

# «Επιστημονικός Αλφαριθμητισμός μαθητών Λυκείου: Η περίπτωση διδακτικών παρεμβάσεων του προγράμματος PARSEL σε θέματα Τεχνολογίας, Περιβάλλοντος και Κοινωνίας(STES) Science, Technology, Environment and Society

Ευφροσύνη Νάκου, Γεώργιος Τσαπαρλής  
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, ΔΜΠΣ «Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες /  
Αγροχημεία Περιβάλλοντος», [ershnak@yahoo.gr](mailto:ershnak@yahoo.gr)  
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας, [gtseper@cc.uoi.gr](mailto:gtseper@cc.uoi.gr)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα εφαρμογής σε συνθήκες πραγματικής σχολικής τάξης τεσσάρων ενότητων (modules) του ευρωπαϊκού προγράμματος PARSEL («Επιστημονικός Αλφαριθμητισμός μέσω Δημοφιλών και Σχετικών με τη Ζωή Μαθημάτων Φυσικών Επιστημών»). Οι διδασκαλίες υλοποιήθηκαν σε λύκειο της Νότιας Κέρκυρας, σε δείγμα 38 μαθητών. Οι ενότητες αναφέρονται σε θέματα τεχνολογίας, περιβάλλοντος και κοινωνίας και ήταν οι: (1) Καλλιέργεια των φυτών. Έχει το χώμα σημασία; (2) Γάλα: διατηρήστε το, στο ψυγείο, (3) Ποπ-κορν, ένα σνακ χωρίς λιπαρά, (4) Θα έπρεπε τα φυτικά έλαια να χρησιμοποιούνται ως καύσιμα; (βιοντίζελ). Η αξιολόγηση των εφαρμογών έγινε με βάση τις γνώμες των μαθητών που απάντησαν σε ερωτηματολόγιο 20 ερωτήσεων σε κλίμακα σημαντικής διαφοροποίησης. Η στατιστική επεξεργασία δείχνει ότι σε όλες τις περιπτώσεις η υπεροχή του PARSEL είναι συντριπτική, δείχνοντας ότι το πρόγραμμα μπορεί να επιτύχει τους στόχους του, σημειώνοντας σαφή υπεροχή έναντι των παραδοσιακών διδακτικών προσεγγίσεων και προδιαθέτοντας τους μαθητές θετικά σε όλους τους τομείς, τον γνωστικό, τον συναισθηματικό, τη χρηστικότητα και τη διδακτική μέθοδο.

## ABSTRACT

We present the results of the application to conditions of real school classroom of four modules from the European project PARSEL (Popularity And Relevance of Science Education for scientific Literacy). The applications were carried out in an upper secondary school in the south of the island of Corfu, with a sample of 38 students. They refer to technology, environment and society topics, as follows: (1) Growing plants: does the soil matter? (2) Milk: keep refrigerated (3) Popcorn, a fat free snack (4) Should vegetable oil be used as fuel? (biodiesel). The evaluation of the applications was carried out by collecting students' opinions, who answered a 20-item semantic differential-scale questionnaire. Statistical analysis shows that in all cases there was an overwhelming superiority of PARSEL, demonstrating its capacity to fulfill its aims, being superior to traditional instructional methods, and disposing students favorably with respect to the cognitive and the affective domains, its usability, and the instructional methodology.

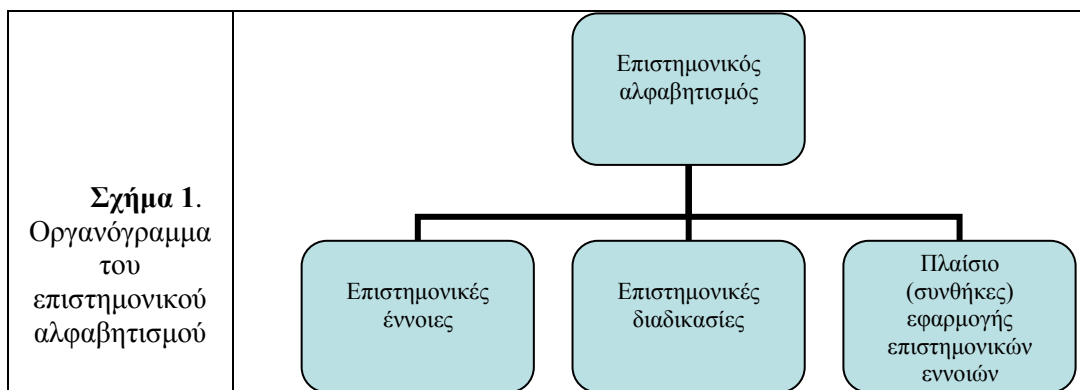
**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Επιστημονικός αλφαριθμητισμός, PARSEL, PISA

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με το διεθνές ερευνητικό πρόγραμμα PISA (Programme for International Students Assessment), του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Αναπτύξεως (ΟΟΣΑ), ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός (ΕΑ) ορίζεται ως εξής (ΟΟΣΑ, PISA, 2005):

“Επιστημονικός αλφαριθμητισμός είναι η ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση, να αναγνωρίζει ερωτήματα και να βγάζει συμπεράσματα που βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα, έτσι ώστε να κατανοεί τον φυσικό κόσμο που τον περιβάλλει και να συμβάλλει στη λήψη των αποφάσεων για τις αλλαγές που η ανθρώπινη δραστηριότητα επιφέρει σε αυτόν”.

Ο ΕΑ αναφέρεται καταρχήν στις επιστημονικές έννοιες αλλά και στις επιστημονικές διαδικασίες. Σημαντικός όμως είναι και ο ρόλος του *συγκεκριμένου ή πλαισίου* (context) δηλαδή οι συνθήκες εφαρμογής των επιστημονικών εννοιών (Σχήμα 1).



Για την αξιολόγηση του ΕΑ των μαθητών χρησιμοποιείται μια θεωρητική κλίμακα της οποίας η ιεραρχία μπορεί να μεταφερθεί εύκολα στους εκπαιδευτικούς σκοπούς (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, A., 2005, 2006). Σύμφωνα με την κλίμακα αυτή, διακρίνουμε τα παρακάτω είδη ΕΑ: (1) *Επιστημονικός αναλφαριθμητισμός* (οι μαθητές δεν μπορούν να απαντήσουν σε μια εύλογη ερώτηση για τις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία). (2) *Ονομαστικός επιστημονικός αλφαριθμητισμός* (οι μαθητές αναγνωρίζουν μεν μια έννοια αλλά έχουν και παρανοήσεις). (3) *Λειτουργικός επιστημονικός αλφαριθμητισμός* (οι μαθητές μπορούν να περιγράψουν μια έννοια σωστά, αλλά έχουν μια περιορισμένη κατανόηση σχετικά με αυτή), (4) *Εννοιολογικός επιστημονικός αλφαριθμητισμός* (οι μαθητές αναπτύσσουν κάποια βασική κατανόηση των κύριων επιστημονικών εννοιών του γνωστικού αντικείμενου). (5) *Πολυδιάστατος επιστημονικός αλφαριθμητισμός* (επεκτείνεται πέρα από τις έννοιες των επιμέρους κλάδων, συνδέοντας την επιστήμη με τη ζωή και περιλαμβάνοντας τις φιλοσοφικές, ιστορικές, και κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας).

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα εφαρμογής σε συνθήκες πραγματικής σχολικής τάξης μερικών ενοτήτων (modules) του ευρωπαϊκού προγράμματος *Popularity And Relevance of Science Education for scientific Literacy* (PARSEL) που στα ελληνικά το αποδίδουμε ως «Επιστημονικός Αλφαριθμητισμός μέσω Δημοφιλών και Σχετικών με τη Ζωή Μαθημάτων Φυσικών Επιστημών». Οι ενότητες που εφαρμόσαμε αναφέρονται σε θέματα συνδεδεμένα με την τεχνολογία, το

περιβάλλον και την κοινωνία (Science, Technology, Environment, and Society, STES).

## **ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ PARSEL**

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

Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα PARSEL έχει δημιουργήσει τέτοιο διδακτικό/μαθησιακό υλικό που είναι διαθέσιμο δωρεάν από το Διαδίκτυο (Τσαπαρλής και Ομάδα PARSEL, 2008). Στο πρόγραμμα συνεργάζονται 6 πανεπιστήμια, 2 ερευνητικά ινστιτούτα και 1 διεθνής οργανισμός από 8 ευρωπαϊκές χώρες (μεταξύ αυτών και η Ελλάδα μέσω του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων).<sup>1</sup> Τα μαθήματα-ενότητες (modules) καλύπτουν ένα ευρύτατο φάσμα των φ.ε. (φυσικής, χημείας, βιολογίας-βιοχημείας, γεωγραφίας και αστρονομίας) και χαρακτηρίζονται από σύνδεση με τη ζωή και το περιβάλλον και από διεπιστημονικότητα. Πιστεύουμε ότι, τουλάχιστον για τα ελληνικά δεδομένα, το πρόγραμμα είναι πρωτοποριακό.<sup>2</sup>

### *Χαρακτηριστικά της προσέγγισης PARSEL*

Σε κάθε ενότητα περιλαμβάνονται τα παρακάτω τμήματα: (1) Σημειώσεις-οδηγίες για τον μαθητή, (2) Οδηγός διδασκαλίας για τον καθηγητή, (3) Σημειώσεις για τον καθηγητή, (4) Αξιολόγηση του μαθητή και της διδασκαλίας. Περαιτέρω, κάθε ενότητα περιλαμβάνει τρία στάδια ως εξής:

*Στάδιο 1:* Εισάγει σε ένα κοινωνικό ζήτημα, όπως απεικονίζεται στον τίτλο της ενότητας. Με βάση τις εκτιμήσεις στο στάδιο 1, οι μαθητές οδηγούνται να συνειδητοποιήσουν ότι στερούνται τις επιστημονικές ιδέες, οι οποίες είναι σημαντικές για μια περισσότερο εις βάθος συζήτηση.

*Στάδιο 2:* Οι επιστημονικές ιδέες, τα προς λύση προβλήματα και οι σχετικές διαδικαστικές δεξιότητες ενσωματώνονται τώρα στη διδασκαλία. Το στάδιο 2 είναι, ουσιαστικά, καθαρά επιστημονικό, χωρίς να παραβλέπει όμως την ανάπτυξη εκπαιδευτικών δεξιοτήτων, όπως συνεργατική μάθηση, λύση προβλημάτων, κριτική σκέψη.

*Στάδιο 3:* Ίσως το σημαντικότερο στάδιο: οι μαθητές μεταφέρουν την επιστημονική τους γνώση σε επίπεδο ζωής, τεχνολογίας και κοινωνίας. Μέσω της συζήτησης και του συλλογισμού, λαμβάνουν μια κοινωνικο-επιστημονική απόφαση. Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει τις δεξιότητες της επιχειρηματολογίας και της ηγεσίας, την ανάπτυξη της επικοινωνίας με τον λόγο, χρησιμοποιώντας τις υγιείς ιδέες της επιστήμης και

---

<sup>1</sup> Τα ιδρύματα αυτά είναι τα εξής: 1) Ινστιτούτο IPN Kiel, Γερμανία, 2) Ελεύθερο Πανεπιστήμιο Βερολίνου (Freie Universität Berlin), Γερμανία, 3) Πανεπιστήμιο Syddansk, Odense, Δανία, 4) Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 5) Πανεπιστήμιο Tartu, Εσθονία, 6) International Council of Associations of Science Education (ICASE) 7) Ινστιτούτο Weizman Institut, Rehovot, Ισραήλ, 8) Πανεπιστήμιο Λισαβόνας, Πορτογαλία, 9) Πανεπιστήμιο Lund, Σουηδία.

<sup>2</sup> Η διεύθυνση του ιστοτόπου του PARSEL είναι: <http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/>

Μαθήματα στα ελληνικά: <http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/index.php?id=126/>

ισορροπώντας αυτές σε σχέση με τα σχετικά προβλήματα, όπως ηθικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικά, πολιτικά και οικονομικά.

## **ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ PARSEL ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Στα πλαίσια της πρακτικής εφαρμογής/δοκιμασίας του προγράμματος PARSEL σε ελληνικά σχολεία, εφαρμόστηκαν κατά το σχολικό έτος 2008-2009, οι παρακάτω τέσσερις θεματικές ενότητες:

1. *Καλλιέργεια των φυτών - Έχει το χόμα σημασία;* (αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων)
2. *Γάλα: διατηρήστε το, στο ψυγείο* (Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων)
3. *Ποπ κορν: ένα πρόχειρο φαγητό (σνακ) χωρίς λιπαρά* (Ινστιτούτο Weizmann)
4. *Θα έπρεπε τα φυτικά έλαια να χρησιμοποιούνται ως καύσιμα; (βιοντίζελ) (ICASE).*

Ακολουθεί σύντομη περιγραφή των τεσσάρων ενοτήτων, των αντικειμενικών τους στόχων και των συνθηκών πραγματοποίησής τους. Για κάθε ενότητα, η πορεία των μαθημάτων περιγράφεται αναλυτικά στο διαδικτυακό τόπο του PARSEL .

*Καλλιέργεια φυτών - Έχει το χόμα σημασία;*

Ενότητα μαθημάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης με θέμα τα διαφορετικά είδη χόματος (φυσική εμφάνιση, ικανότητα υδατοσυγκράτησης, ιζηματοπόθεσης, pH).

*Αντικειμενικοί στόχοι:* 1) Οι μαθητές να συλλέξουν, να αναγνωρίσουν, να παρασκευάσουν διάφορα δείγματα ξηρού χόματος και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους. 2) Να κατανοήσουν τον σημαντικό ρόλο του pH του χόματος. 3) Να αποκτήσουν τη γνώση και την ικανότητα να προσδιορίζουν το pH ενός χόματος και να το τροποποιούν. 4) Να πειραματιστούν και να αποκτήσουν την πρακτική εμπειρία της εξέτασης της επίδρασης του pH στην ανάπτυξη ενός συγκεκριμένου είδους (φασολιού).

*Είδος εργασίας:* Στο εργαστήριο και στην τάξη, σε ομάδες 3-4 μαθητών.

*Προβλεπόμενος χρόνος:* 4 διδακτικές ώρες στο σχολείο, συν χρόνος στο σπίτι και εξωτερικά για τη συλλογή υλικού και πληροφοριών.

*Προαπαιτούμενη γνώση:* Χημεία διαλυμάτων, οξέα, βάσεις.

*Γάλα: Διατηρήστε το στο ψυγείο*

Ενότητα μαθημάτων χημείας α-β' λυκείου με θέμα το γάλα, τα είδη γάλακτος, τους τρόπους συντήρησής του και προϊόντα του γάλακτος όπως το γιαούρτι.

*Αντικειμενικοί στόχοι:* 1) Οι μαθητές να μάθουν τη σύνθεση του γάλακτος, να αναγνωρίσουν τα διάφορα είδη του και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους. 2) Να κατανοήσουν τον σημαντικό ρόλο της οξύτητας για την καθίζηση του γάλακτος. 3) Να μάθουν τη σημασία του γάλακτος και του γιαουρτιού στην διατροφή. 4) Να παρασκευάσουν γιαούρτι. 5) Να γίνουν ενημερωμένοι πολίτες που θα μπορούν να διακρίνουν τις υγιεινές από τις μη υγιεινές τροφές.

*Είδος εργασίας:* Στο σπίτι και στην τάξη.

*Προβλεπόμενος χρόνος:* 2 διδακτικές ώρες στο σχολείο, συν χρόνος στο σπίτι και εξωτερικά για τη συλλογή υλικού και πληροφοριών.

*Προαπαιτούμενη γνώση:* Βασική οργανική χημεία, οξέα, βάσεις

*Ποπκορν: ένα πρόχειρο φαγητό (σνακ) χωρίς λιπαρά*

Ενότητας μαθημάτων βασικής επιστήμης για όλους.

*Αντικειμενικοί στόχοι:* 1) Οι μαθητές να αναγνωρίσουν διάφορα είδη ποπκορν και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους. 2) Να κατανοήσουν τον σημαντικό ρόλο της θερμοκρασίας για τη παρασκευή του ποπκορν. 3) Να παρασκευάσουν ποπκορν. 3) Να μάθουν εάν η χρήση βουτύρου ή λαδιού (λιπών) είναι αναγκαία προκειμένου να παρασκευάσουν το ποπκορν. 4) Να γίνουν ενημερωμένοι πολίτες που θα μπορούν να διακρίνουν τις υγιεινές από τις μη υγιεινές τροφές.

*Είδος εργασίας:* Στο σπίτι και στην τάξη.

*Προβλεπόμενος χρόνος:* 4-5 ώρες, 2 διδακτικές ώρες στο σχολείο, συν 2 ώρες στο σπίτι και εξωτερικά για την συλλογή υλικού και πληροφοριών.

*Προαπαιτούμενη γνώση:* μη απαραίτητη.

*Θα έπρεπε τα φυτικά έλαια να χρησιμοποιούνται ως καύσιμα; (βιοντίτζελ)*

Ενότητα μαθημάτων χημείας υλικών, για την παρασκευή και τον έλεγχο των βιοκαυσίμων ως καύσιμης ύλης. Περαιτέρω, η εργασία μελετά το ηθικό δίλημμα της χρήσης φαγώσιμων υλικών για την παρασκευή καύσιμης ύλης.

*Αντικειμενικοί στόχοι:* 1) Οι μαθητές να μπορούν οι μαθητές να διατυπώσουν κοινωνικο-επιστημονικά επιχειρήματα σε σχέση με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης φυτικών ελαίων ως καύσιμης ύλης και να διαμορφώνουν μια δικαιολογημένη απόφαση. 2) Να είναι ικανοί να ακολουθήσουν διαδικασίες για την πειραματική παρασκευή του βιοντίτζελ, χρησιμοποιώντας συνηθισμένα και διαθέσιμα φυτικά έλαια. 3) Να δοκιμάσουν την καταλληλότητα ως καυσίμου του βιοντίτζελ που παρασκεύασαν. 3) Να εξηγήσουν τον τρόπο με τον οποίο το πετρέλαιο ντίτζελ και το βιοντίτζελ είναι ικανά να δράσουν ως καύσιμα σε μια μηχανή εσωτερικής καύσεως. 4) Να συνεργαστούν ως μέλη μίας ομάδας στην εκτέλεση των πειραματικών διαδικασιών και να συζητήσουν τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα της χρήσης των φυτικών ελαίων. 5) Να κατανοήσουν τον σχηματισμό και την υδρόλυση των εστέρων.

*Είδος εργασίας:* Παρασκευή βιοντίτζελ, ανάπτυξη τεχνικών διαχωρισμού, σχεδιασμός και εκτέλεση μελέτης της θερμοδυναμικής αξίας καυσίμου, συμμετοχή σε συζήτηση σχετικά με το κατά πόσο τα φυτικά έλαια πρέπει να χρησιμοποιούνται ως καύσιμα. Εναλλακτικό σενάριο σε περίπτωση έλλειψης εργαστηρίου ή αδυναμίας πραγματοποίησης της πειραματικής διαδικασίας: προβολή βίντεο με τις δραστηριότητες,

*Προβλεπόμενος χρόνος:* 5 διδακτικές ώρες στο σχολείο, συν χρόνος στο σπίτι και εξωτερικά για την συλλογή υλικού και πληροφοριών.

*Προαπαιτούμενη γνώση:* Οργανική χημεία, εστέρες, εστεροποίηση, βιοντίτζελ, καταλύτες, θερμοδυναμική αξία των καυσίμων.

## **ΜΕΘΟΔΟΣ**

### *Δείγμα*

Οι διδασκαλίες των αντίστοιχων ενοτήτων του PARSEL υλοποιήθηκαν από την πρώτη συγγραφέα σε δείγμα 38 μαθητών ενιαίου λυκείου, σε ημιαστική περιοχή της Νότιας Κέρκυρας, στα πλαίσια του μαθήματος της τεχνολογίας και των προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, αγωγής υγείας και αγωγής καταναλωτή. Γενικά, οι μαθητές ήταν μέτριας επίδοσης. Ο Πίνακας 1 δίνει αριθμούς και φύλο μαθητών για κάθε διδαχθείσα ενότητα.

**Πίνακας 1.** Αριθμοί και φύλο μαθητών για κάθε διδαχθείσα ενότητα.

A/A	Ενότητα	Αριθμός μαθητών	Αγόρια	Κορίτσια
1	Έδαφος	9	4	5
2	Γάλα	10	2	8
3	Ποπ-κορν	9	4	5
4	βιοντίτζελ	10	4	6
	Σύνολα	38	14	24

*Τρόπος αξιολόγησης - Κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων*

Η αξιολόγηση των εφαρμογών έγινε μέσα από τη απάντηση-συμπλήρωση από τους μαθητές ερωτηματολογίου σε κλίμακα σημαντικής διαφοροποίησης (semantic differential scale): γνώμες των μαθητών για τη διδασκαλία και τη μάθηση των φυσικών επιστημών πριν από και μετά από τη διδασκαλία της ενότητας (module). Το ερωτηματολόγιο προέρχονται από την εφαρμογή του PARSEL στο Ισραήλ και αποτελούνται από 20 ερωτήσεις. Εφαρμόστηκε δύο φορές, μία αμέσως πριν από την εφαρμογή του PARSEL και μία αμέσως μετά την εφαρμογή. Το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου περιγράφεται στο Παράρτημα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι ερωτήσεις 2, 5, 8, 12, 15 και 20 ξεκινάνε από την πλήρη άρνηση και καταλήγουν στην πλήρη κατάφαση, στην επεξεργασία μας κάναμε γι' αυτές αναστροφή της σειράς.

Για την πλήρη και ακριβή αποτύπωση της σημαντικής διαφοροποίησης ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: Αρχικά η ερευνήτρια έκανε μια πρώτη ομαδοποίηση των 20 ερωτήσεων. Έπειτα από εκτενή συζήτηση της ερευνήτριας με τον επιβλέποντα καθηγητή, οδηγήθηκαμε σε βελτιωμένη κατηγοριοποίηση των ερωτήσεων σε τέσσερις ομάδες, ως εξής: α) ως προς τον *γνωστικό τομέα* (μαθαίνω), οι ερωτήσεις 2, 6, 13, 18, 20, β) ως προς τον *συναισθηματικό τομέα* (ικανοποίηση), οι ερωτήσεις 3, 5, 10, γ) ως προς την *χρησιμότητα* για την ζωή, οι ερωτήσεις 1, 4, 12, 14, 17, 19 και τέλος δ) ως προς την *διδασκτική μέθοδο*, οι ερωτήσεις 7, 8, 9, 11, 15, 16.

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Ο Πίνακας 2 δίνει τους συνολικούς αριθμούς θετικών, αρνητικών και ουδέτερων γνώμων των μαθητών, πριν από και μετά από τις εφαρμογές των διδασκαλιών PARSEL. Οι γνώμες δείχνονται κατανεμημένες στους τέσσερις εξεταζόμενους τομείς και στο σύνολο, χωριστά για καθεμιά από τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες. Ο Πίνακας 3 δίνει αθροιστικά τις γνώμες συνολικά για τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες.

**Πίνακας 2.** Συνολικοί αριθμοί θετικών, αρνητικών και ουδέτερων γνώμων των μαθητών, πριν από και μετά από τις εφαρμογές των διδασκαλιών PARSEL. Σε κάθε κελλί, οι τέσσερις αριθμοί αντιστοιχούν στις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες (βλ. Πίνακα 1). Οι γνώμες δείχνονται κατανεμημένες στους τέσσερις εξεταζόμενους τομείς και στο σύνολο, για τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες.

Τομέας	Γνώμες μαθητών					
	Προ PARSEL			Μετά PARSEL		
	Θετικές	Αρνητικές	Ουδέτ.	Θετικές	Αρνητικές	Ουδέτ.
Γνωστικός τομέας	13	15	17	23	7	15
	19	21	10	35	11	4
	15	23	7	36	8	1
	21	16	13	29	11	10

Συναισθηματικός τομέας	11	9	7	7	6	14
	7	16	7	18	11	1
	8	11	8	22	1	4
	11	10	9	15	7	8
Χρηστικότητα	11	30	13	27	15	12
	22	18	20	39	10	11
	23	12	19	46	4	4
	20	24	16	31	11	18
Διδακτική μέθοδος	15	28	11	30	12	12
	22	23	15	31	20	9
	23	13	18	34	17	3
	27	23	10	35	15	10
Σύνολα ανά ενότητα	50	82	48	87	40	53
	70	78	52	123	52	25
	69	59	52	138	30	12
	79	73	48	110	44	46

**Πίνακας 3.** Συνολικοί αριθμοί θετικών, αρνητικών και ουδέτερων γνώμων των μαθητών, πριν από και μετά από τις εφαρμογές των διδασκαλιών PARSEL συνολικά για τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες.

Τομέας	Γνώμες μαθητών					
	Προ PARSEL			Μετά PARSEL		
	Θετικές	Αρνητικές	Ουδέτ.	Θετικές	Αρνητικές	Ουδέτ.
Γνωστικός τομέας	68	75	47	123	37	30
Συναισθ/κός τομέας	37	46	31	62	25	27
Χρηστικότητα	76	84	68	143	40	45
Διδακτική μέθοδος	87	87	54	130	64	34
Γενικό σύνολο	268	292	200	458	166	136

#### Στατιστική επεξεργασία και ευρήματα

Για να καταδειχθεί η αποτελεσματικότητα των εφαρμογών του PARSEL, προχωρούμε σε στατιστική επεξεργασία της κατανομής των γνώμων των μαθητών με το στατιστικό κριτήριο  $\chi^2$ . Λόγω των πολύ μικρών δειγμάτων στα επιμέρους διδαχθείσες ενότητες, περιοριζόμαστε στο άθροισμα των γνώμων και για τις τέσσερις ενότητες (Πίνακας 3). Ο Πίνακας 4 δίνει τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας.

Παρατηρούμε την πολύ μεγάλη διαφορά των τιμών για μετά από την εφαρμογή του PARSEL σε σχέση με πριν από την εφαρμογή. Η κρίσιμη τιμή του  $\chi^2$  για (3-1 =) 2 βαθμούς ελευθερίας είναι 5,99 για επίπεδο σημαντικότητας  $p = 0,05$  και 9,21 για  $p = 0,01$ . Σε όλες τις περιπτώσεις, η υπεροχή των θετικών γνώμων είναι συντριπτική μετά από την εφαρμογή, ενώ όπως φαίνεται από τις κατανομές (Πίνακας 3), δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά μεταξύ αρνητικών και ουδέτερων γνώμων. Σε σχέση με τους εξεταζόμενους τομείς, από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι ο γνωστικός τομέας και η χρηστικότητα προηγούνται, ακολουθεί η διδακτική μέθοδος και τελευταίος έρχεται ο συναισθηματικός τομέας.

Σε  $p = 0,05$ , οι τιμές του  $\chi^2$  πριν από την εφαρμογή είναι στατιστικά σημαντικές για τον γνωστικό τομέα, τη διδακτική μέθοδο και το γενικό σύνολο, ενώ σε  $p = 0,01$  η τιμή του  $\chi^2$  είναι οριακά σημαντική για τη διδακτική μέθοδο και σημαντική για το σύνολο. Όπως όμως φαίνεται από τον Πίνακα 3, πριν από την εφαρμογή, δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ θετικών και αρνητικών γνώμων σε όλες τις περιπτώσεις, ενώ στις περιπτώσεις στατιστικής σημαντικότητας αυτή οφείλεται στον

μικρότερο αριθμό των ουδέτερων γνώμων σε σχέση με τις θετικές και τις αρνητικές γνώμες.

**Πίνακας 4.** Τιμές στατιστικού  $\chi^2$  για την σύγκριση της κατανομής των γνώμων των μαθητών πριν από και μετά από τις εφαρμογές των διδασκαλιών PARSEL συνολικά για τις τέσσερις διδαχθείσες ενότητες.\*

Τομέας	Τιμές στατιστικού $\chi^2$	
	Προ PARSEL	Μετά PARSEL
Γνωστικός τομέας	6,71	84,71
Συναισθ/κός τομέας	3,00	22,79
Χρηστικότητα	1,68	88,76
Διδακτική μέθοδος	9,55	63,47
Γενικό σύνολο	17,98	249,80

\*Κρίσιμες τιμές  $\chi^2$  (β.ε. = 2): 5,99 ( $p = 0,05$ ) και 9,21 ( $p = 0,01$ ).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων πριν από και μετά από την εφαρμογή των τεσσάρων εννοιών του PARSEL, προκύπτει ότι πράγματι το πρόγραμμα μπορεί να επιτύχει τους στόχους του, σημειώνοντας σαφή υπεροχή έναντι των παραδοσιακών διδακτικών προσεγγίσεων του ελληνικού σχολείου και προδιαθέτοντας τους μαθητές θετικά σε όλους τους τομείς, τον γνωστικό, τον συναισθηματικό, τη χρηστικότητα και τη διδακτική μέθοδο.

Όταν η αδιαφορία μετατρέπεται σε ενδιαφέρον, όταν η έλλειψη καταλληλότητας και χρηστικότητας επιστημονικών γνώσεων διαφοροποιείται σε κινητοποίηση και σε ερευνητική διεργασία και αναζήτηση, και όταν οι επιστημονικές γνώσεις αγγίζουν τη σφαίρα της καθημερινότητας, τότε υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι οι μαθητές (και προφανώς και οι εκπαιδευτικοί) μπορούν να απολαμβάνουν τη διδασκαλία και τη μάθηση.

Με εφαρμογές όπως αυτές του PARSEL, αλλάζουν οι ρόλοι στο σχολείο, οι μαθητές γίνονται ΟΙ πρωταγωνιστές και οι εκπαιδευτικοί οι σύμβουλοι, οι παρατηρητές, οι συντονιστές, οι καθοδηγητές των μαθητών. Οι αλλαγές δεν αφορούν μόνο τον γνωστικό τομέα, αλλά και εκείνον που άπτεται της συναισθηματικής σφαίρας, αφού οι μαθητές αυτενεργώντας, απολαμβάνουν την ηθική ικανοποίηση από την ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους και αναζητήσεών τους. Αυξάνεται η παρατηρητικότητα τους και λύνονται πολλά προβλήματα, σταματάνε να θεωρούν δεδομένα κάποια στοιχεία, και μέσα από την έρευνα βλέπουν τον συνδυασμό επιστήμης και τεχνολογίας. Τελικά είναι μία διαδικασία από την οποία βγαίνουν όλοι ωφελημένοι, άμεσα οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί, έμμεσα όλη η κοινωνία.

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Ερωτηματολόγιο σημαντικής διαφοροποίησης (γνώμες των μαθητών)

σε σχέση με τη μάθηση των φυσικών επιστημών  
πριν από και μετά από τη διδασκαλία του module του PARSEL

Δόθηκε στους μαθητές πίνακας που περιλαμβάνει 20 προτάσεις που ζητούν τη γνώμη του μαθητή σε σχέση με τον τρόπο που διδάχθηκε το συγκεκριμένο μάθημα. Ο μαθητής καλείται να επιλέξει ην απάντηση που αντιστοιχεί στη γνώμη του, τοποθετώντας ένα X στη σχετική στήλη: 1: πολύ σημαντική, 2, 3: σημαντική, 4: ΟΧΙ πολύ σημαντική, 5: ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΚΑΘΟΛΟΥ σημαντική.



Οι 20 δηλώσεις. Ο τρόπος που διδάσκομαι ή διδάχθηκα το συγκεκριμένο μάθημα είναι:

1. Σημαντικός για μένα.
2. Μπερδεμένος.
3. Απολαυστικός.
4. Δείχνει σε μένα τη σημασία των φυσικών επιστημών στη λήψη αποφάσεων.
5. ΟΧΙ ενδιαφέρων.
6. Εύκολος να καταλάβω.
7. Μου δίνει ευκαιρίες να συμμετάσχω σε δραστηριότητες.
8. Κάνω πειράματα ακολουθώντας λεπτομερείς οδηγίες.
9. Με ενθαρρύνει να ανταλλάζω ιδέες με τους συμμαθητές μου ή την οικογένειά μου.
10. Βελτιώνει το ενδιαφέρον μου για τις φυσικές επιστήμες.
11. Με ενθαρρύνει να υποβάλλω ερωτήσεις.
12. ΔΕΝ με βοηθάει να αποφασίζω για την αξιοπιστία των επιστημονικών ειδήσεων που παρουσιάζονται στα μέσα ενημέρωσης.
13. Χρήσιμος για τη μάθησή μου.
14. Μέσω θεμάτων που ήταν σχετικά με τη ζωή μου.
15. Ελέγχεται αποκλειστικά από τον καθηγητή.
16. Αποτελείται από ποικίλες δραστηριότητες.
17. Με προετοιμάζει για τη μελλοντική ζωή μου.
18. Μαθαίνω.
19. Με βοηθάει ως μελλοντικό πολίτη.
20. ΔΕΝ μου δίνει ευκαιρίες να πάρω απαντήσεις στις ερωτήσεις.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Τσαπαρλής Γ. και Ομάδα PARSEL (2008). Δημοφιλή και σχετικά με τη ζωή μαθήματα φυσικών επιστημών και επιστημονικός αλφαριθμητισμός: Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα PARSEL και η ελληνική συμμετοχή σε αυτό. Πρακτικά, 4<sup>ο</sup> Συνέδριο ΕΔΙΦΕ, σσ. 74-81. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη  
[[http://www.eled.auth.gr/edife2008/praktika\\_EDIFE2008.pdf](http://www.eled.auth.gr/edife2008/praktika_EDIFE2008.pdf)]
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD-PISA) (2005). Programme for International Student Assessment of scientific literacy in the OCED/Pisa project. <http://www.pisa.oecd.org/>
- Shwartz Y., Ben-Zvi P., & Hofstein A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy'. *International Journal of Science Education*, 27, 323-344.
- Shwartz Y., Ben-Zvi P., & Hofstein A. (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 203-225 [<http://www.rsc.org/serp>]