

## «Μηχανές με γρανάζια στην Κίνα: Διδάσκοντας παράλληλα Ιστορία, Φυσική και Πληροφορική»

Αραμπατζής Γεώργιος<sup>1</sup>, Μαργαρού Ελένη<sup>2</sup>, Κανάκης Κωνσταντίνος<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Καθηγητής Πληροφορικής, Πειραματικό Γενικό Λύκειο Πανεπιστημίου Μακεδονίας

[arabatzis4@gmail.com](mailto:arabatzis4@gmail.com)

<sup>2</sup> Φιλολόγος, Πειραματικό Γενικό Λύκειο Πανεπιστημίου Μακεδονίας

[eleni.margarou@gmail.com](mailto:eleni.margarou@gmail.com)

<sup>3</sup> Φυσικός, Πειραματικό Γενικό Λύκειο Πανεπιστημίου Μακεδονίας

[kkanakis@sch.gr](mailto:kkanakis@sch.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εισήγηση περιγράφει μία διδακτική πρακτική με την οποία προσεγγίζονται διεπιστημονικά η Ιστορία, η Φυσική και η Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ, ώστε να υπηρετηθούν με τρόπο ελκυστικότερο και ουσιαστικότερο μαθησιακοί τους στόχοι, αλλά και να εισαχθούν βιωματικά οι μαθητές/-τριες στην Ιστορία των Επιστημών και της Τεχνολογίας. Η πρακτική επικεντρώνεται στην ιστορία της μεσαιωνικής Κίνας και τη συμβολή του γραναζιού στην εκβιομηχάνισή της και, με την άσκηση στο SketchUp με άρθρωμα το Sketchy Physics και στην τρισδιάστατη σχεδίαση, καταλήγει στην ψηφιακή προσομοίωση σημαντικών στην τεχνολογική εξέλιξη μηχανών. Τα συγκεκριμένα θέματα απαντούν στο ενδιαφέρον των μαθητών/-τριών για τον πολιτισμό της Κίνας, ενώ προσφέρονται για την παράλληλη αξιοποίηση σύγχρονων διδακτικών τεχνικών και ψηφιακών εργαλείων. Η διδακτική εφαρμογή υλοποιήθηκε στη Β' Λυκείου, με τη συνεργατική, βιωματική εμπλοκή των μαθητών/-τριών, ενώ αξιοποιήθηκαν μεθοδολογικά το ανακαλυπτικό μοντέλο μάθησης, η επίλυση προβλήματος και η μέθοδος project. Οι μαθητές είχαν μέσω αυτής την ευκαιρία να αντιληφθούν την επιστήμη ως κοινωνικοπολιτιστικό φαινόμενο και αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης των πολιτισμών, να κατανοήσουν νόμους της Φυσικής, να αξιοποιήσουν ψηφιακά εργαλεία και να συνειδητοποιήσουν τη συμβολή των ΤΠΕ στην προσπάθεια για κατάκτηση γνώσης. Τέλος, κατέκτησαν τη μεταγνώση της ερευνητικής διαδικασίας και της σύνδεσης του παρόντος με το παρελθόν των επιστημών.

**ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:** Μεσαιωνική Κίνα, Ιστορία Επιστημών, Φυσική, γρανάζι, Sketchy Physics.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΣΚΕΠΤΙΚΟ

Στην προτεινόμενη διδακτική πρακτική επιχειρείται η διαθεματική/ διεπιστημονική προσέγγιση των μαθημάτων της Εισαγωγής στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ, της Φυσικής και της Ιστορίας, ώστε να υπηρετηθούν με τρόπο πιο ελκυστικό και ουσιαστικότερο οι μαθησιακοί στόχοι των συγκεκριμένων γνωστικών αντικειμένων, αλλά και να εισαχθούν βιωματικά οι μαθητές/-τριες στη Ιστορία των Επιστημών και της Τεχνολογίας. Η πρακτική επικεντρώνεται στην ιστορία της Κίνας των 10<sup>ου</sup>-12<sup>ου</sup> αι. Κ.Ε και τη συμβολή των

γρاناζιών στην εκβιομηχάνισή της και, με την άσκηση στο SketchUp με άρθρωμα το Sketchy Physics και στην τρισδιάστατη σχεδίαση, καταλήγει στην ψηφιακή προσομοίωση μηχανών που έπαιξαν σημαντικό ρόλο στις απαρχές της τεχνολογικής εξέλιξης.

Αφορμή για τον συγκεκριμένο σχεδιασμό αποτέλεσε η διαπίστωση ότι η διδασκαλία επιστημών όπως η ιστορία και η φυσική ως μαθημάτων Γενικής Παιδείας αποτελεί πλέον διαρκή πρόκληση στη βαθμίδα του Λυκείου, καθώς οι μαθητές/-τριες εντάσσονται από πολύ νωρίς στη διαδικασία προετοιμασίας για την εισαγωγή τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η Ιστορία, ειδικότερα, συνήθως αντιμετωπίζεται από αυτούς/-ές ως υλικό απομνημόνευσης που αφορά μόνον τις σχολικές διαδικασίες αξιολόγησης. Για τους ίδιους λόγους, η ενασχόληση με τις Φυσικές Επιστήμες θεωρείται ότι αφορά μόνον τους υποψηφίους του Θετικού Προσανατολισμού και υπηρετεί τους ίδιους στόχους, με αποτέλεσμα να στερούνται οι μαθητές/-τριες τη χαρά της αυτόνομης έρευνας και της βιωματικής, με πρακτικές προεκτάσεις, μάθησης. Τα δύο αντικείμενα αντιμετωπίζονται, επιπλέον, ως απολύτως διακριτοί τομείς γνώσης που αφορούν συγκεκριμένους Προσανατολισμούς σπουδών. Με δεδομένο ότι οι μαθητές/-τριές μας ζουν σε ένα περιβάλλον όλο και εντονότερα ψηφιακό και ότι οι Νέες Τεχνολογίες κεντρίζουν σε μεγάλο βαθμό το ενδιαφέρον τους, επιχειρήθηκε η σύνδεση των δύο παραπάνω μαθημάτων και η βιωματική προσέγγισή τους με τη βοήθεια ψηφιακών εργαλείων. Άλλωστε, η αξία της Υπολογιστικής Υποστήριξης της Διδασκαλίας και της Μάθησης (Κόμης, 2004) έχει πολλές φορές αναδειχθεί σε ποικίλες διδακτικές προτάσεις και εφαρμογές (Ράπτης & Ράπτη, 2004; Μικρόπουλος, 2006; Επιμορφωτικό υλικό, 2013; Φωτόδεντρο). Με τον τρόπο αυτό, επιπλέον, δόθηκε στους μαθητές/-τριες η ευκαιρία άσκησης σε ψηφιακά εργαλεία προσομοίωσης και σχεδίασης.

Στην ουσία, η προσπάθεια προσέγγισης της επιστήμης ως κοινωνικού και πολιτισμικού φαινομένου και η μελέτη της ιστορίας της υπό το πρίσμα των χωρικών, χρονικών και πολιτισμικών ιδιαιτεροτήτων που διαμόρφωσαν την κοινωνική λειτουργία της (Γαβρόγλου, 2011), η διερεύνηση της ανθρωπίνης, πολιτισμικής και ιστορικής διάστασης των επιστημών, εμπίπτουν στον χώρο της Ιστορίας των Επιστημών (Μανιάτη, 2011). Άγνωστο εν πολλοίς πεδίο, η Ιστορία των Επιστημών κερδίζει το ενδιαφέρον διεθνώς (Γαβρόγλου, 2011), θεωρείται σημαντική στην προσπάθεια να εξετασθεί η επιστήμη "ως πολιτισμικός χώρος με συγκεκριμένη ταυτότητα και πρακτικές", ουσιαστικά όμως δεν αξιοποιείται στη διδακτική πράξη (Μανιάτη, 2011). Στη χώρα μας, η Ιστορία των Επιστημών και της Τεχνολογίας είχε εισαχθεί ως αυτόνομο μάθημα επιλογής στο Πρόγραμμα Σπουδών της Γ' Λυκείου από το Σχολικό Έτος 1999-2000 έως το 2013-2014 καθώς, όπως αναφερόταν στην Εισαγωγή, "αποκτά σήμερα ολοένα και μεγαλύτερη σημασία για τη διδασκαλία και την έρευνα." (Ιστορία των Επιστημών, 1999). Ωστόσο το μάθημα σπανίως επιλεγόταν και πλέον δεν περιλαμβάνεται στο ΑΠΣ.

Στην προσπάθεια, λοιπόν, να γνωρίσουν οι μαθητές/-τριες μια πιο "ανθρωπιστική" διάσταση της επιστήμης και να αποκτήσουν την αίσθηση συμμετοχής σε μία μακρόχρονη επιστημονική παράδοση (Μανιάτη, 2011), η διδακτική πρακτική που περιγράφεται παρακάτω απομόνωσε τη συγκεκριμένη ιστορική περίοδο στην Κίνα και έστρεψε το ενδιαφέρον των μαθητών/-τριών σε χρήσεις και εφαρμογές του γρاناζιού. Τα συγκεκριμένα θέματα επιλέχθηκαν γιατί απαντούν στο τεράστιο ενδιαφέρον των μαθητών/-τριών για τον σημαντικό αλλά άγνωστο εν πολλοίς πολιτισμό της Κίνας, ενώ δίνουν την ευκαιρία να εμπεδωθούν παράλληλα νόμοι της Φυσικής και να αξιοποιηθούν

σύγχρονες διδακτικές τεχνικές και ψηφιακά εργαλεία. Σε ό,τι αφορά τα ερεθίσματα που δίνονται σε καθένα από τα εμπλεκόμενα διδακτικά αντικείμενα ώστε να επιλεγεί η συγκεκριμένη θεματική, αυτά είναι ποικίλα.

Η Ιστορία της Β' Λυκείου επιγράφεται "Ιστορία του Μεσαιωνικού και του Νεότερου Κόσμου (565-1815)", ενώ στην πραγματικότητα περιορίζεται στον ευρωπαϊκό χώρο. Οι μικρές αναφορές στον αραβικό κόσμο και στην ιστορία της αμερικανικής ηπείρου άλλο δεν κάνουν από το να επιβεβαιώνουν τον κανόνα. Οι προκολομβιανοί πολιτισμοί απλώς αναφέρονται, ενώ η ιστορία και ο πολιτισμός της Άπω Ανατολής απουσιάζουν παντελώς, παρότι προκαλούν εξαιρετικά μεγάλο ενδιαφέρον στους/στις μαθητές/-τριες. Έτσι, η εικόνα είναι μερική και αδικεί τις περιοχές του κόσμου που μένουν "σκοτεινές". Για παράδειγμα, όταν στη σ. 61 του σχολικού εγχειριδίου γίνεται λόγος για τη γεωργική επανάσταση και τις συνολικές οικονομικές μεταβολές στη Δυτική Ευρώπη κατά τους 11<sup>ο</sup>-12<sup>ο</sup> αι., αναφέρεται ότι "ο νερόμυλος, του οποίου η χρήση επεκτείνεται στη Δύση, γίνεται πλέον η κύρια πηγή ενέργειας" ενώ "Στα τέλη του 12ου αιώνα προστίθεται ο ανεμόμυλος", αλλά δεν εξηγείται από πού και από ποιους ξεκινούν οι εφευρέσεις αυτές πριν επεκταθούν στη Δύση. Το ίδιο, στη σ. 121, όταν παρουσιάζεται το γεγονός της εφεύρεσης της τυπογραφίας, εάν ωθήσουμε τους μαθητές μας να αναζητήσουν σχετικές πληροφορίες, θα εντοπίσουν αναπόφευκτα τη συμβολή της Κίνας, την οποία συνήθως αγνοούν.

Κατά τους 10<sup>ο</sup>-12<sup>ο</sup> αι. η Κίνα βίωσε ένα είδος "βιομηχανικής επανάστασης". Αφού αποκατέστησε την ενότητα στο μεγαλύτερο μέρος του κράτους, η κυβερνώσα δυναστεία Song αύξησε τη δύναμη του αυτοκράτορα και της παλατιανής γραφειοκρατίας και ενίσχυσε τις πόλεις για λόγους διοικητικούς αλλά και προώθησης της βιομηχανίας και του εμπορίου. Σε αυτές τις συνθήκες, στην Κίνα διαμορφώθηκαν μερικές από τις μεγαλύτερες πόλεις της εποχής, ενώ οι κάτοικοι της χώρας απολάμβαναν ένα κατά κεφαλήν εισόδημα που μέχρι μετά το 1300 ξεπερνούσε κατά πολύ εκείνο των κατοίκων της Δυτικής Ευρώπης. (New World Encyclopedia; The Song dynasty) Ο κρατικός μηχανισμός έπρεπε να παράσχει, λοιπόν, στους υπηκόους του ικανοποιητικές ποσότητες αγαθών σε περιορισμένο χρόνο. Αυτό προϋπέθετε την κατασκευή μηχανών οι οποίες να αξιοποιούν τις κλασσικές πηγές ενέργειας (τρεχούμενο νερό, αιολική ενέργεια, ορυκτό πλούτο), έτσι ώστε να επιταχυνθεί η διαδικασία επεξεργασίας και μεταποίησης των πρώτων υλών. Καθώς δεν είχε ανακαλυφθεί ακόμη το ηλεκτρικό ρεύμα, μόνη λύση για την κατασκευή των μηχανών αυτών και τη βέλτιστη αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού των διαθέσιμων μορφών ενέργειας ήταν η κατασκευή εξελιγμένων εργαλειομηχανών. Στη προσπάθειά τους να σχεδιάσουν τέτοιες μηχανές, οι Κινέζοι αξιοποίησαν και βελτιστοποίησαν τη λειτουργία των γραναζιών.

Τα γρανάζια από την σκοπιά της Φυσικής και της Μηχανολογίας έχουν πολλών ειδών εφαρμογές στη μετάδοση και τη μετατροπή της κίνησης και της ροπής με καθορισμένη σχέση και αποτελούν βασικό εξάρτημα στις περισσότερες μηχανές. Οι μαθητές της Β', με την ολοκλήρωση της ύλης του ΑΠΣ της Α' Λυκείου, γνωρίζουν τους βασικούς νόμους της Μηχανικής. Έτσι μπορούν να κατανοήσουν σε γενικές γραμμές τη λειτουργία των μηχανών και να αναγνωρίσουν τις αρχές και τους νόμους της Φυσικής και πώς αυτοί εφαρμόζονται στη λειτουργία των μηχανισμών με γρανάζια. Στους μηχανισμούς συγκεκριμένα των Κινέζων κατασκευαστών γίνονται φανερές οι μετατροπές της μηχανικής ενέργειας από το ένα είδος στο άλλο (από Δυναμική σε Κινητική και αντίστροφα).

Τόσο στην Ιστορία όσο και στη Φυσική, οι Νέες Τεχνολογίες μπορούν να συμβάλουν ουσιαστικά, καθώς εμπλουτίζουν την εκπαιδευτική διαδικασία, πολλαπλασιάζουν τις δυνατότητες ανάκλησης πληροφοριών, προσφέρουν ένα πεδίο για την ερμηνευτική κατανόηση δεδομένων και φαινομένων (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2011). Στην περίπτωση της Ιστορίας βοηθούν να εμπλουτισθεί η διαδικασία συγκρότησης ιστορικής σκέψης και με γνώση πέραν των δηλωτικών γεγονότων, να προωθηθεί η διαδικαστική ιστορική γνώση, καθώς οι μαθητές εθίζονται στην αναζήτηση πληροφοριών ανάλογα με τις γνώσεις και δυνατότητές τους, εξοικειώνονται με ιστορικές μεθόδους έρευνας, συνειδητοποιούν την ιστορικότητα των ποικίλων ερμηνειών και «συνδέουν κάθε ερμηνεία ή ανακατασκευή του παρελθόντος με συγκεκριμένα χωροχρονικά συμφραζόμενα» (Κάβουρα, 2004, Κόκκινος & Νάκκου, 2006). Από την άλλη μεριά, η Φυσική αποτελεί γνωστικό αντικείμενο στο οποίο αναδεικνύονται ιδιαίτερα οι δυνατότητες των ΤΠΕ, καθώς δίνουν τη δυνατότητα να κατανοηθούν έννοιες και φυσικά μεγέθη που, τις περισσότερες φορές, είναι εκτός του πεδίου αντίληψης στο φυσικό περιβάλλον και στην πειραματική της φύση (Τζιμογιάννης κ.α., 1998; Μικρόπουλος, 2006). Στο ίδιο το αντικείμενο, τέλος, του μαθήματος της Εισαγωγής στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ, εκτός από το δεδομένο ενδιαφέρον και τις προϋπάρχουσες γνώσεις και ψηφιακές δεξιότητες των μαθητών/-τριών, η νοηματοδότηση των δραστηριοτήτων και η ένταξή τους σε ένα ευρύτερο μαθησιακό πλαίσιο που εμπλέκει και άλλα γνωστικά πεδία μπορεί να τους/τις ενεργοποιήσει περαιτέρω και να οδηγήσει σε ουσιαστικότερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Στη διδασκαλία διαπιστώνουμε καθημερινά ότι η εκπαιδευτική τεχνολογία μπορεί να συνδράμει ουσιαστικά στην υλοποίηση της ανακαλυπτικής και αυτοκαθοδηγούμενης μάθησης. Επειδή καμία θεωρία μάθησης δεν είναι τόσο ολοκληρωμένη ώστε να μπορεί ένας εκπαιδευτικός να χρησιμοποιήσει μόνο αυτήν (Μπούσιου κ.α., 2005), συχνά απαιτείται η συνδυαστική εφαρμογή διδακτικών μεθόδων ανάλογα με το διδακτικό αντικείμενο και το επίπεδο των μαθητών. Η χρήση κατάλληλων εργαλείων ΤΠΕ και εφαρμογών στη διαδικασία προσέγγισης αντικειμένων φαινομενικά ασύνδετων δίνει την δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να υπερβεί τις κλασσικές και τυπικές στρατηγικές μάθησης και να συμβάλει στη διαμόρφωση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος κριτικής και δημιουργικής σκέψης, καλλιεργώντας συνθήκες ομαδοσυνεργατικότητας και εποικοδομισμού. Βοηθά ώστε οι μαθητές από παθητικοί δέκτες παγιωμένης γνώσης να μετατραπούν σε ενεργά υποκείμενα που ανακαλύπτουν, ερευνούν, συνεργάζονται, παίρνουν πρωτοβουλίες, οξύνουν την αναλυτική και συνθετική τους ικανότητα, αναπτύσσουν την επικοινωνία και μαθαίνουν να χρησιμοποιούν σύγχρονες μεθόδους και στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων.

### **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

Η διδακτική εφαρμογή που περιγράφεται παρακάτω σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στη Β' Λυκείου. Με γνώμονα τις απορίες και το ενδιαφέρον των ίδιων των μαθητών/-τριών επιλέχθηκε ένα περιφερειακό και όχι κάποιο κύριο θέμα διδακτικών ενοτήτων, η ιστορία -κοινωνικοοικονομική και τεχνολογική- της μεσαιωνικής Κίνας, το οποίο όμως εξυπηρετεί περισσότερο την ανάπτυξη και τον εμπλουτισμό επιστημονικών ζητημάτων (Μανιάτη, 2011). Η μικροϊστορία συμβάλλει, επιπλέον, στο να αναπτύξουν οι μαθητές/-τριες επαγωγική ιστορική σκέψη, ενώ αυξάνει το ενδιαφέρον και τον προβληματισμό τους (ΥΠΕΠΘ, 2006-2007).

Βασικός λόγος που επιλέχθηκε η ιστορία της Φυσικής είναι ότι οι μαθητές στους οποίους απευθύνεται η διδασκαλία διαθέτουν τις απαιτούμενες τεχνικές γνώσεις (γεωμετρίας και κλασικής φυσικής), ώστε να είναι σε θέση να παρακολουθήσουν επιχειρήματα με τεχνικό περιεχόμενο καλύτερα από επιχειρήματα άλλων γνωστικών πεδίων (Ιστορία των Επιστημών, 1999).

Στο μάθημα της Πληροφορικής, ως αντικείμενο και μέσο μάθησης επιλέχθηκε το λογισμικό SketchUp, ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης για εφαρμογές αρχιτεκτονικής σχεδίασης, εσωτερικής σχεδίασης και σχεδίασης μηχανών. Το περιβάλλον του SketchUp βασίζεται σε ένα τρισδιάστατο σύστημα αξόνων στο οποίο γίνεται η σχεδίαση των αντικειμένων. Αυτό όμως που δίνει στο περιβάλλον αυτό ιδιαιτερότητα είναι ότι τα εικονικά εξαρτήματα του Sketchy Physics είναι εμπλουτισμένα με ιδιότητες Νευτώνιας φυσικής, όπως βαρύτητα, κύλιση, ταχύτητα κλπ, καθιστώντας την εικονική κατασκευή να μοιάζει με πραγματική. Το Sketchy Physics επιλέχθηκε, λοιπόν, γιατί δίνει τη δυνατότητα "προσομοίωσης", αναπαράστασης ενός αντικειμένου. Η προσομοίωση στη μαθησιακή διαδικασία θεωρείται ότι "θέτει τον μαθητή σε καταστάσεις παρόμοιες με την πραγματικότητα, που του παρέχουν ανάδραση σε πραγματικό χρόνο για αποφάσεις, δράσεις και ερωτήματα", ενώ ταυτόχρονα του δίνει κίνητρα και τον βοηθά να κατανοήσει τη σχέση ανάμεσα στην εξέλιξη του φαινομένου που προσομοιώνεται και τις επιδράσεις του. Τα δεδομένα οπτικοποιούνται και μελετώνται σε πραγματικό χρόνο, διαδικασία που προϋποθέτει και προωθεί τη διερεύνηση πληροφοριών, τη διατύπωση συλλογισμών, την εξαγωγή συμπερασμάτων, τελικά την ουσιαστικότερη μάθηση. Στο πλαίσιο της ανακαλυπτικής-διερευνητικής μάθησης (Κόμης, 2004), οι μαθητές/-τριες αξιοποιούν τα εργαλεία δυναμικής μοντελοποίησης για να ανακαλύψουν και να εφαρμόσουν αρχές, να αναπτύξουν πνευματικές και τεχνικές δεξιότητες και να οικοδομήσουν γνώση πειραματιζόμενοι και εξασκούμενοι στο κατάλληλο μαθησιακό περιβάλλον (Ράπτης & Ράπτη, 2004; Μικρόπουλος, 2006).

Μεθοδολογικά επιλέχθηκε η διεπιστημονική προσέγγιση, η οποία εξυπηρετεί τους γνωστικούς στόχους καθενός από τα τρία διδακτικά αντικείμενα, αλλά και αναδεικνύει την αλληλεπίδραση των διαφορετικών τομέων γνώσης. Παιδαγωγικά ακολουθείται η εποικοδομητική προσέγγιση, καθώς οι μαθητές, ξεκινώντας από προηγούμενες γνώσεις και παραστάσεις, διερευνούν, αλληλεπιδρούν, αυτενεργούν στο πλαίσιο των λογισμικών και οικοδομούν νέα γνώση μέσω πράξης (Κόμης, 2004; Ράπτης & Ράπτη, 2004; Μικρόπουλος, 2006). Στην προσπάθειά τους να κατακτήσουν γνώση, οι εκπαιδευτικοί τους/τις βοηθούν αναλαμβάνοντας ρόλους διευκολυντών και συντονιστών (Κόμης, 2004).

Στη συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση εφαρμόζεται το πραγματολογικό μοντέλο αξιοποίησης των ΤΠΕ, καθώς οι ΤΠΕ αντιμετωπίζονται ως χωριστό γνωστικό αντικείμενο, αλλά και ως εργαλείο διδασκαλίας για άλλα γνωστικά αντικείμενα (Κόμης, 2004; Μικρόπουλος, 2006). Αξιοποιείται ένα περιβάλλον μάθησης μέσω ανακάλυψης και διερεύνησης και αναπτύσσονται δραστηριότητες που βοηθούν τους/τις μαθητές/-τριες να οικοδομήσουν γνώση σε μία περίπτωση που είναι δύσκολο γι' αυτούς/-ές να έχουν αναπαραστάσεις και εμπειρίες ώστε να δημιουργήσουν νοητικά μοντέλα. Ο υπολογιστής λειτουργεί ως μέσο αναζήτησης πληροφοριών, αλλά και πληροφορικού αλφαριθμητισμού, ως διαμεσολαβητής και πεδίο πρακτικής στη μαθησιακή διαδικασία. (Μικρόπουλος, 2006) Από τη στιγμή μάλιστα που αναζητούνται και αξιοποιούνται εργαλεία που βοηθούν τους μαθητές να

αναπαραστήσουν ένα πρόβλημα, ο πληροφορικός αλφαριθμητισμός δεν προσεγγίζεται τεχνοκρατικά, αλλά οδηγεί στην επικοινωνιακή συμβολή των ΤΠΕ στη μάθηση (Μικρόπουλος, 2006).

Βασικός σκοπός της συγκεκριμένη εφαρμογής ήταν να πάρουν οι μαθητές/-τριες μία γεύση από την Ιστορία των Επιστημών και, ακόμη και εκείνοι/-ες που δεν θα ακολουθήσουν τον Προσανατολισμό Θετικών Σπουδών, να κατακτήσουν κάποιον βαθμό Επιστημονικού Αλφαριθμητισμού (Scientific Literacy).

Ειδικότεροι στόχοι που επιδιώχθηκαν τόσο στα επιμέρους μαθήματα όσο και μέσω της συνδιδασκαλίας τους ήταν:

- Όπως και στο αντίστοιχο μάθημα Ιστορίας της Β' Λυκείου για τη Δυτική Ευρώπη, να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές πώς οι οικονομικές μεταβολές μεταμορφώνουν τη δομή και τη λειτουργία των κοινωνιών μέσα από διαδικασίες αλληλεπίδρασης (ΥΠΕΠΘ, 2006-2007).
- Να γνωρίσουν διαστάσεις του ιστορικού γίνεσθαι που δεν έχουν ποτέ έως τώρα μελετήσει (ΥΠΕΠΘ, 2006-2007).
- Να συνειδητοποιήσουν τη σημασία της "εναλλακτικής ιστορίας" που υπερβαίνει την καταγραφή της πολιτικής-στρατιωτικής ιστορίας και αξιοποιεί πληροφορίες για τη ζωή, τις δραστηριότητες και την κοινωνία της μελετώμενης εποχής (ΥΠΕΠΘ, 2006-2007).
- Να διαμορφώσουν, μέσα από τη μελέτη των επιμέρους πολιτισμών και της συνεισφοράς τους στον παγκόσμιο πολιτισμό, πνεύμα μετριοπάθειας, ανοχής και σεβασμού στο διαφορετικό (ΥΠΕΠΘ, 2006-2007).
- Να αντιληφθούν σε κάποιο βαθμό τη συνεισφορά των Κινέζων στην ιστορία της τεχνολογίας.
- Να αναδειχθεί ότι η ιστορία δεν αποτελεί αντικείμενο περιφερειακό της επιστήμης.
- Να κατανοήσουν ότι οι ερευνητικές διαδρομές περνούν μέσα από κοινωνικοοικονομικά μονοπάτια (Douglas, 1992), ότι χωρικές, χρονικές και πολιτισμικές ιδιαιτερότητες έχουν παίξει σημαντικότερο ρόλο στην κοινωνική λειτουργία της επιστήμης και ότι η επιστήμη συνδέεται άμεσα με όλες τις άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες (Γαβρόγλου, 2011).
- Να αντιμετωπίσουν τα επιτεύγματα της Φυσικής ως το αποτέλεσμα της δράσης πολλών ανθρώπων. Να κατανοήσουν ότι "και την επιστήμη τη δημιουργούν άνθρωποι που ζουν σε κοινωνίες και όχι κάποιοι διανοητικοί μηχανισμοί ανεξάρτητοι από τις εμπειρίες, τις ιδεολογίες, τις πεποιθήσεις και τις επιδιώξεις των ανθρώπων" (Γαβρόγλου, 2011).
- Να κατανοήσουν ότι πολλά πράγματα σχετικά με τη φύση μπορούν να γίνουν κατανοητά με την απλή παρατήρηση, που δεν απαιτεί περίπλοκα όργανα (Ιστορία των Επιστημών, 1999).
- Να καταδειχθεί ότι τα αντικείμενα της Φυσικής έχουν μια παράδοση, όπως και τρόπους εξελικτικής προσαρμογής και αλλαγής.
- Μέσα από την ενασχόληση με μηχανισμούς με γρανάζια, να αναγνωρίσουν τους νόμους και τις αρχές της Φυσικής βάσει των οποίων αυτοί λειτουργούν (κίνηση, μετατροπές ενέργειας, περιστροφική κίνηση, σχέσεις γωνιακής-γραμμικής ταχύτητας στα γρανάζια και στους μηχανισμούς μετάδοσης κίνησης με γρανάζια (για τους μαθητές προσανατολισμού θετικών επιστημών) (learning by doing). Να περάσουν τελικά από το "γιατί" στο "πώς" (science as inquiry).
- Να μάθουν να εκφράζουν τη σχέση μεταξύ γραμμικής και γωνιακής ταχύτητας.

- Να αξιοποιήσουν τις εξισώσεις της κυκλικής κίνησης στην επίλυση απλών εφαρμογών. Να παρουσιάσουν την κυκλική κίνηση μέσω δυναμικών αναπαράστασεων.
- Να γνωρίσουν και να συνειδητοποιήσουν την πρακτική εφαρμογή των νόμων της Φυσικής με συγκεκριμένα παραδείγματα, και την αλληλεπίδραση των εφαρμογών αυτών με τους άλλους τομείς δράσης της ζωής των ανθρώπων (κοινωνικές αλλαγές, τρόποι παραγωγής κλπ.). Να γίνει, γενικά, μια προσπάθεια αλλαγής της αντίληψης που υπάρχει στους περισσότερους μαθητές ότι η Φυσική και οι νόμοι της είναι αφηρημένες έννοιες, που έχουν μικρή σχέση με την καθημερινή ζωή του μέσου ανθρώπου.
- Να συνειδητοποιήσουν ότι η επιστήμη είναι μια σύνθετη διαδικασία που ξεπερνά την επαλήθευση κάποιων αποτελεσμάτων, μία πρακτική, όχι απλώς μία σειρά από προτάσεις και θεωρητικές παραδοχές (Douglas, 1992).
- Να γνωρίσουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και την σχεδιαστική αξιοποίηση πολλαπλών οπτικών γωνιών της τρισδιάστατης σχεδίασης.
- Να κατανοήσουν την αυξανόμενη ανάγκη για εικονική μοντελοποίηση περιβαλλόντων και αντικειμένων, στοιχεία που αναπτύσσονται ραγδαία σε πολλούς τομείς όπου η πληροφορική αποτελεί καινοτόμο αιχμή, από την ιατρική και την μηχανολογία μέχρι την αρχιτεκτονική και τις καλές τέχνες.
- Να αντιμετωπίσουν προκλήσεις στη γεωμετρία, άλγεβρα και τριγωνομετρία και να συνειδητοποιήσουν την πολύτιμη συμβολή πρωθύστερης γνώσης από αντίστοιχα διδακτικά αντικείμενα προηγούμενων ετών στη πράξη.
- Να εξοικειωθούν με τη διαδικασία επίλυσης απλών και συνθετότερων προβλημάτων, αξιοποιώντας την μεθοδολογία της Top Down ανάλυσης προβλημάτων, κατακερματίζοντας αδιέξοδα προβλήματα σε πολύ απλά, αλλά και της μεθόδου Δοκιμής και Λάθους (Trial and Error), βασικών στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων.

#### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**





Η εκπαιδευτική παρέμβαση συναρθρώνεται από τρεις επιμέρους δράσεις. Καταρχάς οι 25 μαθητές/-τριες του τμήματος χωρίστηκαν τυχαία σε τέσσερις (4) ομάδες των έξι/επτά (6/7) ατόμων. Κατόπιν, καθμία από αυτές, με γνώμονα τα ιδιαίτερα ενδιαφέροντα του καθενός, χωρίστηκε ξανά σε τρεις ομάδες των δύο (2) ατόμων, τους Ιστορικούς, τους Φυσικούς και τους Πληροφορικούς. Κάθε ομάδα κατένειμε αρμοδιότητες, οργάνωσε την έρευνά της και κατέγραψε τα ευρήματά της. Οι ομάδες εργάστηκαν παράλληλα στο Εργαστήριο Πληροφορικής, με συνεχή αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών τους, στις ώρες διδασκαλίας του μαθήματος Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των Η/Υ. Η εφαρμογή κατέλαβε συνολικά έξι (6) διδακτικές ώρες και αρκετές ακόμη στο σπίτι. Σε όλη τη διαδικασία, οι διδάσκοντες τα αντίστοιχα αντικείμενα εκπαιδευτικοί λειτούργησαν διευκολυντικά και εμπνευστικά για τους μαθητές/-τριες, σε συνθήκες φθίνουσας καθοδήγησης.

Οι ομάδες των Ιστορικών προσπάθησαν με έρευνα στον Παγκόσμιο Ιστό να αναπλάσουν τη γενικότερη εικόνα της εποχής στην Κίνα των 10<sup>ου</sup>-12<sup>ου</sup> αι. Η μεγαλύτερη δυσκολία για αυτούς ήταν η σπανιότητα έγκυρων διαδικτυακών πηγών για την ιστορία της Κίνας, ενώ δεν τους ήταν προσιτή και σχετική βιβλιογραφία. Αξιοποιώντας τις περισσότερο αξιόπιστες ιστοσελίδες, διερεύνησαν τα ιστορικά χαρακτηριστικά, τις κοινωνικοοικονομικές και πολιτικές συνθήκες και τον πολιτισμό της περιόδου που στην Κίνα κυβέρνησε η δυναστεία των Song, συγκέντρωσαν και αξιολόγησαν πληροφορίες αναγκαίες για τη γνώση και κατανόηση του πολιτισμού της χώρας. Σύμφωνα με τις αυτές,







κατά τη συγκεκριμένη περίοδο στην Κίνα σημειώθηκε μία εντυπωσιακή ανάπτυξη, η οποία προκάλεσε και στη συνέχεια αξιοποίησε μία σειρά από σημαντικές μηχανικές εφευρέσεις με γρανάζια, μεταξύ των οποίων τον κρουστικό νερόμυλο, τον πολλαπλό οριζόντιο μύλο για σπόρους, το υδραυλικό πριόνι και τον υδραυλικό φυσητήρα. Οι μαθητές/-τριες απομόνωσαν τις συγκεκριμένες κατασκευές μεταξύ πολλών άλλων και προσπάθησαν να τις συνδέσουν με τις κοινωνικοπολιτικές συνθήκες της εποχής.

Οι ομάδες των Φυσικών διερεύνησαν το τεχνολογικό αποτύπωμα της εποχής. Οι μαθητές/-τριες αναγνώρισαν τους νόμους και τις αρχές της Φυσικής που διέπουν τη λειτουργία των μηχανών που κατασκεύασαν οι Κινέζοι, την ευθύγραμμη και κυκλική κίνηση, τη γωνιακή και γραμμική ταχύτητα, τη μηχανική ενέργεια (δυναμική-κινητική), τις μετατροπές της μηχανικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, μελέτησαν τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού σε κινητική (περιστροφική), κυρίως στον υδρόμυλο αλλά και σε όλες τις μηχανές, τη μετατροπή της κινητικής (περιστροφικής) ενέργειας σε δυναμική (ανύψωση των σφυριών) και ξανά σε κινητική (πτώση των σφυριών) στον κρουστικό νερόμυλο, τη μεταφορά της κίνησης (περιστροφής) μέσω άξονα (σε όλες τις μηχανές), τη μετάδοση της κίνησης με γρανάζια με τρόπο ώστε να ρυθμίζεται η σχέση μετάδοσης (τα εμπλεκόμενα γρανάζια έχουν ίδιες γραμμικές ταχύτητες αλλά διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες οι οποίες είναι αντιστρόφως ανάλογες των ακτίνων τους στο πριόνι, τον πολλαπλό μύλο, τον φυσητήρα), την αλλαγή της φοράς ή και του επιπέδου περιστροφής με τη βοήθεια των γραναζιών (από αριστερόστροφη σε δεξιόστροφη περιστροφή στο πριόνι, τον πολλαπλό μύλο, τον φυσητήρα, από οριζόντιο σε κατακόρυφο άξονα περιστροφής στον πολλαπλό μύλο), τη μετατροπή του είδους της κίνησης από περιστροφική σε ευθύγραμμη (στο πριόνι και τον φυσητήρα).

Η αποστολή των Πληροφορικών ήταν η πλέον απαιτητική. Αυτοί επικεντρώθηκαν στο γρανάζι ως βασικό στοιχείο της βιομηχανικής ανάπτυξης και με βάση τις πληροφορίες που συγκέντρωσαν οι άλλες δύο ομάδες επιχείρησαν τις εικονικές προσομοιώσεις των μηχανών που στηρίχτηκαν σε αυτό. Ως προς τη μεθοδολογία σχεδίασης, το βασικό σχεδιαστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το SketchUp. Το συγκεκριμένο λογισμικό από το 2000 μέχρι το 2006 υποστηρίχθηκε από την εταιρία Google, ενώ έκτοτε ανήκει στην εταιρία Trimble Navigation. Σε μία (1) εισαγωγική διδακτική ώρα έγινε εκμάθηση του βασικού περιβάλλοντος του SketchUp όσον αφορά τα βασικά σχεδιαστικά του εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται για την τρισδιάστατη αρχιτεκτονική σχεδίαση, τη σχεδίαση χώρου και τοπίων. Το επόμενο βήμα ήταν η ενσωμάτωση του αρθρώματος το οποίο περιέχει την εργαλειοθήκη της μηχανολογικής σχεδίασης, του Sketchy Physics. Το συγκεκριμένο διαθέτει ειδικά εξαρτήματα (Σχήμα 1), με τα οποία μπορούν να συναρμολογηθούν απλές αλλά και συνθετότερες μηχανές.

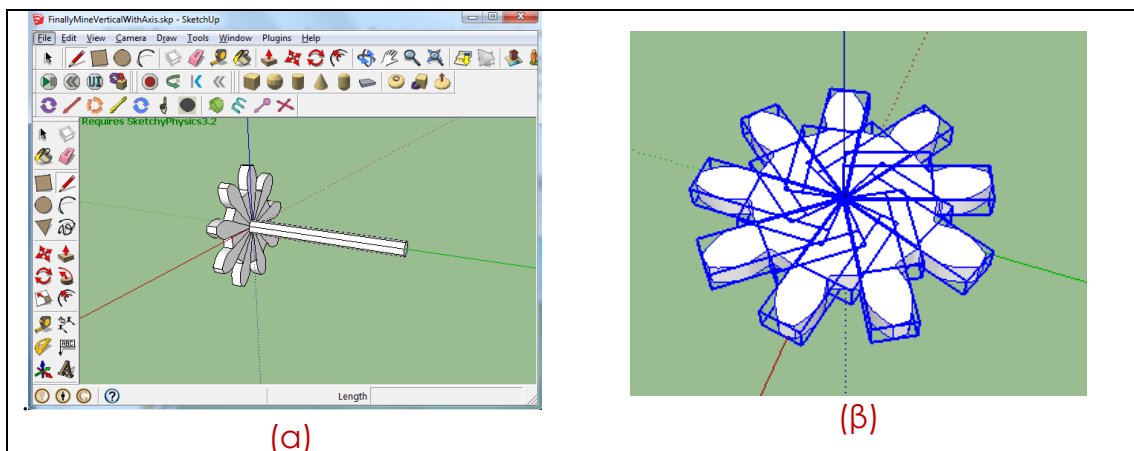
Εργαλείο	Όνομα	Σύντομη Περιγραφή
	Σύνδεσμος	Συμπεριφέρεται ως στροφέας πόρτας (μεντεσές) Κινεί ένα αντικείμενο σαν να είναι επάνω σε ράγες
	Ολισθητήρας	Είναι ελεγχόμενος σύνδεσμος. Χρησιμοποιείται για κίνηση τιμονιών κλπ
	Κινητήρας SERVO	Χρησιμοποιείται για στροφαλοφόρους όπως της ατμομηχανής, των πιστονιών του αυτοκινήτου κλπ
	Πιστόνι	



	Κινητήρας	Περιστρέφεται μαζί με το αντικείμενο που συνδέεται με ελεγχόμενο ρυθμό, βάσει ροοστάτη.
	Βίδα - Καπάκι	Είναι συνδυασμός συνδέσμου και Ολισθητήρα
	Ελατήριο	Επαναφέρει ένα αντικείμενο στην αρχική του θέση
	Σφαιρικός Σύνδεσμος	Επιτρέπει σε ένα αντικείμενο να κινηθεί ελεύθερα γύρω από μια σφαίρα
	Πολυσύνδεσμος	Είναι σαν δύο σύνδεσμοι, σε ορθή γωνία μεταξύ τους
	Γυροσκοπικός Σύνδεσμος	Εάν ένα κουτί συνδεθεί με αυτόν τον σύνδεσμο σε θέση προς τα επάνω δεν θα ανατραπεί ποτέ, γιατί ο κατακόρυφος άξονας είναι κλειδωμένος

**Σχήμα 1:** Εργαλεία του αρθρώματος Sketchy Physics 3.1

Τις ομάδες των Πληροφορικών δεν δυσκόλεψε τόσο το ότι το εγχειρίδιο χρήσης του συγκεκριμένου αρθρώματος υπάρχει μόνο στην αγγλική γλώσσα, όσο το ότι παρέχει ελάχιστη πληροφόρηση, όπως ελάχιστη είναι σε αυτό και η ανάλυση των λειτουργιών των εργαλείων. Οι μαθητές έπρεπε να διεξαγάγουν έρευνα στο διαδίκτυο και σε χώρους συζητήσεων (fora) χρηστών του συγκεκριμένου λογισμικού, ώστε να μπορέσουν να επιλύσουν σχεδιαστικά και λειτουργικά προβλήματα. Για παράδειγμα, ενώ ήταν σχετικά εύκολο να σχεδιαστεί στο σύνολό του το γρανάζι, το βασικό μοντέλο της εργασίας μας (Σχήμα 2α), για να μπορέσει να εμπλακεί με άλλο γρανάζι έπρεπε να σχεδιαστεί κάθε τμήμα του χωριστά και να ενταχθεί σε ομάδα πολλών μικρών κομματιών με ατομικές ανεξάρτητες ιδιότητες το καθένα (Σχήμα 2β).

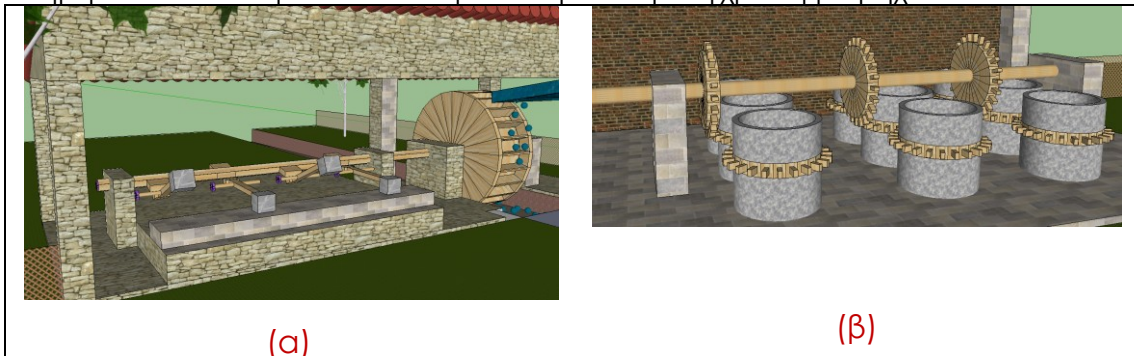


**Σχήμα 2:** Σχεδίαση του τυπικού γραναζιού

Η σχεδίαση στις τρεις διαστάσεις είναι μία πρόκληση από μόνη της, μια και απαιτείται ταυτόχρονη σχεδίαση του αντικειμένου από τρεις διαφορετικές οπτικές γωνίες. Οι μαθητές από προηγούμενη εμπειρία τους ήταν εξοικειωμένοι με τη σχεδίαση στις δύο διαστάσεις. Ωστόσο, η πρόκληση δεν ήταν μόνο σχεδιαστική. Τα μοντέλα έπρεπε να συνδυαστούν και να συναρμολογηθούν με τις σωστές γωνίες, κατευθύνσεις και άξονες, ώστε να μπορούν να περιστρέφονται και να μεταδίδουν την κίνηση με ακρίβεια. Όπως στις περισσότερες φάσεις της σχεδίασης, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Δοκιμής και Λάθους (Trial & Error) σχεδόν σε κάθε βήμα, για να επιλυθούν τα μικρότερα προβλήματα και να οδηγηθούν οι μαθητές/-τριες στα συνθετότερα.

Ακολουθώντας τα ίδια βήματα οι μαθητές/-τριες κατασκεύασαν διάφορες μηχανές, μία ανά ομάδα, κυρίως εργαλειομηχανές που αφορούσαν τη

συγκεκριμένη ιστορική περίοδο και οι οποίες συνετέλεσαν στη βιομηχανοποίηση της Κίνας και την αποτελεσματική παραγωγή και μεταποίηση πρώτων υλών. Τέτοιες ήταν, για παράδειγμα, υδρόμυλοι που χρησιμοποιήθηκαν τόσο για την κονιορτοποίηση δομικών υλικών όπως ασβέστη, πέτρας για την παραγωγή συντρίμματος, αλλά και σιτηρών (Σχήμα 3α). Οι μηχανικοί της εποχής όμως προχώρησαν και σε σύνθετες διατάξεις και κατασκεύασαν συστοιχίες γραναζιών αλλάζοντας κατά 90° την κατεύθυνση της κίνησης, πολλαπλασιάζοντας έτσι το παραγόμενο έργο και θέτοντας τις βάσεις για την εξέλιξη των εργαλειομηχανών (Σχήμα 3β) που οδήγησαν μέχρι τις ατμομηχανές του προηγούμενου αιώνα και την μετάδοση της κίνησης στα σημερινά αυτοκίνητα αλλά και γενικότερα στη σύγχρονη βιομηχανία.



Σχήμα 3: Υδρόμυλοι

Λόγω του περιορισμένου χρόνου εφαρμογής της συγκεκριμένης πρακτικής, δεν υπήρχε η δυνατότητα για περαιτέρω έρευνα στο πεδίο του αντικείμενου. Το ενδιαφέρον όμως όλων των μαθητών/-τριών, όπως αναδείχθηκε στη συμμετοχή τους και στην ποιότητα των εργασιών που ολοκλήρωσαν, ήταν έντονο. Με κριτήριο τα δύο παραπάνω έγινε και η τελική αξιολόγησή τους. Σημαντικό ήταν ότι, ανεξαρτήτως του Προσανατολισμού που έχουν επιλέξει, εξεδήλωσαν την επιθυμία τους να επαναλάβουν παρόμοιες δράσεις στο μέλλον, διατυπώνοντας, μάλιστα, προτάσεις και για άλλα θέματα έρευνας.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως φάνηκε στη φάση συνεργασίας των ομάδων, η περιγραφείσα πρακτική συνέβαλε στο να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές/-τριες πώς η επιστήμη και η κοινωνία διαπλέκονται, ότι η επιστήμη και η τεχνολογία είναι δραστηριότητες από και για αληθινούς ανθρώπους, δημιουργούνται από και αφορούν όλους τους ανθρώπους, ενώ οι ανακαλύψεις και εφευρέσεις προκύπτουν συχνότατα για πρακτικούς λόγους, από την ανάγκη να βελτιώσουμε τα μέσα που διαθέτουμε ή να αντιμετωπίσουμε καθημερινά προβλήματα. Η τοποθέτηση σε συγκεκριμένο χωροχρονικό πλαίσιο, που αξιοποιήθηκε για να τους επιτρέψει να ανακαλύψουν το αυθεντικό πλαίσιο κάποιων εφευρέσεων (Douglas, 1992), φάνηκε ότι λειτούργησε ως ισχυρό κίνητρο για να συγκεντρώσουν ιστορικές πληροφορίες και να αναζητήσουν τους νόμους της φυσικής που εφαρμόστηκαν σε κάθε κατασκευή. Διερευνώντας πώς ασκούνταν η επιστήμη στην μεσαιωνική Κίνα, εντόπισαν συνδέσεις και αντιστοιχίες με άλλους, γνωστούς τους πολιτισμούς. Η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης κατέδειξε ότι παρόμοιες συνθήκες με εκείνες της Δυτικής Ευρώπης, όπως κυρίως η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού, επέβαλαν την αναζήτηση λύσεων για τον πολλαπλασιασμό και τη βελτίωση των προϊόντων σε λιγότερο χρόνο. Βεβαίως, δεν είναι δυνατόν και δεν

επιδιώχθηκε να διεξαχθεί αμιγής ιστορική και κοινωνιολογική έρευνα και να διατυπωθούν συγκεκριμένες αιτιοκρατικές σχέσεις ανάμεσα στα ιστορικά γεγονότα της περιόδου και τις εξελίξεις στην τεχνολογία. Συζητήθηκαν, ωστόσο, σχέσεις αλληλεπίδρασης, συσχετισμοί και συσχετίσεις (Γαβρόγλου, 2011), ώστε να ενθαρρυνθεί μία κριτική στάση των μαθητών/-τριών απέναντι στην Ιστορία των Επιστημών και την Ιστορία εν γένει.

Η προστιθέμενη αξία από την αξιοποίηση των ΤΠΕ σε όλη αυτή την διαδικασία ήταν ότι:

- Με τη χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού δόθηκε η δυνατότητα στους/στις μαθητές/-τριες να σχεδιάσουν και να θέσουν σε λειτουργία μηχανισμούς που θα ήταν πρακτικά αδύνατο να κατασκευάσουν και να καταστήσουν λειτουργικούς στην πραγματικότητα. Με το να ενσωματώσουν τη μάθηση, λοιπόν, σε ρεαλιστικά πλαίσια μετουσίωσαν τις γνώσεις τους σε πρακτική εφαρμογή, ενώ το αποτέλεσμα είχε γι' αυτούς προσωπική νοηματοδότηση και έτσι φάνηκε ότι αισθητοποιήσαν και κατανόησαν βαθύτερα τη λειτουργία των μηχανισμών αυτών.
- Στην προσπάθεια προσομοίωσης των μηχανισμών με γρανάζια, επέδειξαν και βελτίωσαν πρακτικές δεξιότητες σχετικά με τις εφαρμογές των τρόπων κίνησης και μετάδοσης της κίνησης. Επιπλέον, η εκπεφρασμένη επιθυμία τους για σχεδίαση νέων μηχανισμών ή τη βελτίωση υπαρχόντων απέδειξε ότι η συγκεκριμένη διαδικασία προσέφερε ώθηση και διέξοδο στη δημιουργικότητά τους.

Η διδασκαλία της επιστήμης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δεν μπορεί να περιορίζεται στην προετοιμασία των μαθητών που επιλέγουν τον Θετικό Προσανατολισμό. Ζητούμενο θα πρέπει να είναι η διαμόρφωση ενός επιστημονικά ενήμερου πολίτη (Μανιάτη, 2011). Στην προσπάθεια αυτή, γενικεύσεις σχετικά με το πώς λειτουργεί η επιστήμη θα ήταν ανώφελες χωρίς συγκεκριμένα παραδείγματα. Επιπλέον, η προσέγγιση της επιστήμης επιβάλλεται να περιλαμβάνει τις φυσικές και κοινωνικές επιστήμες, τα μαθηματικά και την τεχνολογία, τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τους, καθώς και τις συνδέσεις μεταξύ αυτών και της κοινωνίας (Rutherford, 2001). Σε αυτή κατεύθυνση, όπως αποδείχθηκε με την περιγραφείσα διδακτική πρακτική, μπορεί να οδηγήσει η σύμπραξη διαφορετικών διδακτικών αντικειμένων όπως της Ιστορίας, της Φυσικής και της Πληροφορικής.

#### **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

Γαβρόγλου, Κ. (2011). *Το παρελθόν των Επιστημών ως Ιστορία*, Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Επιμορφωτικό υλικό για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης (2013). *Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών για την Αξιοποίηση και Εφαρμογή των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Πράξη*, Τεύχος 1: Γενικό Μέρος, Γ' Έκδοση. Πάτρα: ΙΤΥΕ, Διεύθυνση Επιμόρφωσης & Πιστοποίησης.

Ιστορία των Επιστημών και της Τεχνολογίας, Γ' τάξη Γενικού Λυκείου, (1999). ΥΠΕΠΘ, ΟΕΔΒ.

Κάββουρα, Θ. (2004). Ιστορικές πηγές και περιβάλλοντα μάθησης Ιστορίας με χρήση Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας. Στο Αγγελάκος Κ., Κόκκινος Γ. (Επιστ. Επιμ.) *Η διαθεματικότητα στο σύγχρονο σχολείο & Η διδασκαλία της Ιστορίας με τη χρήση πηγών*, Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχιμο, 193–211.

Κόκκινος, Γ., Νάκκου, Ει. (2006). Εισαγωγή. Στο Γ. Κόκκινος, Ει. Νάκκου (Επιστ. Επιμ.) *Προσεγγίζοντας την ιστορική εκπαίδευση στις αρχές του 21ου αιώνα*, Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο, 11–25.

Κόμης, Β. (2004). Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών, Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Μανιάτη, Έ. (2011). Ξανασυζητώντας τον ρόλο της Ιστορίας των Επιστημών στην Εκπαίδευση, *Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών Ιστορίας των Επιστημών και της Τεχνολογίας*. Ανακτήθηκε στις 23 Ιανουαρίου 2016 από τη διεύθυνση <http://www.emdiet.gr/wp-content/uploads/2011/07/Maniati.pdf>

Μικρόπουλος, Τ.Α. (2006). Ο υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο. Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.

Μπούσιου, Δ., Γιουβανάκης, Θ., Σαμαρά, Χ. & Ταχματζίδου, Κ. (2003). *Θέματα Μάθησης και Διδακτικής*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2011). Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών στις 8 Π.Σ., 3 Π.Σ.Εξ., 2 Π.Σ.Εισ. Βασικό Επιμορφωτικό Υλικό: Τόμος Α: Γενικό Μέρος, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αρχική Έκδοση Μάιος, 79, 109–129.

Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (2004). *Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της πληροφορικής*. Ολική προσέγγιση, τόμος Α', Αθήνα: Εκδόσεις Αριστοτέλης Ράπτης.

Τζιμογιάννης, Α., Κωσταδήμας, Ε., Μικρόπουλος, Τ.Α. (1998). Διδασκαλία Φυσικής και Υπολογιστές. Μελέτη της συμβολής των προσομοιώσεων στη διδασκαλία της κινηματικής. *1η Πανεπιστημιακή ημερίδα Πληροφορική στην Εκπαίδευση*, Μάιος, Ιωάννινα, 64-78.

Φωτόδεντρο/ε-γλίκo χρηστών. Αποθετήριο Εκπαιδευτικού Υλικού Χρηστών για την Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: <http://photodentro.edu.gr/ugc/>

Douglas, A., (1992). History as a Tool in Science Education, Program in the History of Science, Technology and Medicine University of Minnesota. Originally presented as "Conspicuous History, Clandestine History: A Spectrum of Simulation Strategies," at the *Second International History and Philosophy of Science and Science Teaching Conference*, Kingston, Ontario. Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2016 από τη διεύθυνση <https://www1.umn.edu/ships/tool.htm>

New World Encyclopedia. Song dynast. Ανακτήθηκε στις 16 Φεβρουαρίου 2016 από τη διεύθυνση [http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Song\\_Dynasty](http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Song_Dynasty)

Rutherford, F. J., (2001). Fostering the History of Science in *American Science Education*, *Science & Education* 10, pp. 569–580. Ανακτήθηκε στις 8 Φεβρουαρίου 2016 από τη διεύθυνση <http://www.scienceeducationcore.org/wp-content/uploads/2010/04/Fostering-History-in-Science-Education.pdf>

The Song dynasty in China (960-1279). Topics on Asia for Educators. Ανακτήθηκε στις 16 Φεβρουαρίου 2016 από τη διεύθυνση <http://afe.easia.columbia.edu/song/>