



Καινοτομικό εκπαιδευτικό υλικό για τη διδασκαλία θεμάτων των φυσικών επιστημών στη μέση εκπαίδευση

Γεώργιος Τσαπαρλής – Καθηγητής Διδακτικής Φυσικών Επιστημών – Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Κωνσταντίνος Καμπουράκης – Δρ. Διδακτικής Φυσικών Επιστημών – Διευθυντής 1^{ου} ΓΕΛ Φιλιππιάδας

Η σύγχρονη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες (φ.ε.) της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης απαιτεί διδακτικό/μαθησιακό υλικό που να στοχεύει στην επίτευξη υψηλού επιπέδου επιστημονικού εγγραμματισμού (ΕΑ) στους μαθητές, σύμφωνα με το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας και μάθησης. Το υλικό αυτό πρέπει να υποστηρίζει την ανάπτυξη γνωσιακών και μετα-γνωσιακών στρατηγικών, καθώς και την καλλιέργεια κινήτρων και συναισθηματικών διαθέσεων μέσα σε ένα ενδιαφέρον περιβάλλον και σχετικό με τη μελλοντική ζωή και τα επαγγέλματα.

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Πολλές έρευνες τις τελευταίες δεκαετίες επισημαίνουν με ανησυχία ότι τα εκπαιδευτικά συστήματα σε πολλές δυτικές χώρες καταφέρνουν σε μικρό βαθμό να εκπαιδεύουν επιστημονικά εγγράμματους πολίτες. Φαίνεται ότι πολλή προσοχή δίδεται στη διδασκαλία των θεμελιωδών ή μεγάλων ιδεών της επιστήμης (NRC, 1996), ενώ η προσοχή στη διερευνητική διδασκαλία (enquiry teaching) (NRC, 2000) και την προαγωγή της κατανόησης της φύσης της επιστήμης (nature of science, NOS) είναι ανεπαρκής. Τα προγράμματα σπουδών φαίνεται να μην καθοδηγούνται από τις ανάγκες της κοινωνίας ή τα ενδιαφέροντα των μαθητών.

Δύο διεθνή προγράμματα σχετίζονται με τον ΕΑ:

1. Το Πρόγραμμα για τη Διεθνή Αξιολόγηση των Μαθητών (Program for International Student Assessment, PISA) του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης, ΟΟΣΑ (OECD, 2003, 2006, NCES, 2003, 2005) και
2. Οι Τάσεις στις Μελέτες των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών (Trends in International Mathematics and Science Studies, TIMSS) (NCES, 1999, 2003).

Το TIMSS εστιάζει κυρίως στην ανάκληση διδαγμένης γνώσης. Το PISA τείνει να εστιάσει στην "πρακτική γνώση στη ζωή", δηλαδή: την αναγνώριση των ερωτήσεων ως επιστημονικών, τον προσδιορισμό των σχετικών στοιχείων, την αυστηρή αξιολόγηση των συμπερασμάτων, και τις επιστημονικές ιδέες στην επικοινωνία. Τα ευρήματα από τις διεθνείς έρευνες TIMSS και PISA είναι πολύ απογοητευτικά για πάρα πολλές ανεπτυγμένες χώρες,

αλλά και για πολλές άλλες χώρες, των οποίων τα αποτελέσματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η διδασκαλία των φ.ε. σε αυτές δεν είναι σε καλή κατάσταση.

Ο διαγωνισμός PISA γίνεται κάθε τρία χρόνια και σε αυτόν συμμετέχουν 15χρονοι μαθητές από μέλη και μη μέλη του οργανισμού. Στην τελευταία έρευνα του 2009 συμμετείχαν 4.969 μαθητές από 184 σχολεία της Ελλάδας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του 2009, σε σύνολο 65 χωρών:

- Στα μαθηματικά διατηρήσαμε την ίδια θέση (39η) με τον διαγωνισμό του 2006.
- Στην κατανόηση κειμένου, η Ελλάδα ανέβηκε στην 31η θέση, από την 36η θέση το 2006.

- Στις φ.ε. οι Έλληνες είχαν χειρότερα αποτελέσματα σε σχέση με το 2006, καταλαμβάνοντας τη 40ή θέση με 470 βαθμούς, ενώ το 2006 ήταν 38οι με 473 βαθμούς. Το 2003 ήταν 30οί με 481 βαθμούς. Η μέση επίδοση ήταν 501 βαθμοί. Τις πέντε πρώτες θέσεις κατέλαβαν η Σαγκάη-Κίνα (575 βαθμοί), η Φινλανδία (554 βαθμοί), το Χονγκ Κονγκ-Κίνα (549 βαθμοί), η Σιγκαπούρη (542 βαθμοί) και η Ιαπωνία (539 βαθμοί). Ο Καναδάς συγκέντρωσε 529 βαθμούς, η Αυστραλία 527, η Γερμανία 520, το Ηνωμένο Βασίλειο 514, οι ΗΠΑ 502, η Γαλλία 498 και η Ιταλία 489. Στην ίδια βαθμολογική κλίμακα με τη χώρα μας βρίσκονται η Ρωσία, το Λουξεμβούργο, η Αυστρία. Τη μεγαλύτερη βελτίωση είχαν οι Τουρκία, Πορτογαλία, Κορέα, Ιταλία, Νορβηγία, ΗΠΑ και Πολωνία.

Υπάρχουν πολυάριθμες μαρτυρίες ότι το ενδιαφέρον των μαθητών για τις φ.ε. και τα μαθήματα των φ.ε. μειώνεται κατά τη διάρκεια του σχολείου και ότι η στάση τους απέναντι στις φ.ε. είναι αρνητική (Osborne et al., 2003). Στην Ελλάδα, έρευνες (Τσαπαρλής & Βλάχου, 1987, 1991) έδειξαν τη φτωχή σύνδεση της σχολικής χημείας με την καθημερινή ζωή τόσο στο γυμνάσιο όσο και στο λύκειο, ενώ έχει τονιστεί κατά καιρούς η ανάγκη νέων προγραμμάτων σπουδών και διδακτικών βιβλίων που θα δίνουν έμφαση στη σύνδεση αυτή (Τσαπαρλής, 1988, 1998, 2001, 2005).

Η παραπάνω κατάσταση μπορεί να αποδοθεί σε πολλούς λόγους μεταξύ αυτών είναι ότι οι δάσκαλοι έχουν την τάση να κυριαρχούν στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία, με μαθήματα που εστιάζουν στην παράθεση γνώσεων και που στοχεύουν να αναπαράγουν (τουλάχιστον εν μέρει) στα κεφάλια των μαθητών τη δομή του επιστημονικού αντικειμένου. Ένας άλλος λόγος για την αντιδημοτικότητα των μαθημάτων των φ.ε. έχει να κάνει με τη δυσκολία του αντικειμένου. Πολλά θέματα, ιδιαίτερα στη φυσική και τη χημεία, είναι αφηρημένης φύσεως και δεν προσφέρονται για σύνδεση με τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών. Η μάθησή τους απαιτεί σκέψη σε επίπεδο τυπικής συλλογιστικής.

Τι προσεγγίσεις γίνονται και τι μέτρα λαμβάνονται για να ξεπεραστεί αυτή η αποτυχία;

Για τον πολυδιάστατο ΕΑ για όλους τους μαθητές (Bybee, 1997), προτείνεται ότι υπάρχει ανάγκη μεγαλύτερου βαθμού αυτονομίας των μαθητών, διερευνητικής διδασκαλίας που θα προωθήσει την απόκτηση ικανοτήτων επεξεργασίας, καθώς και προσεγγίσεις προσανατολισμένες προς την κοινωνία και τη ζωή. Προς τούτο πρέπει οι εκπαιδευτικοί να έχουν ικανότητες να διδάξουν υπό αυτή την ευρύτερη προοπτική. Από αυτό προκύπτει η αναγκαιότητα διδακτικού /μαθησιακού υλικού και/ή πηγών που θα ικανοποιούν αυτά τα κριτήρια και θα βοηθούν τον εκπαιδευτικό στην προσπάθειά του να κάνει τη διδασκαλία των φ.ε. πιο σχετική με τη ζωή.

Οι εκπαιδευτικοί των φ.ε. που επιθυμούν να αναλάβουν σοβαρά τον στόχο της επίτευξης υψηλού επιπέδου ΕΑ, και θέλουν τα μαθήματά τους να συμβάλλουν στη γενική παιδεία απελευθερωμένων πολιτών, πρέπει να οργανώσουν προκλητικά περιβάλλοντα μάθησης

σύμφωνα με το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας/μάθησης και να παρέχουν προσεκτική καθοδήγηση στους μαθητές προς την κατεύθυνση αυτο-ελεγχόμενης και προκλητικής μάθησης, τόσο για τη λύση προβλημάτων όσο και για τη λήψη αποφάσεων. Οι προσεγγίσεις αυτές συναντώνται στη βιβλιογραφία υπό τις λέξεις-κλειδιά Science /Technology / Society (STS), Science/Technology/Literacy (STL), Context-oriented and Subject-integrated teaching και, πιο πρόσφατα, Socio-Scientific Issue-based teaching (SSI).

Το πρόγραμμα PARSEL

Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα PARSEL (Popularity And Relevance of Science Education for Scientific Literacy) έχει δημιουργήσει διδακτικό/μαθησιακό υλικό που είναι διαθέσιμο δωρεάν από το Διαδίκτυο και φιλοδοξεί να αντιμετωπίσει τα παραπάνω προβλήματα, εμπλέκοντας ενεργητικά και διερευνητικά τους μαθητές σε θέματα που σχετίζονται άμεσα με τη ζωή τους.

Στο πρόγραμμα συνεργάστηκαν 6 πανεπιστήμια, 2 ερευνητικά ινστιτούτα και 1 διεθνής οργανισμός από 8 ευρωπαϊκές χώρες (μεταξύ αυτών και η Ελλάδα μέσω του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων). Το πρόγραμμα χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (6^ο Πρόγραμμα – Προτεραιότητα στην Επιστήμη και την Κοινωνία) (2006 – Μάρτιος 2009).

Η διεύθυνση του ιστοτόπου του PARSEL είναι: <http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/> και μια σειρά μαθημάτων στα ελληνικά: στον ιστότοπο: <http://www.kodipheet.gr/parsel.php>.

Τα μαθήματα-ενότητες (modules) του PARSEL

Τα μαθήματα-ενότητες (modules) καλύπτουν ένα ευρύτατο φάσμα των φ.ε.: φυσική, χημεία, βιολογία-βιοχημεία, επιστημονική μεθοδολογία και μαθηματικά) και χαρακτηρίζονται από σύνδεση με τη ζωή, το περιβάλλον και από διεπιστημονικότητα. Για την ανάπτυξη τους στην σχολική αίθουσα απαιτείται ατομική και συνεργατική εργασία των μαθητών στο σχολείο και στο σπίτι, με μικρό αριθμό διδακτικών ωρών. Για κάθε μάθημα υπάρχει διδακτικό/μαθησιακό υλικό για το μαθητή, οδηγίες για τον καθηγητή, φύλλο αξιολόγησης και σημειώσεις για τον καθηγητή που αναπτύσσεται η υποκείμενη θεωρία του θέματος καθώς και οι απαντήσεις των ερωτήσεων και των θεμάτων που τίθενται μετά το τέλος κάθε μαθήματος στους μαθητές. Αρκετά μαθήματα έχουν δοκιμαστεί με μαθητές σε διάφορες χώρες και η στάση και το ενδιαφέρον μαθητών ήταν πολύ θετικά. Για μια τέτοια δοκιμή στην Ελλάδα βλ. Νάκου & Τσαπαρλής (2011).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημάνουμε ότι τα μαθήματα του PARSEL προσφέρονται κατεξοχήν για την υλοποίηση των «ερευνητικών» ή «συνθετικών εργασιών» (project) στο πλαίσιο του νέου σχολείου και ιδιαίτερα του νέου λυκείου.

Ενδεικτικά αναφέρουμε τους τίτλους μερικών μαθημάτων.

- ✓ Μπορεί να πέσω θύμα απάτης στην αγορά; Οι ζυγαριές είναι παντού στην αγορά. Είναι η ακρίβεια τους αποδεκτή; Χρησιμοποιούνται με ακρίβεια;
- ✓ Θα προκληθεί κάποια ζημιά αν το αυτοκίνητο κινείται με 60 km / h σε μια πόλη, αντί των 50 km / h που προβλέπεται; Μια σειρά μαθημάτων με ομάδες μαθητών που εφαρμόζουν εργαλεία μοντελοποίησης σε σχέση με την απόσταση του φρεναρίσματος των αυτοκινήτων.

- ✓ Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος για να διατηρήσεις μια μεταλλική γέφυρα; Μια σειρά μαθημάτων για τη σκουριά και τη διάβρωση των μετάλλων .
- ✓ Μήπως χρησιμοποιούμε υπερβολικά τα πλαστικά; Μια ενότητα μαθημάτων πάνω στα θερμοπλαστικά και θερμοσκληραινόμενα πλαστικά και την ανακύκλωσή τους.
- ✓ Χρειάζεστε τη χημεία προκειμένου να γίνεται ένας καλός ορθοπεδικός χειρουργός; Μια σειρά μαθημάτων για την οξειδωση και την αναγωγή.
- ✓ Πώς μπορώ να σχεδιάσω ένα κινητό τηλέφωνο που να είναι ασφαλέστερο στη χρήση. Μια σειρά μαθημάτων στο πλαίσιο επιστήμη-κοινωνία που σχεδιάστηκε βασισμένο στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.
- ✓ Πώς μπορούμε να αποφύγουμε τις απώλειες ενέργειας στο σχολείο μας; Μια σειρά μαθημάτων για τη βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων για την επίλυση ενός προβλήματος που σχετίζεται με τις απώλειες ενέργειας στο σχολείο.
- ✓ Σαμπουάν – υπάρχει αλήθεια πίσω από τις διαφημίσεις; Μια σειρά μαθημάτων για το σαμπουάν, τα συστατικά του και τις περιβαλλοντικές του επιπτώσεις.
- ✓ Σταματήστε το σεξ –υπάρχει υπερπληθυσμός! Μια σειρά μαθημάτων πάνω στην μοντελοποίηση της αύξησης του πληθυσμού.
- ✓ Τι είναι χειρότερο να καπνίζεις τσιγάρο ή ναργιλέ; Μια εργαστηριακή δραστηριότητα που εξετάζει τη χημική δραστηριότητα του καπνίσματος με τσιγάρα και ναργιλέ.
- ✓ Ανάλυση των ειδήσεων εφημερίδων σχετικά με κοινωνικο-επιστημονικά θέματα. Ανάλυση ειδήσεων εφημερίδων/ περιοδικών σχετικά με αμφιλεγόμενα θέματα που σχετίζονται με την επιστήμη την τεχνολογία και το περιβάλλον.
- ✓ Μπορώ να εμπιστευτώ στα μάτια μου; Πώς οι επιστήμονες παρατηρούν. Γιατί η παρατήρηση είναι τόσο σημαντική στην επιστήμη; Εισαγωγή στις βασικές μεθόδους της επιστημονικής εργασίας, στην παρατήρηση και τη περιγραφή.
- ✓ Μπορείς να σχεδιάσεις μια διαφημιστική καμπάνια για το cd της Rihanna. Μια σειρά μαθημάτων πάνω στη μαθηματική μοντελοποίηση.

Οι τίτλοι των ελληνικών ενοτήτων και στοιχεία για το περιεχόμενό τους (εστιάζουν κυρίως σε θέματα χημείας και είναι διαθέσιμες και στα ελληνικά) παρατίθενται ως ένθετα.

Ελπίζουμε ότι το πρόγραμμα PARSEL θα δημιουργήσει μια διαδικτυακή κοινότητα από όσους εργάζονται στο πεδίο ανάπτυξης διδακτικού/μαθησιακού υλικού. Η κοινότητα αυτή, λαμβάνοντας υπόψη τις σύγχρονες φιλοσοφικές θεωρήσεις και προσεγγίσεις για τη διδασκαλία /μάθηση, καλείται να αναπτύξει εναλλακτικό υλικό «βέλτιστων πρακτικών» που να προωθεί το ενδιαφέρον των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες στα σχολεία χωρίς να αποξενώσει τη διδασκαλία από τις προθέσεις των αναλυτικών προγράμματα σπουδών.

Παραπομπές

Νάκου Ε. & Τσαπαρλής Γ. (2011). *Αποτελεσματικά και δημοφιλή μαθήματα και επιστημονικός αλφαριθμητισμός: Η περίπτωση διδακτικών παρεμβάσεων του προγράμματος PARSEL σε θέματα Τεχνολογίας, Περιβάλλοντος και Κοινωνίας (STES).* Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σσ. 604-612. [Κόμβος Διδακτικής Φυσικών Επιστημών (ΚοΔιΦΕΕ): <http://www.kodipheet.gr>]

Τσαπαρλής Γ. (1988). *Χημεία και αυριανοί πολίτες: η χημεία ως μάθημα γενικής παιδείας στο κατώφλι του 21ου αιώνα.* Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Συνεδρίου Χημείας – Χημεία και Εκπαίδευση. Τόμος Α' σσ. 1-6. Θεσσαλονίκη, ΕΕΧ.

Τσαπαρλής Γ. (1998). Χημική Εκπαίδευση 2000: ο κύκλος των χαμένων χημικών (ή της χαμένης χημείας). *Χημικά Χρονικά*, Τεύχος 12, 340-343.

Τσαπαρλής Γ. (2001). Πρώτες και δεύτερες σκέψεις για τη γυμνασιακή χημεία. *Πρακτικά Διημερίδας ΕΔΙΦΕ*, σσ. 93-104. Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόρη.

Τσαπαρλής Γ. (2005). Η χημεία ως μάθημα γενικής παιδείας: χημικός αλφαριθμητισμός και χημική κουλτούρα για όλους. *Χημικά Χρονικά*, Τεύχος 9, 19-21.

Τσαπαρλής, Γ. & Βλάχου, Σ. (1987). Χημεία και ζωή στη μέση εκπαίδευση - Μέρος Α': Χημεία και ζωή στο γυμνάσιο. *Γ. Νέα Παιδεία*, Τεύχος 44, 152-163.

Τσαπαρλής Γ. & Βλάχου Σ. (1991). Χημεία και ζωή στο λύκειο. *Νέα Παιδεία*, Τεύχος 59, 161-174.

Bybee, R. W. (1997). *Toward an understanding of scientific literacy.* In: Gräber, W. & Bolte, C. (Eds.) *Scientific literacy – An international symposium.* Kiel: IPN.

National Research Council [NRC]. (1996). *National Science Education Standards.* Washington, National Academy Press.

National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the national science education standards.* Washington DC: National Academy Press.

National Council for Educational Statistics (NCES) (1999, 2003). <http://nces.ed.gov/timss/>

National Council for Educational Statistics (2003, 2005).

<http://nces.ed.gov/surveys/pisa/faq.asp?FAQType=3>

OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills.* www.pisa.oecd.org/dataoecd/

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). *Attitudes towards science: a review of the literature and its implications.* *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079

Ακολουθούν φωτογραφίες με λεζάντα στην επόμενη σελίδα



Χημεία των αφριστικών μπάνιου

Μια σειρά μαθημάτων για να γνωρίσουν οι μαθητές τη χημεία των αφριστικών μπάνιου ως προϊόντα που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή.



Αλάτι -το καλό, το κακό και το νόστιμο

Μια σειρά μαθημάτων με θέμα το αλάτι, τις ιδιότητες του, τις χρήσεις του και τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Μελετάται η δομή των κρυστάλλων, εισάγεται η έννοια της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των υλικών και του ιοντικού δεσμού.



Χημεία και οδοντόκρεμες

Οι μαθητές μελετούν και μαθαίνουν για τις οδοντόκρεμες, προϊόντα που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή. Ποια είναι η σύνθεση τους, τα συστατικά που χρησιμοποιούνται σ'αυτές καθώς και ο ρόλος / λειτουργία αυτών των συστατικών. Τα διάφορα είδη οδοντόπαστες και η σημασία του τακτικού καθαρισμού και της φροντίδας των δοντιών.



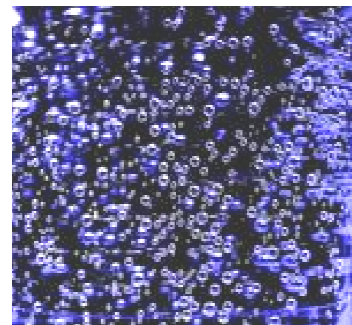
Γάλα -Διατηρήστε το στο ψυγείο

Σε αυτήν τη σειρά μαθημάτων οι μαθητές γνωρίζουν τη σύνθεση και τα διάφορα είδη του γάλακτος. Μελετούν το ρόλο της οξύτητας για την καθίζηση του γάλακτος, καθώς και την επίδραση της θερμοκρασίας στην αύξηση της οξύτητας του γάλακτος. Επιπλέον οι μαθητές προετοιμάζουν γιαούρτι στο σπίτι και γίνεται διάκριση μεταξύ υγιεινών και μη υγιεινών τροφίμων.



Καλλιέργεια φυτών - Έχει το χώμα σημασία;

Μια σειρά μαθημάτων με θέμα τα διάφορα είδη χώματος και την καταλληλότητα τους για την καλλιέργεια φυτών. Οι μαθητές συλλέγουν δείγματα χώματος και τα ταξινομούν, εξετάζοντας την φυσική τους εμφάνιση, την ικανότητα υδατοσυγκράτησης, την ιζηματοπόθεση, και το pH.



Το αέριο που πίνουμε - το διοξείδιο του άνθρακα στα ανθρακούχα αναψυκτικά

Μια σειρά μαθημάτων για το διοξείδιο του άνθρακα, τις ιδιότητες του και την χρήση του στα αναψυκτικά. Μελετάται η διαλυτότητα των αερίων στα υγρά, η πίεση των αερίων, η φυσική και χημική ισορροπία, η χημεία οξέος -βάσης. Οι μαθητές μετρούν τον όγκο του διοξειδίου του άνθρακα που περιέχεται στα αναψυκτικά και καθορίζουν την πίεση που επικρατεί σε ένα κλειστό δοχείο αναψυκτικού.