ΜΑΘΑΙΝΟΝΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ «ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ»

Χ. Σολομωνίδου, Επίκουρη Καθηγήτρια, Π.Τ.Ν. Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Αργοναυτών & Φιλελλήνων, 38221 Βόλος, xsolom@uth.gr
Ε. Σταυρίδου, Επίκουρη Καθηγήτρια, Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Αργοναυτών & Φιλελλήνων, 38221 Βόλος, estavrid@uth.gr
Μ. Γρηγοριάδου, Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμ. Πληροφορικής Παν/μίου Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, Κτίρια ΤΥΠΑ, 15771, gregor@di.uoa.gr
Δ. Μητρόπουλος, Φυσικός, υποψ. διδάκτωρ, Τμ. Πληροφορικής Παν/μίου Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, Κτίρια ΤΥΠΑ, 15771, dmitro@tee.gr
Μ. Σαμαράκου, Καθηγήτρια ΤΕΙ Αθηνών, Τμ. Πληροφορικής Παν/μίου Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, Κτίρια ΤΥΠΑ, 15771, marsam@di.uoa.gr

Λέξεις Κλειδιά: λογισμικό διερευνητικού τύπου, γνωστικές δυσκολίες μαθητών/ριών, βάρος, βαρύτητα, πτώση σωμάτων.
Θέματα: Η Πληροφορική στη διδασκαλία των θετικών επιστημών, Εφαρμογές πολυμέσων και υπερμέσων στη διδασκαλία και μάθηση, Σχεδιασμός και ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού.
Κατηγορία εργασίας: Αναπτυξιακή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το λογισμικό «Διανύσματα στη Φυσική και τα Μαθηματικά» (ΣΕΙΡΗΝΕΣ) στοχεύει να βοηθήσει στη διδασκαλία και μάθηση των διανυσμάτων και ορισμένων διανυσματικών εννοιών της Φυσικής, όπως ταχύτητα, δύναμη, βάρος, τριβή, ορμή. Κατά την ανάπτυξη του λογισμικού λάβαμε υπόψη τις λανθασμένες ιδέες, παρανοήσεις και γνωστικές δυσκολίες που εμφανίζουν συνήθως μαθητές/ριες όλων των ηλικιών να μάθουν τα διανύσματα και τις έννοιες αυτές. Στην εργασία περιγράφονται δύο σενάρια του λογισμικού με βάση τα οποία μπορούν οι μαθητές/ριες Γυμνασίου να μάθουν έννοιες σχετικές με το βάρος, τη βαρύτητα και την πτώση των σωμάτων στη Γη, τη Σελήνη και στο Διάστημα.

ABSTRACT

The software “Vectors in Mathematics and Physics” (SEIRINES) aims at helping teachers to teach and students to learn about vectors and some vectorial physics entities, such as velocity, force, weight, friction, momentum. For the development of the software we took into account the students’ ideas, misconceptions and difficulties that they develop while they try to learn about vectors and those physical entities. The present paper describes two scenarios of this software scenarios, the «***Falling of objects***» and the «***Far from the Earth***» scenarios, which can help students learn about objects’ weight and falling near the Earth, the Moon, and in Space -far from Earth.

Εισαγωγή

Το λογισμικό «Διανύσματα στη Φυσική και τα Μαθηματικά» αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου ΣΕΙΡΗΝΕΣ (ΕΠΕΑΕΚ) από τέσσερις συνεργαζόμενους φορείς (Τμήμα Πληροφορικής Πανεπιστημίου Αθηνών, ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ 01, Inte*learn). Αποτελεί ένα ανοικτό περιβάλλον δημιουργίας και επεξεργασίας διανυσμάτων που επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργεί και να χειρίζεται διανύσματα με τρόπο παιγνιώδη. Στοχεύει να βοηθήσει τους/ις εκπαιδευτικούς να διδάξουν και τους/ις μαθητές να οικοδομήσουν έννοιες σχετικές με τα διανύσματα και ορισμένες διανυσματικές έννοιες της Φυσικής, όπως ταχύτητα, δύναμη, βάρος, τριβή, ορμή. Κατά την ανάπτυξη του λογισμικού λήφθηκαν υπόψη δεδομένα ερευνών από τη Διδακτική των Μαθηματικών και τη Διδακτική της Φυσικής σχετικά με τις λανθασμένες ιδέες, παρανοήσεις και γνωστικές δυσκολίες που εμφανίζουν συνήθως μαθητές/ριες όλων των ηλικιών στην προσπάθειά τους να μάθουν τα διανύσματα και τις συγκεκριμένες έννοιες της Φυσικής.

Το λογισμικό περιλαμβάνει πέντε θεματικές ενότητες, για κάθε μια από τις οποίες έχει αναπτυχθεί ένας αριθμός σεναρίων, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα. Για κάθε σενάριο υπάρχει ένας μικρόκοσμος που προσομοιώνει μια αληθινή κατάσταση με προβλήματα και θέματα από την καθημερινή ζωή.

α/α	Ενότητες	Σενάρια
1	«Θέση-Μετατόπιση»	«Πηγαίνοντας για ψάρεμα», «Προετοιμάζοντας ένα ταξίδι»
2	«Κίνηση»	«Ποιο πλοίο πηγαίνει πιο γρήγορα», «Ταξιδεύοντας», «Κυλιόμενος διάδρομος», «Διάσωση κολυμβητή», «Παίζοντας γκολφ»
3	«Δυνάμεις-Ισορροπία»	«Σώματα που ισορροπούν», «Φανταστική αναρρίχηση»
4	«Δυνάμεις-Κίνηση»	«Το Ταχυδρομείο», «Σώματα που πέφτουν», «Μακριά από τη Γη»
5	«Δυνάμεις-Ορμή»	«Κρούσεις μεταξύ σωμάτων»

Μέσα στο πλαίσιο της εποικοδομητικής προσέγγισης για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών, αναπτύξαμε και προτείνουμε για κάθε σενάριο ορισμένες δραστηριότητες για τα παιδιά, οι οποίες περιλαμβάνονται στο Τετράδιο του Μαθητή και της Μαθήτριας που συνοδεύει το λογισμικό. Στον Οδηγό για τον Καθηγητή και την Καθηγήτρια αναλύουμε τους στόχους κάθε δραστηριότητας, ώστε να βοηθήσουμε τον ή την εκπαιδευτικό να χρησιμοποιήσει, εφόσον το επιθυμεί, με εποικοδομητικό τρόπο το λογισμικό. Παρόλα αυτά πρέπει να τονίσουμε ότι πρόκειται για ένα ανοικτό περιβάλλον προσομοιώσεων με εργαλεία χειρισμού των διανυσμάτων, των κινήσεων και των διανυσματικών μεγεθών της Μηχανικής, που παρέχει στο/η χρήστη (εκπαιδευτικό ή μαθητή/ρια) τη δυνατότητα όχι μόνο να χρησιμοποιεί τα έτοιμα σενάρια και τις δραστηριότητες, αλλά και να κατασκευάζει και να δοκιμάζει τα δικά του/ης σενάρια και δραστηριότητες.

Δύο σενάρια του λογισμικού αναπτύχθηκαν με στόχο να αντιμετωπίσουν τις γνωστικές δυσκολίες και τις παρανοήσεις των μαθητών/ριών σε σχέση με το βάρος και την πτώση των σωμάτων και να τους/ις βοηθήσουν να οικοδομήσουν αποδεκτές από επιστημονική άποψη αντιλήψεις περιγράφονται στη συνέχεια υπό τύπον παραδείγματος. Προηγουμένως αναφέρονται με συντομία οι κυριότερες γνωστικές δυσκολίες των μαθητών/ριών για το βάρος και την πτώση των σωμάτων, όπως αυτές διαπιστώθηκαν από έρευνες στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών.

Γνωστικές δυσκολίες μαθητών/ριών για το βάρος και την πτώση των σωμάτων

Οι φράσεις «Τα βαρύτερα σώματα πέφτουν γρηγορότερα από τα ελαφρύτερα» και "Στο κενό δεν ασκούνται δυνάμεις» συνοψίζουν τις λανθασμένες ιδέες και παρανοήσεις των μαθητών/ριών σχετικά με το βάρος και τον τρόπο που επηρεάζει την πτώση των σωμάτων (Σολομωνίδου, Σταυρίδου, Χρηστίδης, 1997). Οι ιδέες αυτές προέρχονται κυρίως από την άμεση εμπειρία των μαθητών/ριών, η οποία διδάσκει ότι τα βαρύτερα σώματα πέφτουν πιο γρήγορα από ότι τα ελαφρύτερα. Στην πραγματικότητα όλα τα σώματα που βρίσκονται στο κενό και δέχονται την επίδραση του βαρυτικού πεδίου φτάνουν συγχρόνως στο έδαφος καθώς πέφτουν από ένα ορισμένο ύψος. Όταν πρόκειται όμως για σώματα που πέφτουν από ορισμένο ύψος όχι στο κενό αλλά στον αέρα, ο χρόνος πτώσης επηρεάζεται από την αντίσταση του αέρα, δηλαδή εξαρτάται από το σχήμα και την πυκνότητα του σώματος.

Μια λανθασμένη αντίληψη που επηρεάζει άμεσα τις ιδέες για την πτώση των σωμάτων και το βάρος τους είναι ότι στο κενό δεν υπάρχουν δυνάμεις ή ότι οι δυνάμεις ασκούνται από επαφή. Η καθημερινή εμπειρία διδάσκει ότι «ένα σώμα για να μην πέσει χρειάζεται υποστήριγμα» (Whitelock 1991), δηλαδή ότι χρειάζεται την άσκηση δύναμης από ένα άλλο σώμα που βρίσκεται σε επαφή με αυτό. Φαίνεται ότι η λανθασμένη άποψη ότι «οι δυνάμεις εξασκούνται πάντα από επαφή» έρχεται ως συνέπεια της παραπάνω αντίληψης. Προέκταση του πρωταρχικού αυτού εννοιολογικού σχήματος είναι ότι στο κενό δεν ασκούνται δυνάμεις πάνω στα σώματα.

Κατά συνέπεια, επειδή το βάρος είναι επίσης μια δύναμη, η ύπαρξη του νοητικού αυτού σχήματος έχει ως αποτέλεσμα τη λανθασμένη άποψη ότι «στο κενό τα σώματα δεν έχουν βάρος», ότι «εκεί όπου δεν υπάρχει αέρας δεν υπάρχει βαρύτητα» και ότι «για τη βαρύτητα ευθύνεται ο αέρας ή η ατμοσφαιρική πίεση» (Mayer 1987).

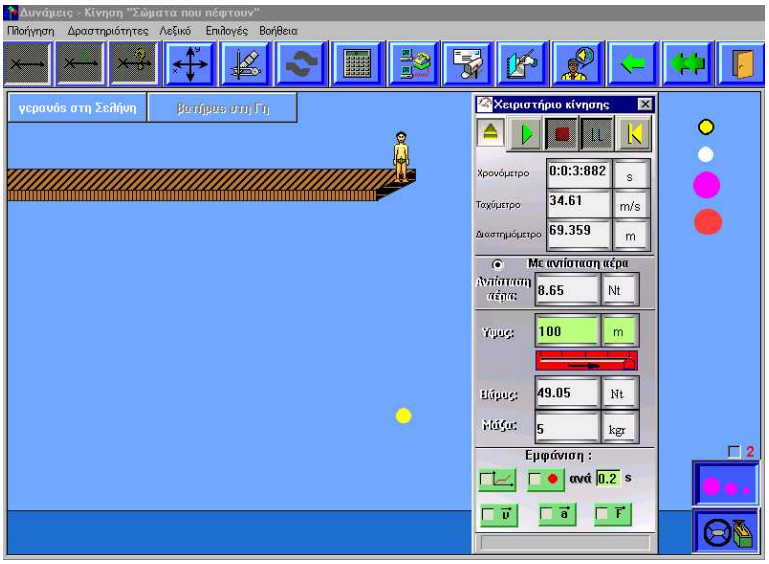
Μια ακόμα λανθασμένη άποψη για το βάρος είναι η κατεύθυνση του διανύσματος που το συμβολίζει. Αρκετά παιδιά πιστεύουν ότι το βάρος είναι διεύθυνση πάντα κατακόρυφη, θεωρώντας ως κατακόρυφη (Nussbaum, 1985/93) μια διεύθυνση κάθετη στην επιφάνεια της Γης, η οποία υποτίθεται ότι είναι οριζόντια. Οι αντιλήψεις αυτές φαίνεται να δημιουργούνται σε αρκετά μικρή ηλικία, όταν το παιδί αρχίζει να αντιλαμβάνεται ότι όλα τα αντικείμενα πέφτουν στο έδαφος που είναι πάντα η οριζόντια επιφάνεια όπου τα πάντα καταλήγουν κατά την πτώση τους (Ogborn & Bliss, 1990).

Είναι ενδιαφέρον να υπενθυμίσουμε ότι οι ιδέες και οι αντιλήψεις αυτές συναντώνται πλατιά σε μαθητές/ριες ακόμα και μετά τη διδασκαλία των σχετικών εννοιών στο σχολείο. Συνεπώς οι ιδέες αυτές ανθίστανται στην προσπάθεια αλλαγής τους κατά τη διδασκαλία, και χρειάζονται ειδική διδακτική αντιμετώπιση. Το γεγονός λοιπόν ότι η κλασική διδασκαλία της Μηχανικής, και ειδικότερα των νόμων του Νεύτωνα, δεν οδηγεί σε ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα, συνηγορεί υπέρ της άποψης ότι η υιοθέτηση του Νευτώνειου παραδείγματος από τους/ις μαθητές/ριες προϋποθέτει βαθύτερες εννοιολογικές αλλαγές που δεν μπορούν να επιτευχθούν με τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας. Η χρήση προσομοιώσεων και μοντέλων εναλλακτικών κόσμων στον υπολογιστή μπορεί να αποτελέσει ένα θετικό και πολλά υποσχόμενο μαθησιακό περιβάλλον που θα συντελέσει στην αντιμετώπιση των δυσκολιών των μαθητών/ριών και στην απόκτηση έμμεσης εμπειρίας που είναι απαραίτητη για την οικοδόμηση της επιστημονικής άποψης και γνώσης.

Οι διδακτικές προσεγγίσεις που προτείνονται από το λογισμικό αξιοποιούν θετικά την καθημερινή εμπειρία που έχουν οι μαθητές/ριες από τον κόσμο στον οποίο ζουν, το χώρο στον οποίο κινούνται, τα αντικείμενα με τα οποία έρχονται σε επαφή. Για το λόγο αυτό τα σενάρια και οι δραστηριότητες έχουν σε μεγάλο βαθμό αφετηρία καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Συγχρόνως, μέσα από την ενεργό εμπλοκή των μαθητών/ριών στη διαδικασία μάθησης δημιουργούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις που ευνοούν την έκφραση και την τροποποίηση των ιδεών των μαθητών/ριών, ώστε να προσεγγίσουν με καλύτερους όρους την επιστημονική γνώση.

Σενάριο «Σώματα που πέφτουν»

Το σκηνικό περιλαμβάνει μια εξέδρα μεταβλητού ύψους. Η εξέδρα αυτή μπορεί να βρίσκεται είτε στη Γη είτε στη Σελήνη, οπότε μετατρέπεται σε γερανό, και η επιλογή γίνεται από έναν διακόπτη στο πάνω αριστερό μέρος της οθόνης. Στο κάτω δεξί μέρος της οθόνης υπάρχουν δύο διακόπτες. Πατώντας με το ποντίκι πάνω στον πρώτο διακόπτη εμφανίζονται τα αντικείμενα που μπορούν να τοποθετηθούν στην εξέδρα. Τα αντικείμενα είναι μια σιδερένια μπάλα 5kg, μια ξύλινη μπάλα 2kg, ένα μπαλόνι 0,2kg και ένα μπαλάκι τένις 0,2kg, έχουν διαφορετικό μέγεθος και μάζα. Ο/η χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα ή δύο από τα αντικείμενα αυτά και μπορεί να τα μεταφέρει σύροντάς τα με τη βοήθεια του ποντικιού –drag and drop κίνηση- κοντά στον άνθρωπο που βρίσκεται πάνω στην εξέδρα ή στο γερανό. Χρησιμοποιώντας το χειριστήριο κίνησης μπορεί να αφήσει τα αντικείμενα να πέσουν στη θάλασσα από ορισμένο ύψος και να μελετήσει την πτώση τους.



Εικόνα 1: Σκηνικό του σεναρίου «Σώματα που πέφτουν»

Πατώντας με το ποντίκι πάνω στο δεύτερο διακόπτη στο κάτω δεξί μέρος της οθόνης, εμφανίζεται το χειριστήριο κίνησης των σωμάτων. Στο εσωτερικό του χειριστηρίου της κίνησης ο/η χρήστης μπορεί να κάνει τις ακόλουθες επιλογές, μετρήσεις και χειρισμούς:

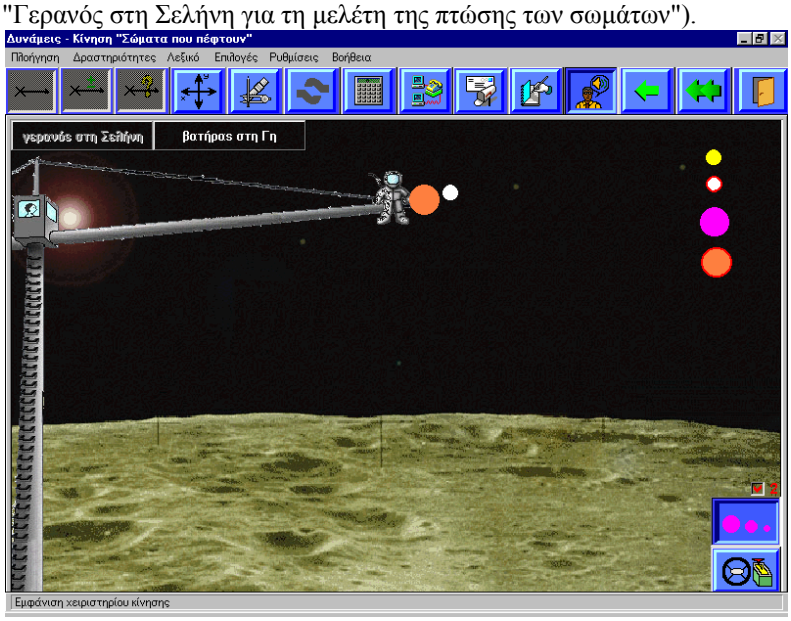
- ❖ να θέσει σε κίνηση τα σώματα, να τα σταματήσει ή να 'παγώσει' την κίνησή τους και να τα επαναφέρει στην αρχική τους θέση,
- ❖ να μετρήσει το χρόνο της κίνησης (χρονόμετρο),
- ❖ να μετρήσει τη στιγμιαία ταχύτητα (ταχύμετρο),
- ❖ να μετρήσει το διάστημα που διένυσε το αντικείμενο κατά την πτώση του (διαστημόμετρο),
- ❖ να επιλέξει να γίνει η πτώση μέσα στον αέρα ή σε κενό, δίχως αντίσταση αέρα (σε κάθε περίπτωση μετράται η δύναμη της αντίστασης του αέρα σε ειδικό παράθυρο),
- ❖ να ρυθμίσει το ύψος της εξέδρας από όπου θα πέσουν τα σώματα: η ρύθμιση γίνεται με τρόπο συνεχή, δηλαδή η εξέδρα μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε ύψος πάνω από το έδαφος, από 1 έως 100 μέτρα,
- ❖ να ρυθμίσει το βάρος και τη μάζα του ή των σωμάτων που πέφτουν,
- ❖ να επιλέξει να εμφανιστούν τα ίχνη της κίνησης και το χρόνο ανάμεσα στα ίχνη,
- ❖ να επιλέξει να εμφανιστούν τα διαγράμματα της επιτάχυνσης, της ταχύτητας και του διαστήματος συναρτήσει του χρόνου,
- ❖ να εμφανιστούν πάνω στα σώματα τα διανύσματα της ταχύτητας, της επιτάχυνσης ή και της δύναμης που ενεργεί πάνω στο ή τα σώματα κατά την πτώση τους: αυτό γίνεται με 'πάγωμα' της κίνησης σε ένα σημείο.

Στόχος της χρήσης του σεναρίου είναι η μύηση των παιδιών στην έννοια του βάρους και η αντιμετώπιση των γνωστικών τους δυσκολιών σχετικά με το βάρος και την πτώση των σωμάτων στη Γη και στη Σελήνη, στον αέρα ή στο κενό.

Στην πρώτη δραστηριότητα τα παιδιά καλούνται αρχικά να επιλέξουν δύο σώματα που να έχουν ίδια μάζα αλλά διαφορετικό μέγεθος και να τα τοποθετήσουν στην εξέδρα (πάνω στη Γη). Αφού ανεβάσουν την εξέδρα σε κάποιο ύψος πρέπει να αφήσουν τα σώματα να πέσουν χρησιμοποιώντας το χειριστήριο της κίνησης και να γράψουν τις παρατηρήσεις τους. Κατόπιν οι μαθητές/ριες καλούνται να επαναλάβουν την κίνηση και, παγώνοντάς την σε μερικές θέσεις, να επιλέξουν την «εμφάνιση δυνάμεων» ώστε να παρατηρήσουν τις δυνάμεις που ασκούνται στο καθένα. Καλούνται να γράψουν τις παρατηρήσεις τους και να πειραματιστούν και με άλλα σώματα.

Το μέρος αυτό της πρώτης δραστηριότητας προσφέρεται για τη μελέτη της πτώσης σωμάτων στον αέρα (στη Γη) και για μια πρώτη κατανόηση του ρόλου της αντίστασης του αέρα. Για παράδειγμα, οι μαθητές/ριες επιλέγοντας ένα μικρό και ένα μεγάλο σώμα ίδιας μάζας που ξεκινούν να πέφτουν ταυτόχρονα από την εξέδρα παρατηρούν στην οθόνη ότι το μικρότερο φθάνει γρηγορότερα στο έδαφος. Το γεγονός αυτό τους/ις επιτρέπει να συμπεράνουν ότι η ταχύτητα

πτώσης επηρεάζεται από το μέγεθος του σώματος. Επίσης μπορούν να επιλέξουν δύο σώματα ίδιου μεγέθους αλλά διαφορετικής μάζας ή βάρους (μπάλα από σίδερο, από ξύλο ή μπαλόνι) και να παρατηρήσουν την πτώση τους από το ίδιο ύψος. Στην οθόνη μπορούν και πάλι να παρατηρήσουν τις διαφορές στην ταχύτητα πτώσης των σωμάτων. Με αφορμή την πτώση του μπαλονιού, μπορεί ο/η καθηγητής/ρια, αν το κρίνει σκόπιμο, να προκαλέσει συζήτηση για την πτώση σωμάτων με οριακή ταχύτητα, όταν δηλαδή η αντίσταση του αέρα εξισώνεται με το βάρος του σώματος. Το πρόγραμμα επιτρέπει την εμφάνιση των δυνάμεων που ασκούνται στα σώματα που πέφτουν, δηλαδή του βάρους και της αντίστασης του αέρα. Στη συνέχεια προτείνεται στους/ις μαθητές/ριες να μεταφερθούν στο περιβάλλον της Σελήνης, όπου δεν υπάρχει ατμοσφαιρικός αέρας και έτσι η πτώση των σωμάτων γίνεται στο κενό. Τα σώματα στη Σελήνη έχουν λιγότερο βάρος (περίπου το 1/6 του βάρους τους στη Γη). Καλούνται να επιλέξουν τα ίδια δύο σώματα (με ίδια μάζα αλλά διαφορετικό μέγεθος) και να τα τοποθετήσουν στον αστροναύτη πάνω στο γερανό που εμφανίζεται στην οθόνη (βλ δεξιά, Εικόνα 2 "Γερανός στη Σελήνη για τη μελέτη της πτώσης των σωμάτων").



Χρησιμοποιώντας το χειριστήριο της κίνησης ανεβάζουν το γερανό σε κάποιο ύψος και αφήνουν τα σώματα να πέσουν. Παρατηρούν την πτώση των σωμάτων και γράφουν τις παρατηρήσεις τους. Στη συνέχεια επαναλαμβάνουν την κίνηση και παγώνοντάς την σε μερικές θέσεις, καλούνται να επιλέξουν «εμφάνιση δυνάμεων» ώστε να παρατηρήσουν τις δυνάμεις που ασκούνται στο καθένα. Παρατηρούν, γράφουν τις παρατηρήσεις τους και καλούνται να πειραματιστούν και με άλλα σώματα.

Το μέρος αυτό της πρώτης δραστηριότητας προσφέρεται για τη μελέτη της πτώσης σωμάτων στο κενό (στη Σελήνη). Επαναλαμβάνοντας στη Σελήνη τα παραδείγματα πτώσης σωμάτων που αναφέρθηκαν προηγουμένως, οι μαθητές/ριες μπορούν να διαπιστώσουν ότι στη Σελήνη, δηλαδή στο κενό, όλα τα σώματα πέφτουν ταυτόχρονα, ανεξάρτητα από το μέγεθος ή το βάρος τους. Με την εμφάνιση των δυνάμεων που ασκούνται στα σώματα που πέφτουν φαίνεται ότι σε κάθε περίπτωση ασκείται μόνο μια δύναμη, το βάρος τους. Η δραστηριότητα αυτή απαντά και στην παρανόηση που έχουν αρκετοί/ές μαθητές/ριες, σύμφωνα με την οποία στο κενό δεν ασκούνται δυνάμεις ή ότι τα σώματα δεν έχουν βάρος.

Με τη δεύτερη δραστηριότητα οι μαθητές/ριες καλούνται να επιλέξουν τη σιδερένια μπάλα (5kg) και να την τοποθετήσουν στην εξέδρα (πάνω στη Γη). Χρησιμοποιώντας το χειριστήριο κίνησης «αφαιρούν» την ατμόσφαιρα από τη Γη και αφήνουν τη μπάλα να πέσει από κάποιο ύψος προς στο έδαφος. Σημειώνουν σε ένα πίνακα το ύψος, το χρόνο πτώσης και την ταχύτητα με την οποία φτάνει η μπάλα στη θάλασσα. Επαναλαμβάνουν τα ίδια για το μπαλόνι (0,2 kg). Στη συνέχεια, με τη βοήθεια ενός πίνακα που συμπληρώνουν με τα στοιχεία αυτά, υπολογίζουν την επιτάχυνση της πτώσης κάθε σώματος, συμπληρώνουν ένα δεύτερο πίνακα, σημειώνουν τις παρατηρήσεις τους και τις σχολιάζουν.

Με τη δραστηριότητα αυτή προτείνεται μια ποσοτική προσέγγιση της πτώσης των σωμάτων στο κενό μέσα από τη μέτρηση μεγεθών όπως εμφανίζονται στο χειριστήριο κίνησης του σεναρίου και τον υπολογισμό της επιτάχυνσης του πεδίου βαρύτητας (κοντά στην επιφάνεια της Γης). Αφού συμπληρωθούν τα δεδομένα που αφορούν στο ύψος πτώσης, στο χρόνο πτώσης και στην τελική ταχύτητα για δύο σώματα με διαφορετική μάζα (σιδερένια μπάλα και μπαλόνι), οι μαθητές/ριες καλούνται να υπολογίσουν τις επιταχύνσεις των δύο σωμάτων, με τη βοήθεια των τύπων που περιγράφουν την ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση (χωρίς αρχική ταχύτητα). Από τους υπολογισμούς προκύπτει ότι η επιτάχυνση είναι η ίδια και για τα δύο σώματα. Αν ο/η καθηγητής/ρια το κρίνει σκόπιμο, μπορεί να ζητήσει να επαναλάβουν τις ίδιες μετρήσεις και τους ίδιους υπολογισμούς για την πτώση των δύο αυτών σωμάτων στη Σελήνη και, αφού προσδιορίσουν την επιτάχυνση της πτώσης στη Σελήνη, να τη συγκρίνουν με αυτή στη Γη.

Οι δραστηριότητες που προτείνονται σε σχέση με το σενάριο αυτό αποσκοπούν στο να βοηθήσουν τους/ις μαθητές/ριες να εκφράσουν τις παρανοήσεις που πιθανώς έχουν για την πτώση των σωμάτων και στη συνέχεια να βελτιώσουν τις αντιλήψεις τους. Για το σκοπό αυτό ο/η εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει από τους/ις μαθητές/ριες να κάνουν προβλέψεις και στη συνέχεια, αφού πραγματοποιήσουν τις δραστηριότητες, να διαπιστώσουν αν οι προβλέψεις τους ήταν σωστές ή λανθασμένες. Η συζήτηση που θα ακολουθήσει μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση των ιδεών των μαθητών/ριών.

Σενάριο «Μακριά από τη Γη»

Το σκηνικό δείχνει τη Γη στο διάστημα. Ένας πύραυλος μπορεί να τοποθετήσει ένα από τα σώματα που προτείνονται σε κάποιο σημείο στο διάστημα, σε αρκετή απόσταση από τη Γη, χωρίς να του προσδώσει κάποια ταχύτητα.

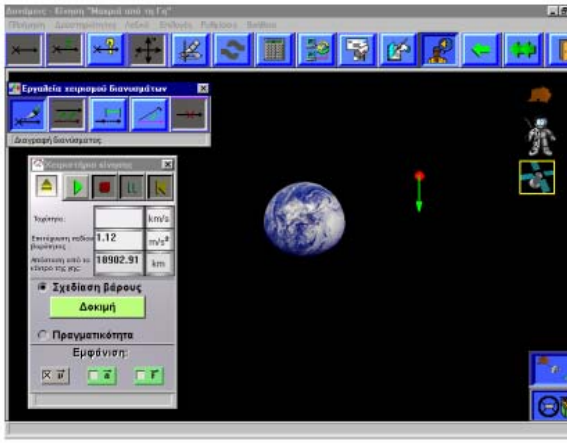
Στους/ις μαθητές/ριες εξηγείται ότι η γαλάζια σφαίρα στην οθόνη είναι η Γη όπως θα την έβλεπαν από μεγάλη απόσταση και ότι το γαλάζιο χρώμα προέρχεται από την διάχυση που παθαίνει το φως του ήλιου περνώντας μέσα από το στρώμα της ατμόσφαιρας που την περιβάλλει. Τους/ις προτείνεται να επιλέξουν ένα σώμα, πιέζοντας στον ειδικό διακόπτη στο δεξί κάτω μέρος της οθόνης ώστε να εμφανιστούν τα σώματα. και σύροντάς το με το ποντίκι να το αφήσουν στη θέση στην οποία θέλουν να το μεταφέρει ο πύραυλος. Το σώμα αφήνεται από τη θέση αυτή χωρίς αρχική ταχύτητα. Προβλέπουν τι θα συμβεί και σχεδιάζουν τις δυνάμεις που ασκούνται επάνω του και να πειραματιστούν με διαφορετικές θέσεις του σώματος.

Οι μαθητές/ριες καλούνται να προβλέψουν τι θα συμβεί, αν δηλαδή το σώμα θα μείνει ακίνητο ή τι είδους κίνηση θα κάνει. Τους ζητείται ακόμα να σχεδιάσουν τις δυνάμεις που ασκούνται επάνω στο σώμα, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Σχεδίαση δυνάμεων» του χειριστηρίου κίνησης. Τους/ις προτείνεται να δοκιμάσουν την πρόβλεψή τους και να την επαληθεύσουν ως εξής: Πιέζοντας το πλήκτρο 'Δοκιμή' μπορούν να δουν τις συνέπειες των επιλογών τους στην μεταβολή της κίνησης του σώματος, ενώ πιέζοντας το πλήκτρο 'Πραγματικότητα' μπορούν να διαπιστώσουν πώς περιγράφεται η κατάσταση από επιστημονική άποψη. Η δυνατότητα αυτή ενσωματώθηκε στο σενάριο, για να δώσει στους/ις μαθητές/ριες την ευκαιρία να διαπιστώσουν τα αποτελέσματα των επιλογών τους που απορρέουν από τις ιδέες και αντιλήψεις που έχουν αναπτύξει για το θέμα. Ειδικά η επιλογή 'Δοκιμή' είναι εντελώς ανάλογη με την επιλογή 'Run My Model' που αναπτύχθηκε από τους Hennessy, Twigger και συνεργάτες -μεταξύ των οποίων και η R. Driver- (1995), προκειμένου να δώσουν ακριβώς τη δυνατότητα αυτή στα παιδιά: να διαπιστώσουν πώς μεταφράζονται στην πράξη τα αποτελέσματα των επιλογών τους σχετικά με τις δυνάμεις που ενεργούν στα σώματα και πώς οι δυνάμεις αυτές μεταβάλλουν την κίνηση των σωμάτων.

Στις Εικόνες 3 και 4 φαίνονται οι οθόνες που αντιστοιχούν σε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις της ίδιας κατάστασης. Στην Εικόνα 3 (κάτω) φαίνεται μια πιθανή σχεδίαση από μαθητή/ρια του βάρους του σώματος όταν είναι μακριά από τη Γη, οπότε η ενεργοποίηση της επιλογής 'Δοκιμή' δείχνει κίνηση σύμφωνα με τη δύναμη αυτή κατακόρυφα προς τα κάτω και όχι προς το κέντρο της Γης.

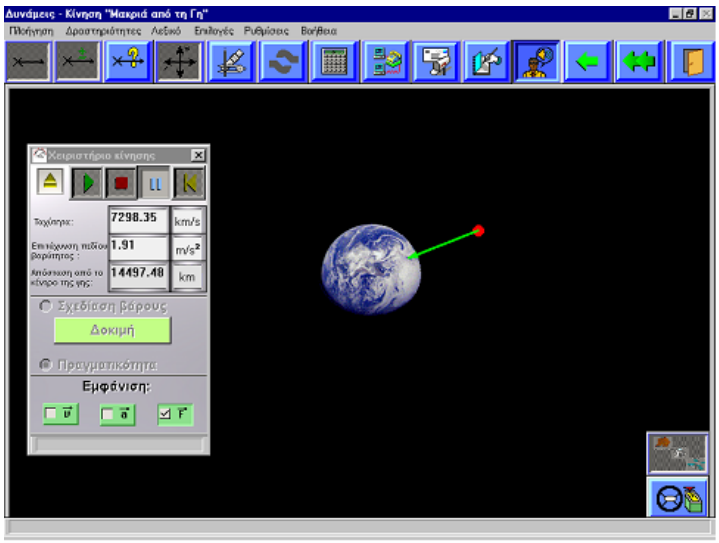
Στην Εικόνα 4 φαίνεται η σωστή σχεδίαση του βάρους και η προσομοίωση της κίνησης προς το κέντρο της Γης όπως γίνεται στην πραγματικότητα, σύμφωνα με το επιστημονικό μοντέλο.

Η δραστηριότητα αυτή δίνει στους/ις μαθητές/ριες την ευκαιρία να εκφράσουν και να τροποποιήσουν τις ιδέες τους για τη διεύθυνση της κατακόρυφης, και τούτο διότι όπως προαναφέρθηκε αρκετά παιδιά θεωρούν την κατακόρυφη ως μια διεύθυνση κάθετη στην επιφάνεια της Γης, η οποία υποτίθεται ότι είναι οριζόντια.



Εικόνα 3. Λανθασμένη σχεδίαση του βάρους ενός σώματος και δοκιμή της κίνησης στο σενάριο «Μακριά από τη Γη»

Με τη δραστηριότητα αυτή δίνεται επίσης η δυνατότητα στον/ην καθηγητή/ρια να γνωρίσει τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών του/ης για το ζήτημα αυτό και να συζητήσει τις διαφορές ανάμεσα στις αντιλήψεις αυτές και στην επιστημονική άποψη. Η προσομοίωση αυτή, δίνει ακόμα πληροφορίες για τον τρόπο που μεταβάλλεται το βαρυτικό πεδίο της Γης, καθώς δίνει την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας σε διάφορες αποστάσεις από τη Γη.



Εικόνα 4. Το βάρος και η πτώση ενός σώματος μακριά από τη Γη όπως είναι στην πραγματικότητα

Η συζήτηση στην τάξη, παράλληλα με την επίδειξη ή ατομική χρήση του λογισμικού από τους/ις μαθητές/ριες, μπορεί να τους/ις βοηθήσει να σχηματίσουν μια πιο σωστή αντίληψη για την κατακόρυφη, για το βάρος ενός σώματος, που έχει πάντα κατεύθυνση προς το κέντρο της Γης, και για το βάρος που έχει το σώμα κοντά σε ένα οποιοδήποτε πλανήτη, που έχει κατεύθυνση προς το κέντρο του και επηρεάζεται από την ένταση του βαρυτικού πεδίου στην περιοχή του πλανήτη.

Βιβλιογραφία

Hennessy, S., Twigger, D., Driver, R., O'Shea, T., O'Malley, C., Byard, M, Draper, S., Hartley, R., Mohamed, R., and Scanlon, E. (1995). Design of a computer-augmented curriculum for mechanics. *International Journal of Science Education, 17*(1), 75-92.

Mayer, M. (1987). Common sense knowledge versus scientific knowledge: the case of pressure, weight and gravity. In *Proceedings of the 2nd International Seminar on Misconceptions and Education, Ithaca University*, 298-310.

Nussbaum, (1985/93). Η σωματιδιακή φύση της ύλης στην αέρια κατάσταση. Στο R.Driver, E.Guesne, A.Tiberghien (εκδ.) *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Τροχαλία, ΕΕΦ.

Ogborn, J., Bliss, J. (1990). A psycho-logic of motion, *European Journal of Psychology of Education, special issue*, 379-390.

Σολομωνίδου, Χ., Σταυρίδου, Ε., Χρηστίδης, Θ. (1997). Η ιστορία των ιδεών και οι μαθησιακές δυσκολίες σε σχέση με τη δύναμη και την κίνηση ως οδηγός για τη διδακτική αξιοποίηση του λογισμικού Interactive Physics, *Παιδαγωγική Επιθεώρηση, 26*, 75-112.

Whitelock, D. (1991). Investigating a model of common sense thinking about causes of motion with 7 to 16-year-old pupils. *International Journal of Science Education, 13*(3), 321-340.