ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2000)

2ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

ΓΑΙΑ: Ένα Διερευνητικό Εκπαιδευτικό Λογισμικό με Τρισδιάστατες Πολλαπλές Αναπαραστάσεις

Αθανάσιος Παπαγεωργίου, Δημήτρης Σάμψων, Γιάννης Κωτσάνης, Νίκος Δαπόντες

Βιβλιογραφική αναφορά:

Παπαγεωργίου Α., Σάμψων Δημήτρης, Κωτσάνης Γ., & Δαπόντες Ν. (2025). ΓΑΙΑ: Ένα Διερευνητικό Εκπαιδευτικό Λογισμικό με Τρισδιάστατες Πολλαπλές Αναπαραστάσεις. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 323–330. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8267

ΓΑΙΑ: Ένα Διερευνητικό Εκπαιδευτικό Λογισμικό με Τρισδιάστατες Πολλαπλές Αναπαραστάσεις

Αθανάσιος Παπαγεωργίου[1], Δημήτρης Σάμψων[1], Γιάννης Κωτσάνης[2], Νίκος Δαπόντες[2]

[1] Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεματικής, Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης, Κυβερνίδου 1, Θεσσαλονίκη 546 39
E-mails: tp@iti.gr, sampson@iti.gr
[2] Πληροφορική Τεχνογνωσία, Κονίτσης 11Β, Μαρούσι 151 25
E-mails: kotsanis@multiland.gr, dapontes@ypepth.gov.gr

Περίληψη
Η εισαγωγή των υπολογιστών στα ελληνικά σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δημιούργησε την ανάγκη για εκπαιδευτικό λογισμικό καθώς και μια συνεχή ζήτηση για εφαρμογές που έχουν ως στόχο να γίνουν μέρος του σχολικού προγράμματος σπουδών. Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα εργασία παρουσιάζει θέματα σχεδίασης και ανάπτυξης του εκπαιδευτικού λογισμικού ΓΑΙΑ, το οποίο είναι βασισμένο στη χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων και αμέσου χειρισμού αντικειμένων, τα οποία υλοποιούνται μέσω διαφορετικών ψηφίδων λογισμικού. Η εργασία αυτή υπογραμμίζει τη χρήση τρισδιάστατων αναπαραστάσεων πάνω στις οποίες βασίζεται η υλοποίηση και των 7 μικρόκοσμων του τοπικού λογισμικού της ΓΑΙΑΣ.
Λέξεις Κλειδιά: πολλαπλές αναπαραστάσεις, άμεσος χειρισμός, εκπαιδευτικές ψηφίδες, τρισδιάστατες ψηφίδες, μικρόκοσμος.

Abstract
The introduction of computers in the Greek secondary education fuelled the need for educational software, which, in turn, generated a constant demand for applications aiming to become part of the school curriculum. In this context, this paper presents design and development consideration issues of the educational software "Gaia", which is based on the use of multiple representations and direct manipulation, implemented through different software components. It highlights the key aspect of "Gaia", namely the use of three-dimensional representations.
Keywords: multiple representations, direct manipulation, educational components, three-dimensional components, microworld.

Εισαγωγή

Η ΓΑΙΑ (λογισμικό σε τοπική και διαδικτυακή μορφή, εφοδιασμένο με μικρόκοσμους και δραστηριότητες σε μορφή "Φύλλων Εργασίας") οικοδομήθηκε για να εξυπηρετήσει τους συγκεκριμένους σκοπούς των Προγραμμάτων ΣΕΙΡΗΝΕΣ/ΕΠΕΑΕΚ (στην 1η φάση) και ΠΗΝΕΛΟΠΗ/ΕΠΕΑΕΚ (στη 2η φάση)[1] και καλύπτει ένα μέρος του Προγράμματος Σπουδών (για τις τρεις τάξεις του Γυμνασίου και Λυκείου), με πολλαπλές δυνατότητες ένταξης και αξιοποίησης στην εκπαιδευτική διαδικασία.
Η ΓΑΙΑ βασίζεται σ' ένα πληροφορικό περιβάλλον μάθησης (ζώνες αναπαραστάσεων και ζώνες εργαλείων) καθώς και συνοδευτικό παιδαγωγικό υλικό (κείμενα, εικόνες, video, πηγές, χρονολόγιο, βάσεις δεδομένων, προσομοιώσεις, επιλεγμένες διευθύνσεις στο διαδίκτυο), συναφές με τα γνωστικά αντικείμενα που μπορεί να εξυπηρετήσει, με τα προτεινόμενα

[1] Ανάδοχος του Έργου είναι η Πληροφορική Τεχνογνωσία (Υπεύθυνος Έργου: Γ. Κωτσάνης, Εκπαιδευτικός Υπεύθυνος: Ν. Δαπόντες) και συμμετέχοντες φορείς το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο (Υπεύθυνος: Β. Καραστάθης), το Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεματικής (Υπεύθυνος: Δ. Σάμψων), το Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας του Παν/μίου Αθηνών (Υπεύθυνος: Γ. Δάλκος) και την Compulink (Υπεύθυνη: Ν. Παπαδημητροπούλου).

σενάρια και τις δραστηριότητες. Επιπλέον εμπλουτίζεται και με 7 Ιστορικά Πειράματα Προσομοίωσης.

Σε κάθε μικρόκοσμο μπορεί να αντιστοιχούν διαφορετικά «*Εκπαιδευτικά Σενάρια*» τα οποία είναι συμβατά με το Πρόγραμμα Σπουδών. 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 αντικειμένου που κάθε φορά μας ενδιαφέρει. Ένα σενάριο μπορεί να οικοδομηθεί με βάση ένα συνδυασμό στοιχείων (προσομοιώσεις, δεδομένα, κείμενα, πρακτικές δραστηριότητες κ.λπ.). Με βάση ένα 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.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό ΓΑΙΑ στοχεύει να αποτελέσει ένα διερευνητικό, διαθεματικό και διαδικτυακό μαθησιακό περιβάλλον, παρακινώντας τους μαθητές να διερευνήσουν και να κατανοήσουν έννοιες της *Γεωγραφίας*, των *Μαθηματικών*, *Φυσικής*, *Αστρονομίας* και *Ιστορίας των Επιστημών και της Τεχνολογίας* μέσα από τη χρήση κατάλληλων αναπαραστάσεων, και βοηθώντας τους να εκφράσουν τις ιδέες τους κατά την επίλυση προβλημάτων.

Όσον αφορά στα θέματα *ανάπτυξης*, η ΓΑΙΑ λαμβάνει υπ' όψιν την ανάγκη για διαφορετικές αναπαραστάσεις και υιοθετεί μεθοδολογία ανάπτυξης βασισμένη στην κατασκευή ψηφίδων λογισμικού (software components). Γι' αυτό το σκοπό, ορίζει μία ψηφίδα για κάθε αναπαράσταση, η οποία καθορίζεται από τις παιδαγωγικές ανάγκες των εκπαιδευτικών σεναρίων. Η συγκεκριμένη τεχνική, εκτός του «παντρέματος» της κάθε ψηφίδας με μία διαφορετική αναπαράσταση, παρέχει δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης παρόμοιων ψηφίδων σε περισσότερους του ενός μικρόκοσμου, ευκολότερης σύνθεσης μικρόκοσμων και υλοποίηση τύπου «μαύρου κουτιού»[1].

Η καινοτομία στο έργο ΓΑΙΑ είναι ότι εκμεταλλεύεται τις πρόσφατες εξελίξεις στις τρισδιάστατες τεχνολογίες και παρέχει αναπαραστάσεις σε τρεις διαστάσεις. Το φανερό πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι οι τρεις διαστάσεις προσφέρουν θέα σε ένα ιδεατό κόσμο (virtual world), ο οποίος είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα από τα γραφικά δύο διαστάσεων, ενώ ταυτόχρονα παρέχουν αυξημένες δυνατότητες αλληλεπίδρασης.

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται το πλαίσιο το οποίο χρησιμοποιείται στην υλοποίηση του έργου ΓΑΙΑ και παρέχεται μία σύντομη περιγραφή των πλεονεκτημάτων και των αναμενόμενων αποτελεσμάτων της χρήσης τρισδιάστατων αναπαραστάσεων. Για το σκοπό αυτό στις παρακάτω παραγράφους, περιγράφονται συνοπτικά οι διαφορετικοί εκπαιδευτικοί μικρόκοσμοι οι οποίοι υλοποιούνται στη δεύτερη έκδοση της ΓΑΙΑΣ, καθώς και οι μεθοδολογίες των πολλαπλών αναπαραστάσεων και του λογισμικού το οποίο βασίζεται σε ψηφίδες (component-based), ενώ υπάρχει εκτενέστερη αναφορά στα πλεονεκτήματα των τρισδιάστατων αναπαραστάσεων και των δυνατών λύσεων υλοποίησης.

Η διερευνητική προσέγγιση της ΓΑΙΑΣ

Στο περιβάλλον της ΓΑΙΑΣ ο εκπαιδευτικός δεν είναι ο αποκλειστικός συντονιστής και διαχειριστής των νέων πηγών γνώσης. Κατά τη διαδικασία της διδασκαλίας με τη χρησιμοποίηση διερευνητικού λογισμικού, το ίδιο το λογισμικό παρέχει ευκαιρίες για πειραματισμό και δοκιμή μιας ποικιλίας μεθόδων και τεχνικών, για την επίλυση ενός προβλήματος. Μ' αυτόν τον τρόπο το λογισμικό δεν περιορίζεται στο να υπαγορεύει μια σειρά συγκεκριμένων βημάτων τα οποία οδηγούν στη λύση του προβλήματος. Προωθείται

[1] Η υλοποίηση «μαύρου κουτιού» βασίζεται στην ανάπτυξη συστημάτων τα οποία συντίθενται από διαφορετικά κομμάτια κώδικα ή αντικείμενα τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους μόνο μέσω διεπαφών, χωρίς να γνωρίζει το ένα τι γίνεται στο εσωτερικό του άλλου. Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται αυτή η τεχνική, είναι ευκολότερο να διαιρέσει κανείς την διαδικασία ανάπτυξης μεταξύ διαφορετικών ομάδων καθώς και να ελέγξει το τελικό αποτέλεσμα.

έτσι η διερευνητική μάθηση (exploratory learning), η ανάπτυξη τεχνικών επίλυσης προβλημάτων (problem solving) και η μέθοδος project-based learning [1, 7].
Πλέον όμως του *«ανοιχτού»* διαθεματικού περιβάλλοντος με το κατάλληλο εκπαιδευτικό περιεχόμενο, με άμεσο και παραστατικό τρόπο αξιοποιείται στη ΓΑΙΑ η παιδαγωγική προσέγγιση των πολλαπλών αναπαραστάσεων. Μία διδακτική έννοια μπορεί να παρασταθεί με πολλαπλούς τρόπους, οι οποίοι μπορεί να είναι αντικείμενο επιλογής από τον ίδιο το χρήστη ανάλογα με το γνωστικό του υπόβαθρό και την πορεία μάθησης που επιθυμεί να υιοθετήσει. Επιπλέον κάθε αναπαράσταση μπορεί να είναι συμπληρωματική ως προς τις άλλες, περικλείοντας μόνο το απαραίτητο, για το είδος της, υλικό με το οποίο θα αλληλεπιδράσει ο χρήστης. Η αξία της «πολλαπλής» πληροφορίας ελαχιστοποιεί την πιθανότητα αγνόησης σημαντικών ζητημάτων και μη κατανόησης από τη μία και μοναδική αναπαράσταση. Για παράδειγμα οι «δύσκολες» έννοιες του γεωγραφικού μήκους (λ) και πλάτους (φ) αντιμετωπίζονται και από τον τρισδιάστατο πλανήτη Γη (βλέπε Εικόνα 1) και από το δισδιάστατο παγκόσμιο χάρτη αλλά και από δύο τρισδιάστατες αναπαραστάσεις «ημισφαιρίου» όπου στην πρώτη τομή με τον ισημερινό προβάλλεται το λ και στη δεύτερη τομή με τον πρώτο μεσημβρινό προβάλλεται το φ.

Ανάπτυξη λογισμικού βασισμένη σε ψηφίδες

Μία από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους της μηχανικής λογισμικού (software engineering) για την ανάπτυξη υπολογιστικών συστημάτων είναι η σχεδίαση με βάση τις ψηφίδες. Αυτή η μέθοδος υπαγορεύει ότι ένα σύστημα πρέπει να διαιρείται σε ένα σύνολο από επιμέρους τμήματα λογισμικού (ψηφίδες), τα οποία είναι δυνατό τα διασυνδεθούν, διαλειτουργήσουν και επικοινωνήσουν μέσω ενός συνόλου διεπαφών. Η λειτουργικότητα του όλου τελικού συστήματος είναι το αποτέλεσμα τις προστιθέμενης λειτουργικότητας των ψηφίδων που το αποτελούν.
Λόγω της φύσης των πολλαπλών αναπαραστάσεων, δηλαδή του γεγονότος ότι οι τελευταίες είναι διασυνδεδεμένες αναπαραστάσεις διαφορετικών μέσων απεικόνισης (π.χ. γραφικά, ήχος, κείμενο, video, κ.α.), η σχεδίαση με βάση τις ψηφίδες θεωρήθηκε στη ΓΑΙΑ η καλύτερη λύση. Κάθε αναπαράσταση υλοποιείται ως μία ψηφίδα. Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου, η επαναχρησιμοποίηση, μπορεί να φανεί εύκολα στη ΓΑΙΑ, καθώς υλοποιημένες ψηφίδες χρησιμοποιούνται σε παραπάνω του ενός μικρόκοσμου.
Ο βασικός παράγοντας επιτυχίας των ψηφίδων είναι ο κατάλληλος καθορισμός της διαίρεσης του όλου συστήματος σε επιμέρους κομμάτια και ο σωστός καθορισμός του τρόπου διεπαφής μεταξύ των ψηφίδων. Η προσέγγιση που χρησιμοποιείται στη ΓΑΙΑ είναι αυτή που περιγράφεται στο [2]. Οι εκπαιδευτικοί που συμμετέχουν στο έργο καθορίζουν τη λειτουργικές προδιαγραφές για κάθε αναπαράσταση. Οι προδιαγραφές σχηματίζουν το αρχικό πλαίσιο ανάπτυξης στο οποίο οι μηχανικοί λογισμικού βασίζονται για να σχεδιάσουν της ψηφίδες. Ανάλογα με τα προβλήματα που προκύπτουν, οι δύο διαφορετικές ομάδες συνεργάζονται και επαναλαμβάνουν την προαναφερθείσα διαδικασία έως ότου οι τελικές προδιαγραφές ετοιμαστούν και η σχεδίαση των ψηφίδων οριστικοποιηθεί. Ο ρόλος των εκπαιδευτικών συνεχίζεται και σε όλο το φάσμα της διαδικασίας ανάπτυξης, με τη μορφή εκτιμήσεων και αποτιμήσεων των επιτευχθέντων στόχων και την παροχή ανάδρασης προς τους μηχανικούς.

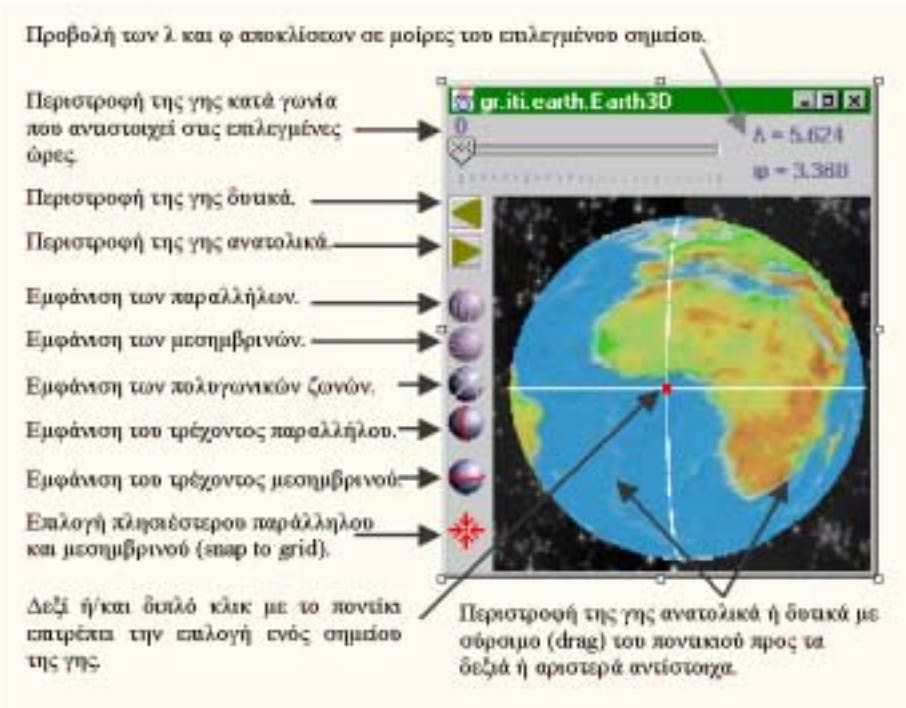
Εφαρμόζοντας τεχνολογίες τριών διαστάσεων σε εκπαιδευτικό λογισμικό

Μετάβαση από τις δύο στις τρεις διαστάσεις

Η καινοτομία και βασική διαφορά της τρέχουσας έκδοσης της ΓΑΙΑ σε σχέση με παλιότερες εκδόσεις και άλλα υπάρχοντα εκπαιδευτικά λογισμικά είναι η ενσωμάτωση τρισδιάστατης τεχνολογίας στις αναπαραστάσεις που παρέχονται στους μαθητές.
Παρότι οι αναπαραστάσεις τριών διαστάσεων δεν πρόκειται να αντικαταστήσουν ολικά αυτές των δύο διαστάσεων, όπως είναι το κείμενο, οι εικόνες, ο ήχος και το video, είναι φανερό ότι η 3Δ προσφέρουν ένα νέο σύνολο από πλεονεκτήματα στα θέματα των αναπαραστάσεων και

της μάθησης. Το βασικό χαρακτηριστικό των 3Δ είναι η δυνατότητα κατασκευής *«ιδεατά πραγματικών»* κόσμων, τους οποίους οι μαθητές μπορούν να χειρίζονται και να αλληλεπιδρούν. Συγκεκριμένα, αναμένεται ότι η χρήση 3Δ στη ΓΑΙΑ θα εξασφαλίσει τα παρακάτω οφέλη:

- Αυξημένη δυνατότητα κατανόησης δύσκολων σεναρίων και ενισχυμένη αντιληπτικότητα μέσω της δυνατότητας για αναπαράσταση κόσμων οι οποίοι είναι δύσκολο ή και αδύνατο να αναπαρασταθούν με τη χρήση άλλων μέσων.
- Αυξημένη συμμετοχή των μαθητών ([4]) λόγω του γεγονότος ότι οι τελευταίοι τείνουν να βρίσκουν την ιδέα των 3Δ απεικονίσεων ενδιαφέρουσα και ελκυστική. Ένα φανερό αποτέλεσμα αυτού του οφέλους είναι η ενεργή συμμετοχή των μαθητών και, όπως αναφέρει και ο Winn στο [4], «οι μαθητές θα πρέπει να είναι ενεργοί μέτοχοι της μάθησης αν αυτή πρόκειται να συμβεί»[1].
- Ιδεατά πειράματα. Δίνεται στους μαθητές η δυνατότητα να πραγματοποιήσουν πειράματα τα οποία δεν μπορούν στα πλαίσια του σχολείου. Συγκεκριμένα, μπορούν να αλλάζουν άμεσα τις παραμέτρους ιδεατών αντικειμένων, όπως θέση, ταχύτητα, μάζα, κλπ και να παρατηρούν τα αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο.
- Ελεύθερη κίνηση και θέα του ιδεατού κόσμου από προοπτική πρώτου προσώπου. Οι μαθητές μπορούν να «ταξιδεύουν» μέσα σε ιδεατούς κόσμους, να αναπτύσσουν τις ικανότητες τους ([3]) και να μαθαίνουν εξερευνώντας.
- Περιβάλλον με υψηλές δυνατότητες αλληλεπίδρασης. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν τη θέση τους και τη γωνία θέασης στον ιδεατό κόσμο, να χειρίζονται διάφορα ιδεατά αντικείμενα περιστρέφοντάς τα, αλλάζοντας τη θέση τους, και όλα αυτά σε ένα κόσμο ο οποίος δεν είναι στατικός.
-



Εικόνα 1: *Μία τρισδιάστατη ψηφίδα που αναπαριστά τη Γη*

[1] Ελεύθερη μετάφραση από το αρχικό κείμενο: “students should be active participants in learning if it is to occur”

Ως παράδειγμα για τα παραπάνω, η εικόνα 1 παρουσιάζει την πρώτη έκδοση μίας τρισδιάστατης ψηφίδας, η οποία θα χρησιμοποιηθεί στη ΓΑΙΑ, και απεικονίζει τη Γη σε τρεις διαστάσεις. Επιτρέπει στους μαθητές να την περιστρέψουν, να εμφανίσουν τους παράλληλους και τους μεσημβρινούς, να δουν τη φυσική περιστροφή που αντιστοιχεί σε κάποιο χρονικό διάστημα, να διαλέξουν κάποιο σημείο πάνω στη Γη, να δουν τις αποκλίσεις μήκους και πλάτους του επιλεγμένου σημείου καθώς και τον ακριβή παράλληλο και μεσημβρινό του. Επιπλέον, η ψηφίδα μπορεί να επικοινωνήσει με άλλες που μπορούν να δώσουν στους μαθητές πληροφορίες σχετικά με την επιλεγμένη τοποθεσία ή να τους παρακινήσουν να ασχοληθούν με κάποιο εκπαιδευτικό σενάριο.

Τεχνολογικές επιλογές

Οι τρισδιάστατες εφαρμογές μπορούν να βασιστούν σε χαμηλού επιπέδου τεχνολογίες, όπως το OpenGL, το Glide και Direct3D, ή σε υψηλού επιπέδου τεχνολογίες, όπως η Java3D και το VRML. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις δυνατές λύσεις, οι μηχανικοί λογισμικού της ΓΑΙΑΣ κατέληξαν ότι θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί τεχνολογία υψηλού επιπέδου, η οποία μειώνει το χρόνο υλοποίησης και είναι ευκολότερα επαναχρησιμοποιήσιμη και διαλειτουργική.

Στα πλαίσια του έργου μελετήθηκαν και δοκιμάστηκαν δύο τεχνολογίες. Η πρώτη είναι η χρήση VRML[1] σε συνδυασμό με κάποιο πρόγραμμα απεικόνισης VRML και η δεύτερη η Java3D[2]. Μία απλή ψηφίδα που αναπαριστά μία τρισδιάστατη Γη (εικόνα 1) υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας Visual J++ και τον Blaxxun Contact VRML player και χρησιμοποιώντας Sun JDK 1.2.2 με Java3D για τη πρώτη και δεύτερη τεχνολογία αντίστοιχα. Οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν τη χρήση της μνήμης, το χρόνο αρχικοποίησης της εφαρμογής και το ρυθμό εναλλαγής εικόνων (frame rate). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι και οι δύο τεχνολογίες είναι ώριμες όταν χρησιμοποιούνται σε μοντέρνα μηχανήματα, αλλά για χαμηλών δυνατοτήτων μηχανήματα, όπως αρκετά από αυτά που υπάρχουν στα Ελληνικά σχολεία, η χρήση του VRML αποδείχτηκε πιο γρήγορη και με λιγότερες απαιτήσεις στη μνήμη και συνεπώς η καλύτερη λύση από τις δύο.

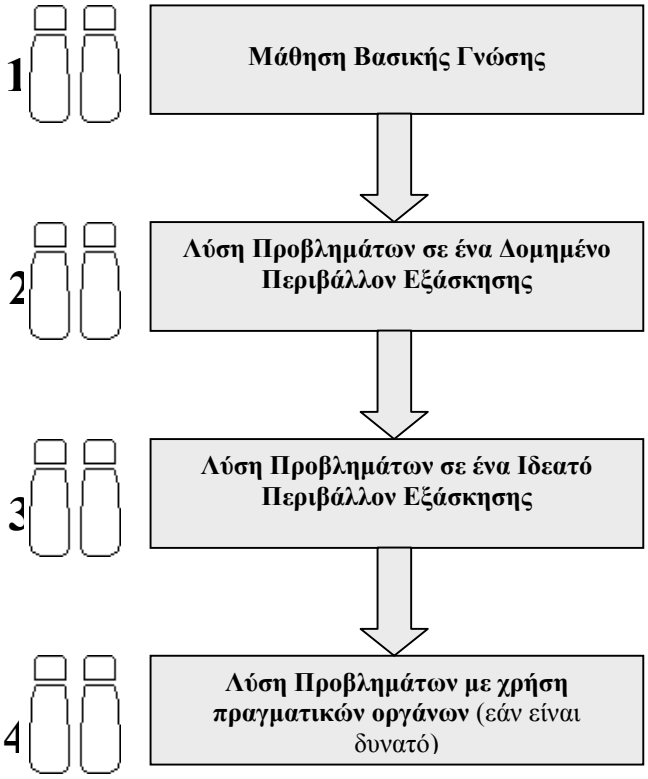
Λογισμικό το οποίο μπορεί να αναπαριστά VRML παρέχει δυναμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του χρήστη και 3Δ αντικειμένων σε ένα 3Δ κόσμο. Οι VRML κόσμοι μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να παρέχουν απλά περιβάλλοντα εξάσκησης όπου ο χρήστης-μαθητής μπορεί να μάθει ανακαλύπτοντας και κάνοντας, μέσο των δυνατοτήτων εξερεύνησης και διεπαφής που ενυπάρχουν στη τεχνολογία.

Περιγραφή του τοπικού λογισμικού ΓΑΙΑ

Η ΓΑΙΑ υλοποιείται βασισμένη στην περιγραφή των εφτά μικρόκοσμων, οι οποίοι περιγράφονται αναλυτικά στο [6], σε προγενέστερη εργασία [5] και στη συνεχή συνεργασία μεταξύ των μηχανικών λογισμικού και των εκπαιδευτικών. Μία πιθανή εκπαιδευτική προσέγγιση για τη χρήση του περιβάλλοντος της ΓΑΙΑΣ φαίνεται στην εικόνα 2.

[1] Η VRML (Virtual Reality Modeling Language) είναι μία γλώσσα περιγραφής τρισδιάστατων κόσμων, η οποία απαιτεί κάποιο επιπλέον λογισμικό, το οποίο είναι υπεύθυνο για την απεικόνιση.

[2] Η Java3D είναι μία τεχνολογία της Sun Microsystems, η οποία παρέχει επιπλέον βιβλιοθήκες σε Java για κατασκευή τρισδιάστατων κόσμων



Εικόνα 2: *Τα τέσσερα βήματα μίας εκπαιδευτικής στρατηγικής*

Οι Τρισδιάστατες Ψηφίδες

Στη ΓΑΙΑ, όπως αναφέρεται στο [6], θα χρησιμοποιηθούν τέσσερις τρισδιάστατες ψηφίδες, οι «Γη», «Τομές», «Θέα από Δορυφόρο» και «Πλανητικό Σύστημα». Συγκεκριμένα:

- Η ψηφίδα «Γη» είναι υπεύθυνη για την απεικόνιση ενός τρισδιάστατου χάρτη της Γης. Αναλυτικότερα φαίνεται στην εικόνα 1.
- Η ψηφίδα «Τομές» είναι υπεύθυνη για την απεικόνιση τομών της Γης στις οποίες θα φαίνεται καθαρά η προβολή επιλεγμένου σημείου καθώς και οι γωνίες (αποκλίσεις) του γεωγραφικού μήκους και πλάτους.
- Η ψηφίδα «Θέα από Δορυφόρο» είναι υπεύθυνη για την απεικόνιση της όψης της γης όπως φαίνεται από δορυφόρο κινούμενο γύρω από αυτή. Η ψηφίδα μπορεί να παρουσιάσει την όψη από διαφορετικά ύψη, ταχύτητες και γωνίες θέασης.
- Η ψηφίδα «Πλανητικό Σύστημα» είναι υπεύθυνη για την απεικόνιση ενός πλανητικού συστήματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το ηλιακό σύστημα ή για κάποιο υποθετικό σύστημα, το οποίο θα είναι κατασκευασμένο από τους μαθητές. Η ψηφίδα θα μπορεί να απεικονίσει τη σχετική κίνηση των πλανητών και θα επιτρέπει τους μαθητές να «ταξιδέψουν» μέσα στο πλανητικό σύστημα.

Οι 7 Μικρόκοσμοι της ΓΑΙΑΣ

Με βάση τα σενάρια που προτάθηκαν στο έργο και τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες που περικλείουν, υλοποιούνται οι μικρόκοσμοι του ΙΑΣΟΝΑ, του NEWTON, του GILBERT, του ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ, του TORRICELLI, του ΕΓΚΕΛΑΔΟΥ και του ΑΡΙΣΤΑΡΧΟΥ, οι οποίοι

συνιστούν το βασικό κορμό του εκπαιδευτικού λογισμικού της ΓΑΙΑΣ και με τους οποίους μπορούμε:

- Να ταξιδέψουμε στην *επιφάνεια* της Γης, οδηγώντας έναν ή και δύο «εξερευνητές» με τον μικρόκοσμο ΙΑΣΟΝΑ. Έχουμε τη δυνατότητα να καταλάβουμε καλύτερα τις αποστάσεις (εισάγοντας τη μετατόπιση ως διανυσματικό μέγεθος) και τη σχέση χώρου και χρόνου, ταξιδεύοντας, λύνοντας προβλήματα και προσπελαύνοντας γεωγραφικά και ιστορικά δεδομένα.
- Να βρεθούμε στον κόσμο των τεχνητών δορυφόρων, μέσα από το μικρόκοσμο NEWTON. Θα δούμε τότε τη Γη (ή και κάποιον άλλο πλανήτη) όπως αυτή φαίνεται από το *διάστημα* και θα παρακολουθήσουμε τις τροχιές των δορυφόρων, λύνοντας προβλήματα που σχετίζονται με την ταχύτητα και το είδος της κίνησης των δορυφόρων.
- Να μελετήσουμε το *μαγνητικό πεδίο* της Γης, μέσα από το μικρόκοσμο GILBERT. Θα δούμε ότι η 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.
- Να υπολογίσουμε την *ακτίνα* της Γης, μέσα από το μικρόκοσμο 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.
- Να χρησιμοποιήσουμε ένα αερόστατο για να μετρήσουμε την ατμοσφαιρική πίεση, τη θερμοκρασία, τη σύσταση της *ατμόσφαιρας* της Γης, ένα αεροσκάφος για τη μελέτη της δυναμικής άνωσης με τη βοήθεια ρευματικών γραμμών καθώς κι έναν αλεξιπτωτιστή για την προσομοίωση της πτώσης του, στο μικρόκοσμο TORRICELLI.
- Να πραγματοποιήσουμε ταξίδια στο *εσωτερικό* της Γης (φλοιό, μανδύα, πυρήνα) με τον μικρόκοσμο ΕΓΚΕΛΑΔΟ. Ο εξερευνητής, τώρα, παίρνει άλλη μορφή με σκοπό να μελετηθεί το απρόσιτο στην άμεση παρατήρηση εσωτερικό του πλανήτη Γη, με τη βοήθεια ενός απλοποιημένου επιστημονικού μοντέλου από σεισμογράφους τοποθετημένους σε περιφέρεια και τη μελέτη των σεισμικών κυμάτων (διάδοση εγκάρσιων και διαμηκών κυμάτων, ταχύτητα διάδοσης, ανάκλαση και διάθλαση).
- Να μελετήσουμε τις *τροχιές των πλανητών* σ' ένα μοντέλο του Ηλιακού μας Συστήματος ή σ' ένα Εικονικό τρισδιάστατο Πλανητικό Σύστημα, επιλέγοντας πλανήτες με διαφορετικά χαρακτηριστικά στο μικρόκοσμο ΑΡΙΣΤΑΡΧΟ, με τη βοήθεια των νόμων του Kepler.

Συμπεράσματα

Η ΓΑΙΑ είναι ένα καλά σχεδιασμένο εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο στοχεύει να εμπλουτίσει τμήμα του Προγράμματος Σπουδών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με λειτουργικά εκπαιδευτικά σενάρια, υλικό και εργαλεία. Υιοθετεί μία από τις πλέον σύγχρονες μεθοδολογίες ανάπτυξης λογισμικού βασισμένη σε ψηφίδες και σε πολλαπλές δισδιάστατες και τρισδιάστατες αναπαραστάσεις. Οι εξομοιώσεις φαινομένων και καταστάσεων, τα νοητικά πειράματα, η διαθεματικότητα, η παιδαγωγική αξιοποίηση του λάθους, η αισθητοποίηση μέσω πολλαπλών αναπαραστάσεων, ο άμεσος χειρισμός, η επικοινωνία, η έρευνα πηγών, η δημιουργία μιας κοινότητας που μαθαίνει, τα περιθώρια επιλογών από μαθητές και διδάσκοντες, είναι μερικά παραδείγματα αναφορικά με το τι μπορεί να προσφέρει το λογισμικό σε μια καινοτομική διδασκαλία.

References

[1]. S. Papert, "*Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*", Basic Books, NY, 1980.

[2]. J. Roschelle and M. Koutlis, "Determining Component Granularity and Connectivity" in J. Roschelle, C. DiGiano, M. Koutlis, A. Reppening, J. Phillips, N. Jackiw, and D. Suthers, 1999: "*Developing Educational Software Components*", IEEE Computer, September 1999 Special Issue on Web based learning and collaboration pp 8.

[3]. P. Gelband, S. Weber, and S. Fryer, “Taking a 2D Educational Title into 3D”, IEEE Computer Graphics and Applications, January/February 1998, pp 54-57.

[4]. Winn W., “A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality”, (R-93-9). Seattle: University of Washington, Human Interface Technology Laboratory. Available at http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9/r-93-9.rtf

[5]. Γ. Κωτσάνης, Ν. Δαπόντες, Γ. Δάλκος κ.ά., ΓΑΙΑ: Μία Διερευνητική και Διαθεματική Προσέγγιση για την Ανάπτυξη και Ένταξη Μικρόκοσμων Πολυμέσων στο Γυμνάσιο, "Η Πληροφορική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση", 2η Διημερίδα Πληροφορικής, ΕΠΥ, 4-5 Δεκεμβρίου 1998.

[6]. ΓΑΙΑ, Τεχνικό Παράρτημα Έργου για το Πρόγραμμα Ε23 – ΠΗΝΕΛΟΠΗ (ΕΠΕΑΚ), Πληροφορική Τεχνογνωσία, Ινστιτούτο Πληροφορικής & Τηλεματικής, Compulink NETWORK, Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας Πανεπιστημίου Αθηνών, Νοέμβριος 1999.

[7]. DiSessa A., Hoyles C., Noss R., Computers and Exploratory Learning, NATO ASI Series F:146 (1995).