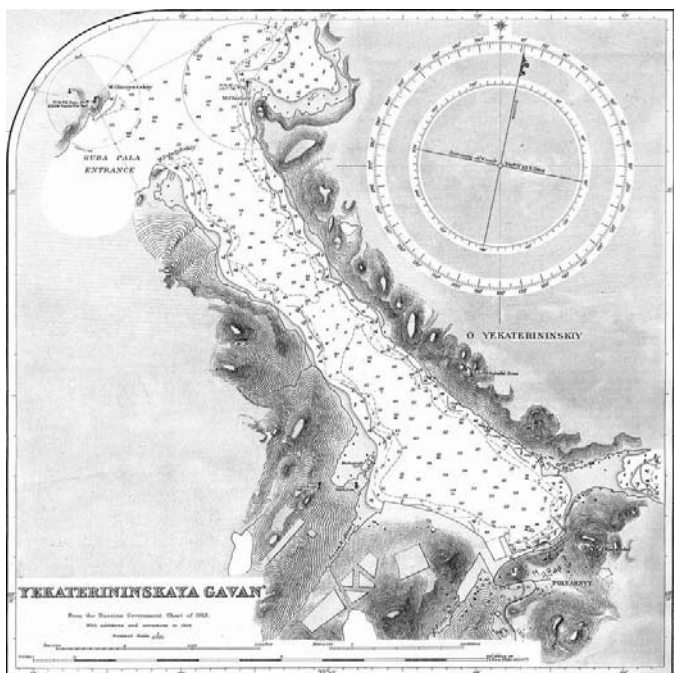
Σχήμα 6: Γη και Μαγνητικοί Χάρτες



Μικρόκοσμος μαγνητικών χαρτών

Οι 3 συνιστώσες του μαγνητικού πεδίου (ένταση, απόκλιση, έγκλιση) αποτυπώνονται αντίστοιχα σε 3 χάρτες και συνυπάρχουν σε κάθε σημείο μεταβαλλόμενες ταυτόχρονα, ανάλογα με τη θέση του εξερευνητή «μαγνητική βελόνα». Οι μαθητές μπορούν για παράδειγμα να παρατηρήσουν τους μαγνητικούς πόλους και στους τρεις χάρτες, να συγκρίνουν τις παρατηρήσεις τους, να διαπιστώσουν χαρακτηριστικά γνωρίσματα και στις τρεις αποτυπώσεις και να συνειδητοποιήσουν ότι σε πολλά μέρη της γης η πυξίδα δείχνει προς μια κατεύθυνση αρκετά διαφορετική από τον γεωγραφικό Βορρά.

Οι μαγνητικοί χάρτες του μικρόκοσμου προβάλλονται μαζί ώστε να είναι δυνατή η ταυτόχρονη παρακολούθηση και μεταβολή των στοιχείων του μαγνητικού πεδίου.



Σχήμα 7: Ναυτικός Χάρτης

Παράδειγμα εφαρμογής της απόκλισης του μαγνητικού πεδίου της Γης σε ναυτικούς χάρτες με άμεση αναφορά στα στοιχεία που την καθορίζουν.

Στον διπλανό χάρτη (η πρώτη απεικόνιση του οποίου έγινε το 1913 από τη Ρωσική Κυβέρνηση) στην περιοχή Yekaterininskaya Gavan με γεωγραφικές συντεταγμένες $\lambda=33^{\circ}28'E$ και $\phi=69^{\circ}13'N$ έχουμε απόκλιση: $11^{\circ}25'E$ το έτος 1964, με ετήσια αύξηση $6'$.

Τα παραπάνω στοιχεία προβάλλονται πάνω στο χάρτη στη θέση της βελόνας και επαληθεύονται από το λογισμικό της ΓΑΙΑΣ.

6. Η υλοποίηση των μικρόκοσμων

Η μεθοδολογία ανάπτυξης της ΓΑΙΑΣ είναι βασισμένη στην κατασκευή ψηφίων λογισμικού (software components) μέσω του Αβάκιου E-Slate (Birbilis et al 2000). Κάθε ψηφίδα του περιβάλλοντος αντιστοιχεί σε μία αναπαράσταση, καθοριζόμενη από τις ανάγκες των εκπαιδευτικών σεναρίων και οι ψηφίδες (μέχρι τρεις το πολύ σε κάθε μικρόκοσμο, οι οποίες μπορούν να εμφανίζονται ή να αποκρύπτονται) «δένονται» μεταξύ τους μέσω πιλοτηρίου (στο οποίο συγκεντρώνονται διαφορετικές παράμετροι και αλληλεπιδράσεις των επιμέρους ψηφίδων, Roschelle et al 1999). Η συγκεκριμένη τεχνική, εκτός του «παντρέματος» της κάθε ψηφίδας με μία διαφορετική αναπαράσταση, παρέχει δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης παρόμοιων ψηφίδων σε περισσότερους του ενός μικρόκοσμους και ευκολότερης σύνθεσης μικρόκοσμων. Στην υλοποίηση των μικρόκοσμων της ΓΑΙΑΣ χρησιμοποιήθηκαν **δισδιάστατες** και **τριδιάστατες** ψηφίδες (Παπαγεωργίου κá 2000).

7. Συμπεράσματα

Η εισαγωγή του εκπαιδευτικού λογισμικού ΓΑΙΑ στη διδακτική πράξη έχει ως σημείο αφετηρίας την ιδέα της ένταξης του στη διδακτική πράξη χωρίς να καταργεί τα γνωστά παραδοσιακά και δοκιμασμένα μέσα διδασκαλίας. Προτείνεται η αξιοποίηση του λογισμικού να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να συνδυάζεται κατάλληλα τόσο με το πείραμα στο εργαστήριο (παράλληλα με τα άλλα παραδοσιακά εποπτικά μέσα) όσο και με το παραδοσιακό περιβάλλον “χαρτί-μολύβι”. Το λογισμικό αξιοποιήθηκε διεξοδικά απ’ όλες τις τάξεις Β’-Γ’ Γυμν. και Α’-Β’ Λυκ. των Εκπαιδευτηρίων Δούκα (τη σχολική χρονιά 2001-2002) στο πλαίσιο του αναλυτικού προγράμματος, επανατροφοδοτώντας παράλληλα πολλές από τις αρχικές λειτουργικές επιλογές ανάπτυξής του. Οι είκοσι (στο σύνολό τους) προτεινόμενοι μικρόκοσμοι της ΓΑΙΑΣ II εμπλουτίζουν τη διδασκαλία της Γεωγραφίας, της Φυσικής, των Μαθηματικών, της Αστρονομίας αλλά και της Ιστορίας με νέα λειτουργικά εκπαιδευτικά σενάρια, υλικό και εργαλεία, τα οποία στηρίζονται στις βασικές ιδέες των «πολλαπλών αναπαραστάσεων» (multiple representations) και του «άμεσου χειρισμού των αντικειμένων» (direct manipulation).

Σημείωση: Η ΓΑΙΑ αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος ΣΕΙΡΗΝΕΣ - ΕΠΕΑΕΚ (στην 1η φάση) και στην ΠΗΝΕΛΟΠΗ - ΕΠΕΑΕΚ, Υποπρόγραμμα 1, Μέτρο 1.1β (στη 2η φάση) με ανάδοχο του έργου την Πληροφορική Τεχνολογία (υπεύθυνος έργου και φορέα Γ. Κωτσάνης, εκπαιδευτικός υπεύθ. Ν. Δαπόντες, τεχνικός υπεύθ. Γ. Μπιρμπίλης, υπεύθ. υλικού Σ. Τσοβόλας) και φορείς το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο (υπεύθ. φορέα και επιστημονικός υπεύθ. Β. Καραστάθης), το Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης - Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεματικής (υπεύθ. φορέα Δ. Σάμψων, τεχνικός υπεύθ. Αθ. Παπαγεωργίου), το Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας, Φιλοσοφική Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών (υπεύθ. φορέα Γ. Δάλκος) και την Compulink Network (υπεύθ. φορέα και κόμβου Ν. Κλωνάρης), με συνδέσμους από το ΕΑΙΤΥ και το ΠΙ τον Β. Κάλιστρο, τη Χ. Τζιωρτζιώτη και τη Δ. Μαζιώτη.

Βιβλιογραφία

- Birbilis, G., Koutlis, M., Kyrimis, K., Tsironis, G., and Vasiliou, G., 2000, E-Slate: A software architectural style for end-user programming: Proceedings of 22nd International Conference on Software Engineering, Limerick, Ireland.
- ΓΑΙΑ, Τεχνικό Παράρτημα Έργου για το Πρόγραμμα Ε23 – ΠΗΝΕΛΟΠΗ (ΕΠΕΑΕΚ), Πληροφορική Τεχνολογία, Ινστιτούτο Πληροφορικής & Τηλεματικής, Compulink NETWORK, Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας Πανεπιστημίου Αθηνών, Νοέμβριος 1999.
- Campbell, W., 1997, Introduction to geomagnetic fields: Cambridge, Cambridge University Press.
- DiSessa, A., 1987. The third revolution in computers and education. Journal of research in science teaching, Vol, 24, No 4.
- Driver, R., 1990. La refonte des programmes de sciences a la lumiere des recherches sur l’ apprentissage. In Layton D. Innovations dans l’ enseignement des sciences et de la technologie, Vol. II. Unesco, Paris.
- Jonassen, D. H., 2000, Computers as Mindtools for Schools: engaging critical thinking (2nd Edition): Prentice-Hall
- Κωτσάνης, Γ., Δαπόντες Ν., Καραστάθης Β., Σάμψων Δ. και Παπαγεωργίου Αθ., Η διαθεματική και διερευνητική μελέτη της Γης μέσα από τους μικρόκοσμους του λογισμικού ΓΑΙΑ, Πανελλήνιο Συνέδριο "Πληροφορική και Εκπαίδευση", Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, 11-12 Νοεμβρίου 2000
- Laurillard, D., 1994. Rethinking university teaching. A framework for the effective use of educational technology, Routledge, London.
- Lowrie, W. 1997, Fundamentals of Geophysics: Cambridge Cambridge University Press. p 256 – 259.
- Παπαγεωργίου, Αθ., Σάμψων Δ., Κωτσάνης Γ. και Δαπόντες Ν., ΓΑΙΑ: Ένα Διερευνητικό Εκπαιδευτικό Λογισμικό με Τρισδιάστατες Πολλαπλές Αναπαραστάσεις, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση" Πανεπιστήμιο Πατρών, 13-15 Οκτωβρίου 2000.
- Roschelle, J., DiGiano, C., Koutlis, M., Reppening, A., Phillips, J., Jackiw, N., and Suthers, D., 1999, Developing Educational Software Components: IEEE Computer, Special Issue on Web based learning and collaboration.
- Shama, G., and Layman, J., 1997, The Role of Representations in Learning an Interdisciplinary Mathematics and Physics University Course: Research Conference in Collegiate Mathematics Education, Central Michigan University, Mt. Pleasant, Michigan. September 4-7, 1997.
- Teodoro, V., 1990, The computer as a conceptual lab, Learning dynamics with an exploratory environment: NATO Advanced Research Workshop Technologies in the teaching of Mathematics and science, Milton Keynes.
- Teodoro, V., 1991, Direct manipulation of physical concepts in a computerized exploratory laboratory: Document no 4/91, Project MINERVA, Universidade Nova de Lisboa, Portugal.