

ΟΙ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ:
ΜΙΑ ΕΡΕΥΝΑ ΣΕ ΕΞΕΛΙΞΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Γ. Σ. Ιωαννίδης, Δ. Μ. Γαρυφαλλίδου, Δ. Γ. Βαβουγιός, Α. Ι. Γκούτσιος και
Α. Χ. Τσιόκανος

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι ιδέες (παρανοήσεις) πρωτοετών φοιτητών παιδαγωγικού τμήματος σε σχέση με δύο έννοιες βασικές για την επιστημονική κατανόηση του κόσμου: την ακτινοβολία και την ενέργεια. Αναλύονται τα πειραματικά δεδομένα και εξάγονται τα ερευνητικά συμπεράσματα. Με βάση τα συμπεράσματα αυτά προτείνεται μια συγκεκριμένης μορφής καινοτομική διδακτική παρέμβαση.

Abstract

In this paper, the ideas of first year university students (teachers to be) on energy and radiation are presented. Some research data are presented and analyzed, and some conclusions are drawn. Finally, a specific multi-faced teaching approach is suggested as being appropriate to tackle the problems.

1. Εισαγωγή

Στην σημερινή εποχή τα τεχνολογικά και επιστημονικά αγαθά θεωρούνται δεδομένα και αυτονόητα. Ελάχιστοι όμως αντιλαμβάνονται ότι η εκπαίδευση οφείλει να δώσει περισσότερη έμφαση στην επιστημονική γνώση με σκοπό να προσελκύσει περισσότερους νέους να ασχοληθούν με την επιστήμη ώστε από αυτούς να αναδυθούν οι τεχνικοί και οι επιστήμονες του μέλλοντος. Στην Ευρωπαϊκή ένωση υπάρχει σημαντική έλλειψη τεχνικών και επιστημόνων κάτι που θα χειροτερέψει στο μέλλον, σύμφωνα με υπολογισμούς της ίδιας της Ε.Ε., με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της οικονομικής ανάπτυξης. Ο P. L. Lijnse αναφέρει:

1. Lijnse P.L., Improving Science Education: The Contribution of Research, in Millar R., Leach J. and Osborne J. (Eds), Open university press (2000) p. 309.

“I still look at physics as a body of largely reliable knowledge with which one can successfully explain and predict as well as develop new technology!” («πιστεύω ότι η φυσική είναι η αξιόπιστη αυτή γνώση με την οποία μπορούμε επιτυχώς να ερμηνεύσουμε, να προβλέψουμε και να αναπτύξουμε την τεχνολογία»). Πόσο σωστές, όμως, είναι οι γνώσεις του μέσου απόφοιτου λυκείου σε θέματα Φυσικής γενικότερα, και σε θέματα ακτινοβολίας και ενέργειας ειδικότερα;

2. Γιατί οι μαθητές πρέπει να μαθαίνουν Φυσική

Η συνεχώς αυξανόμενη επίδραση της επιστήμης στην καθημερινή ζωή απαιτεί το σύνολο του πληθυσμού να μπορεί να καταλάβει τα επιστημονικά θέματα που εμφανίζονται στην επικαιρότητα, και να μπορεί να ασχοληθεί με τις αλλαγές που η επιστήμη και η τεχνολογία επιβάλλουν τόσο στα άτομα όσο και σε ολόκληρη την κοινωνία². Υπάρχουν όμως και άλλοι σημαντικοί λόγοι για τους οποίους οι μαθητές είναι αναγκαίο να μάθουν επιστήμες:

- Οι μαθητές πρέπει να μάθουν την επιστήμη ώστε να αποκτήσουν γνώση για τον κόσμο που τους περιβάλλει επειδή αυτό είναι ενδιαφέρον και σημαντικό, αλλά και για να καταλάβουν την ικανοποίηση που φέρνει η επιστημονική γνώση³.
- Γιατί η επιστήμη είναι ένα αναπόσπαστο τμήμα της κουλτούρας μας, που προέρχεται από την ανεξάρτητη και δημιουργική σκέψη. Έτσι η κατανόηση της επιστήμης προάγει τη δημιουργική σκέψη⁴.
- Γιατί η πρακτική της Επιστήμης ενσωματώνει κανόνες με ευρύτερη αξία⁵.
- Γιατί η κατανόηση των φυσικών επιστημών είναι απαραίτητη για τη διαχείριση τεχνολογικών αντικειμένων και διαδικασιών της καθημερινής ζωής⁶.
- Η κατανόηση της φύσης της επιστήμης είναι αναγκαία ώστε οι άνθρωποι να αντιληφθούν τα κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα και να μπορούν να συμμετέχουν στη λήψη των αποφάσεων.
Οι πιο σημαντικοί όμως λόγοι είναι:
- Ο στόχος της επιστήμης είναι να βρει την αντικειμενική αλήθεια και όλος ο σχεδιασμός της συντελεί σε αυτό το σκοπό. Αυτή η αντικειμενικότητα της επιστήμης πρέπει να διδαχθεί στους μαθητές.
- Η οικονομική ισχύς, η πρόοδος και η ευημερία των σύγχρονων κοινωνιών οφείλονται στην τεχνολογία και στην επιστήμη. Η επιστήμη είναι αυτή που σε όλες τις εκφάνσεις της (ιατρική, φαρμακευτική, χημεία, βιολογία, επιστήμη των υπολογιστών, και φυσική) βελτιώνει τις συνθήκες διαβίωσης μας και την

2. Millar R., and Osborne J., Beyond 2000: Science education for the future, in Millar R. and Osborne J. (Eds.), The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation (1998) p. 5.

3. Millar R., and Osborne J., Beyond 2000: Science education for the future, in Millar R. and Osborne J. (Eds.), The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation (1998) p. 11.

4. Verganelakis A., Who needs Physics, Democritus Nuclear Research centre, (1985) p. 2.

5. Driver R. et al., Young people's images of Science, Open University Press (1996), p. 11.

6. Driver R. et al., Young people's images of Science, Open University Press (1996) p. 11.

ποιότητα της ζωής μας. Αν δεν ήταν η επιστήμη, η γη δεν θα μπορούσε να παράγει αρκετά προϊόντα για να ταΐσει τους ανθρώπους που υπάρχουν σήμερα, οι πρώτες ύλες δεν θα ήταν αρκετές για να ζεσταθούμε, οι ασθένειες θα θέρριζαν και γενικά οι ζωή θα ήταν πολύ πιο δύσκολη.

Έτσι

- Η εκπαίδευση πρέπει να δώσει περισσότερη επιστημονική γνώση και να καταφέρει περισσότερους νέους να ασχοληθούν με την επιστήμη ώστε από αυτούς να αναδυθούν οι τεχνικοί και οι επιστήμονες του μέλλοντος⁷.

Γιατί όμως πρέπει οι μαθητές / φοιτητές να γνωρίζουν τις έννοιες της ενέργειας και της ακτινοβολίας; Η ακτινοβολία και η ενέργεια επιλέχθηκαν ως δύο επιστημονικές έννοιες που βρίσκονται συνεχώς στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος του κοινού.

3. Η εποικοδομητική θεωρία της μάθησης και ο σχηματισμός των ιδεών

3.1. Η γλώσσα

Σύμφωνα με την εποικοδομητική θεωρία (constructivist theory) ο κάθε άνθρωπος πρέπει να κατασκευάσει τη δική του ερμηνεία για τις λέξεις, τις φράσεις, τις προτάσεις και τα κείμενα. Οι ιδέες των μαθητών για τον κόσμο επηρεάζονται από τον τρόπο που χρησιμοποιείται η γλώσσα στο κοινωνικό τους περιβάλλον. Συχνά ο τρόπος με τον οποίο μια έκφραση χρησιμοποιείται στην καθημερινή ζωή είναι διαφορετικός από αυτόν που χρησιμοποιείται στην επιστήμη^{8,9,10} (π.χ. αναμφλεκτικά διαφημίζουν ότι μας δίνουν ενέργεια ή φτερά, άλλες διαφημίσεις καλούν τον κόσμο στην ομάδα «θετικής ενέργειας» κ.ά.).

Η γλώσσα στην καθημερινή ζωή είναι ασαφής. Για να καταλάβουμε το νόημά μιας λέξης πρέπει να τη συνδυάσουμε με το υπόλοιπο της πρότασης¹¹. Αν αναφέρουμε μία και μόνο λέξη ο ακροατής δεν θα μπορέσει να βγάλει νόημα. Η καθημερινή ομιλία δεν επικεντρώνεται σε κάθε μία λέξη αλλά σε ολόκληρη την πρόταση. Αντίθετα, στην επιστήμη κάθε μία λέξη έχει μία πολύ συγκεκριμένη έννοια και μπορεί να μεταφέρει όλο το νόημα της πρότασης. Οι ορισμοί στην επιστήμη είναι έτσι διατυπωμένοι, ώστε κάθε μία λέξη να έχει συγκεκριμένη βαρύτητα.

7. Solomon J., Teaching Science, Technology and Society Open University Press, (1993) p. 17.

8. Solomon J., Getting to know about energy - in school and society, The Falmer press (1992) p. 2.

9. Osborne R., Building on children's intuitive ideas in Science Osborne R., and Freyberg P., (eds) Heinemann (1985), p. 32.

10. Duit R., Learning and understanding key concepts of electricity In Tiberghien A, Jossem, Barojas J Eds, Connecting Research in Physics. Education with Teacher Education An I.C.P.E. Book © International Commission on Physics Education 1997,1998 I.S.B.N. 0-9507510-3-0

11. Όπως η 8.

Τα παιδιά έχουν συνηθίσει να διαβάζουν ολόκληρες προτάσεις ή ακόμα και παραγράφους για να βγάλουν νόημα. Στην Επιστήμη πρέπει να μάθουν να συγκεντρώνουν την προσοχή τους σε κάθε μία λέξη.

Στην καθημερινή ζωή και στα μέσα ενημέρωσης συχνά ακούμε λέξεις που χρησιμοποιούνται λανθασμένα. Παραδείγματα τέτοιας χρήσης της γλώσσας αποτελούν εκφράσεις όπως «η ανακάλυψη του ραδιοφώνου», αντί του «η εφεύρεση του ραδιοφώνου», «ενέργεια» αντί για «πηγές ενέργειας», ραδιενέργεια ως συνώνυμο του κακού και της καταστροφής, «κατανάλωση ενέργειας» αντί για «χρήση ενέργειας», «ήπιες μορφές ενέργειας» ως συνώνυμο του «εναλλακτικές μορφές ενέργειας», ή «ήπιες μορφές ενέργειας» ως συνώνυμο του «φιλικές προς το περιβάλλον μορφές ενέργειας» ενώ στην επιστήμη ήπιες μορφές ενέργειας σημαίνει πηγές ενέργειας μικρής απόδοσης κ.ά. Έτσι οι μαθητές, εκτός από το ότι συναντούν δυσκολίες στο να επικεντρωθούν σε κάθε μία λέξη χωριστά, συχνά δεν γνωρίζουν και το πραγματικό νόημα της λέξης που καλούνται να χρησιμοποιήσουν¹². Η κακή χρήση της γλώσσας στην καθημερινή ζωή είναι κάτι που εξαρτάται εν μέρη από την συγκεκριμένη γλώσσα και εν μέρη από το κοινωνικό περιβάλλον (οι λέξεις «κάνω» και «πρέπει», για παράδειγμα, χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα με πολλές διαφορετικές ερμηνείες). Ο δάσκαλος της φυσικής πρέπει να πείσει τους μαθητές του πως οι ίδιες λέξεις που χρησιμοποιούν στην καθημερινή ζωή με σημασία μη σαφώς καθορισμένη, έχουν στη φυσική μία πολύ συγκεκριμένη έννοια^{13,14}.

3.2. Ο σχηματισμός των ιδεών

Η ενέργεια είναι ένα σημαντικό τμήμα της καθημερινής ζωής έτσι τα παιδιά διαμορφώνουν τις πρώτες ιδέες για την ενέργεια σε πολύ μικρή ηλικία. Τα μέσα μαζικής ενημέρωσης εισάγουν τα παιδιά σε όλα τα προβλήματα που απασχολούν τους ενήλικες. Έρευνες που έχουν γίνει στο εξωτερικό δείχνουν πως τα παιδιά έχουν αρκετές αλλά σκόρπιες γνώσεις για την ενέργεια¹⁵. Ακόμα μαθητές ηλικίας 9 ετών παρουσιάζουν ανησυχίες για κοινωνικά θέματα όπως για παράδειγμα τον κίνδυνο ενός πυρηνικού ατυχήματος. Η πλειοψηφία όμως των γνώσεων για την ενέργεια που έχει ο μαθητής, δεν είναι οι επιστημονικά σωστές γνώσεις αλλά κομμάτια που αποκτήθηκαν από διάφορες πηγές¹⁶ όπως συζητήσεις στην οικογένεια, διαφημίσεις κ.ά. Οι γνώσεις μαθητών ηλικίας 11 ετών για την ενέργεια και ο τρόπος που χρησιμοποιούν τη λέξη δεν διαφέρουν σημαντικά από την πλειοψηφία των ενηλίκων.

12. Driver R., Approaches to teaching Energy, Centre for studies in Science and Mathematics Education University of Leeds (1987), p. 5.

13. Duit R. Learning and understanding key concepts of electricity". In Tiberghien A., Jossem E. L., Barojas J. Eds, Connecting Research in Physics Education with Teacher Education An I.C.P.E. Book © International Commission on Physics Education 1997, 1998 I.S.B.N. 0-9507510-3-0.

14. Solomon J., Getting to know about energy - in school and society. The Falmer press (1992) p. 121, 131.

15. Solomon J., Getting to know about energy - in school and society. The Falmer press (1992) p. 1.

16. Solomon J., Getting to know about energy - in school and society. The Falmer press (1992) p. 1.

Σύμφωνα με την εποικοδομητική θεωρία της μάθησης:

- Το τι μαθαίνουν οι μαθητές εξαρτάται τόσο από την εμπειρία τους στην τάξη, όσο και από το τι ήδη γνωρίζουν. Είναι αδύνατον ο δάσκαλος να προβλέψει τι θα παρατηρήσουν οι μαθητές για το υπό εξέταση φαινόμενο, ακόμα και αν η διδασκαλία έχει προετοιμαστεί προσεκτικά. Επιπλέον, η εξήγηση που τα παιδιά θα δώσουν στις παρατηρήσεις τους εξαρτάται από το νοητικό μοντέλο το οποίο χρησιμοποιούν.
- Η μάθηση εμπεριέχει δυναμική κατασκευή εννοιών. Δεν αρκεί ο διδάσκων να παρέχει την πληροφορία. Ο μαθητής πρέπει δυναμικά να ανακατασκευάσει τις ιδέες του. Αυτό σημαίνει ότι ο μαθαίνων είναι υπεύθυνος για τη μάθησή του, κάνοντας μόνος του τη σύνδεση της νέας με την παλαιότερη γνώση. Κανένας άλλος δεν μπορεί να κάνει αυτή τη σύνδεση για αυτόν.
- Οι μαθητές μπορεί να κατανοήσουν τις επιστημονικές έννοιες για την ενέργεια, αλλά μπορεί να δυσκολευτούν να τις εντάξουν στα προϋπάρχοντα νοητικά μοντέλα (ή ιδέες ή θεωρίες). Έτσι μπορεί οι μαθητές να χειρίζονται σωστά τις νέες έννοιες, αλλά να μην πιστεύουν σε αυτές¹⁷, ή να χειρίζονται σωστά της έννοιες μόνο όταν πρέπει να απαντήσουν σε σχολικά τεστ.

4. Η διδασκαλία και ο δάσκαλος

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες αρκετές έρευνες επικεντρώθηκαν στις ιδέες των μαθητών, των φοιτητών και των δασκάλων, στον τρόπο με τον οποίο οι δάσκαλοι προετοιμάζονται για να διδάξουν την επιστήμη καθώς και στο πώς τελικά διδάσκουν την επιστήμη. Είναι γεγονός ότι οι ιδέες των δασκάλων και οι πεποιθήσεις τους σχετικά με τη διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης επηρεάζουν την συμπεριφορά τους στην τάξη και σαν συνέπεια τον τρόπο με τον οποίο διδάσκουν τις επιστήμες και πιο συγκεκριμένα τη φυσική. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών κυρίως για τους δασκάλους της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι ανησυχητικά.

Οι δάσκαλοι, που διδάσκουν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες, δεν έχουν επαρκή εκπαίδευση στη φυσική. Για τη χώρα μας αυτή η ελλιπής εκπαίδευση αποδεικνύεται από (και αναδεικνύεται με) τα αποτελέσματα των εξετάσεων του Α.Σ.Ε.Π. Αυτό έχει (για τους δασκάλους πανευρωπαϊκά) τις εξής πρακτικές επιπτώσεις:

- Δεν έχουν αυτοπεποίθηση έτσι οδηγούνται στην αποφυγή της χρήσης του εργαστηρίου. Αν ασχοληθούν με κάποιο πείραμα αυτό θα είναι πείραμα επίδειξης, και όταν λαμβάνονται πειραματικές μετρήσεις δεν ερμηνεύεται η αιτία που τα δεδομένα έχουν τις συγκεκριμένες τιμές που μετρήθηκαν.
- Περιορίζουν τη διδασκαλία σε κανόνες και τύπους που πρέπει να απομνημο-

17. Driver R., Approaches to teaching Energy, Centre for studies in Science and Mathematics Education University of Leeds (1987), p. 7.

νευτούν.

- Αποφεύγουν οποιασδήποτε συζήτηση με τους μαθητές.
- Δεν χρησιμοποιούν παραδείγματα¹⁸, φοβούμενοι πιθανό λάθος ή περαιτέρω ερωτήσεις.
- Αξιολογούν τους μαθητές σε ό,τι κρίνεται απαραίτητο για να προβιβαστούν στην επόμενη τάξη (δηλαδή σε κανόνες και τύπους) και όχι σε ό,τι είναι πραγματικά ουσιαστικό και σημαντικό δηλαδή την κρίση και την κατανόηση. Το άμεσο αποτέλεσμα είναι ότι ένα απαράδεκτα υψηλό ποσοστό μαθητών αποτυγχάνουν σε εξωτερικές αξιολογήσεις¹⁹.
- Παραγνωρίζουν την διαφορά ανάμεσα στο «καταρτίζω» (train) και στο «διδάσκω» (teach) το μαθητή²⁰. Δυστυχώς, συχνά οι εκπαιδευτικοί είναι ικανότεροι στο πρώτο και έτσι αρνούνται να δουν τη διαφορά.
- Πολλοί εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι η μάθηση επιτελείται με την εξήγηση - αφήγηση γεγονότων και κανόνων και καταλήγουν σε μια βερμπαλιστική από καθέδρας διδασκαλία. Έτσι:
- Οι μαθητές απομνημονεύουν κανόνες χωρίς να κατανοούν αυτό που μαθαίνουν.
- Οι δάσκαλοι πιστεύουν πως ο ρόλος τους είναι η παροχή πληροφοριών και πως οτιδήποτε «διδάσκουν» αυτόματα μαθαίνεται από τους μαθητές τους. Ο δάσκαλος προχωράει στο επόμενο «κεφάλαιο» (την διδασκόμενη γνώση) χωρίς να αφήσει χρόνο στους μαθητές του για να σκεφτούν και να εμπεδώσουν το προηγούμενο.
- Πιστεύουν ότι όλοι οι μαθητές τους έχουν τις ίδιες ανάγκες και ικανότητες, ότι μαθαίνουν μόνο οτιδήποτε αυτοί τους λένε, ενώ αγνοούν τις ιδέες και τις σκέψεις των μαθητών τους^{21,22}.
- Πιστεύουν ότι η απόκτηση της επιστημονικής γνώσης δεν συναντάει εμπόδια, ότι η αλήθεια στην επιστήμη ανακαλύπτεται με την παρατήρηση και το πείραμα, και ότι η σωστή εξήγηση των φαινομένων βασίζεται σε αντικειμενικά δε-

18. Gunstone R.F. and White T., Teachers' attitudes about physics classroom practice, in A. Tiberghien, E.L. Jossem, J. Barojas Eds, Connecting. Research in Physics Education with Teacher Education An I.C.P.E. Book © International Commission on Physics Education 1997, 1998 I.S.B.N 0-9507510-3-0.

19. Barros de Souza S. and Elia M. Physics teacher's attitudes: how do they affect the reality of the classroom and models for change?" In Tiberghien A., Jossem E.L., Barojas J. Eds, Connecting Research in Physics Education with Teacher Education An I.C.P.E. Book © International Commission on Physics Education 1997, 1998 I.S.B.N. 0-9507510-3-0.

20. Glasserfeld v E., Cognition construction of knowledge and teaching, re-published in Masthews M., (ed) (1998) Constructivism in Science Education (1989), pp. 21.

21. Barros de Souza S. and Elia M. Physics teacher's attitudes: how do they affect the reality of the classroom and models for change?" In Tiberghien A., Jossem, Barojas J. Eds, Connecting Research in Physics Education with Teacher Education An I.C.P.E. Book © International Commission on Physics Education 1997, 1998 I.S.B.N. 0-9507510-3-0.

22. Gunstone R.F. and White T., Teachers' attitudes about physics classroom practice, in A. Tiberghien, E.L. Jossem, J. Barojas Eds., Connecting Research in Physics Education with Teacher Education An I.C.P.E. Book © International Commission on Physics Education 1997, 1998 I.S.B.N. 0-9507510-3-0.

δομένα και απαντήσεις που μπορεί να δώσει ο κοινός νους²³.

- Πιστεύουν ότι το σημαντικό για την κατανόηση της φυσικής είναι η σωστή χρήση τύπων και μαθηματικών συμβολισμών. Δυστυχώς, όταν εμφανίζονται οι εξισώσεις, οι μαθητές αποφεύγουν την ποιοτική ανάλυση των καταστάσεων.
- Δεν προσαρμόζονται στις νέες μεθοδολογίες και τα νέα προγράμματα διδασκαλίας (curricula). Αυτό οφείλεται κυρίως στην πεποίθησή τους ότι η διδασκαλία των επιστημών είναι αναφορά γνώσεων, σε αντίθεση με τη σωστή τοποθέτηση ότι η διδασκαλία των επιστημών είναι τρόπος σκέψης.
- Συχνά οι δάσκαλοι αποδίδουν τη σχολική αποτυχία σε κοινωνικο-ψυχολογικούς παράγοντες που πηγάζουν από την οικογένεια και την κοινωνική της θέση. Όταν ο δάσκαλος πιστεύει πως οι μαθητές του δεν θα αποδώσουν και αυτό οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες μειώνει ασυναίσθητα και τη δική του προσπάθεια.

Στο άλλο άκρο υπάρχουν δάσκαλοι που, επηρεασμένοι από τη γνωστική ψυχολογία και τις θεωρίες της μάθησης, που στις μέρες μας προβάλλουν την εποικοδομητική θεωρία (constructivism) σαν την μόνη σωστή θεωρία μάθησης, πιστεύουν πως ο μαθητής πρέπει να ανακαλύψει τη γνώση μόνος του. Ένας τέτοιος δάσκαλος πιστεύει ότι δεν μπορεί να δώσει τίποτα στο μαθητή γιατί ο μαθητής δεν μπορεί να λάβει τη γνώση, αλλά πρέπει να την ανακαλύψει μόνος του. Σε αυτή την περίπτωση ο δάσκαλος περιορίζει το ρόλο του στο να παρέχει στους μαθητές τα εργαλεία που αποφάσισαν οι ίδιοι οι μαθητές ότι χρειάζονται. Ποτέ δεν εξηγεί κάτι και δεν απαντάει σε ερωτήσεις.

Ακόμα πρέπει να αναφέρουμε τις συνθήκες κάτω από τις οποίες δουλεύουν οι δάσκαλοι σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες. Όπως:

- Προβλήματα στην υλικοτεχνική υποδομή. Πολλοί δάσκαλοι δεν έχουν πρόσβαση σε εργαστήρια σε τεχνικά εποπτικά όργανα (video, ηλεκτρονικό υπολογιστή, κ.ά.). Ο εκμοντερνισμός του σχολείου ή η επάνδρωσή του με καλύτερα και νεότερα εποπτικά όργανα δεν σημαίνει απαραίτητα ότι: α) αυτός τελικά θα γίνει και β) ότι οι εκπαιδευτικοί θα τον αποδεχτούν²⁴.
- Κακοί μισθοί που οδηγούν σε μειωμένη αυτοεκτίμηση.
- Χαμηλή εκτίμηση για το επάγγελμά του δασκάλου από τρίτους –χαμηλό κοινωνικό status.

Επιπλέον, οι δάσκαλοι συχνά φοβούνται να χρησιμοποιήσουν το εργαστήριο φυσικής γιατί:

- Το πείραμα μπορεί να αποτύχει για διάφορους λόγους (π.χ. ελλιπής προετοιμασία, κακός σχεδιασμός κ.ά.).

23. Όπως 20.

24. Όπως 22.

- Θεωρούν τα πειράματα με χρήση ηλεκτρισμού επικίνδυνα (θεωρούν ότι ο ηλεκτρισμός, ακόμα και αν πρόκειται για μπαταρία των 1,5 V, μπορεί να προκαλέσει θάνατο).
- Συχνά το σχολείο δεν έχει εργαστήριο φυσικής (ή έχει μεν, αλλά χρησιμοποιείται ως κοινή αίθουσα λόγω γενικότερων ελλείψεων).
- Οι δάσκαλοι δεν έχουν εξοικειωθεί και συχνά δεν έχουν έρθει ποτέ σε επαφή με τα όργανα του σχολικού εργαστηρίου.
- Αλλά ακόμα και αν αποφασίσουν να χρησιμοποιήσουν την εργαστηριακή προσέγγιση στη διδασκαλία της φυσικής, έρχονται αντιμέτωποι με την παράμετρο χρόνο. Το πείραμα χρειάζεται χρόνο τόσο στην προετοιμασία του όσο και στην εφαρμογή του. Επιπλέον χρόνος χρειάζεται για να ελεγχθεί η γνώση που αποκόμισαν οι μαθητές από την διδασκαλία. Οι δάσκαλοι πρέπει να καλύψουν συγκεκριμένη ύλη σε καθορισμένο αριθμό διδακτικών ωρών, που καθορίζεται από το υπουργείο παιδείας. Οι απαιτήσεις αυτές δεν συμβαδίζουν με διδασκαλία με χρήση εργαστηριακής προσέγγισης διότι αυτή απαιτεί σημαντικά παραπάνω χρόνο για την κάθε ενότητα.

Έτσι οι δάσκαλοι προτιμούν την από καθέδρας διδασκαλία, η οποία τους προστατεύει από όλα τα προβλήματα που προαναφέρθηκαν.

5. Η ακτινοβολία

Η ακτινοβολία είναι καθοριστική για τη δημιουργία και την διατήρηση της ζωής στη γη. Παιδιά και ενήλικες έρχονται στην καθημερινή τους ζωή σε επαφή με εφαρμογές της ιονίζουσας ακτινοβολίας όπως π.χ. σε νοσοκομεία και οδοντίατρους²⁵. Επίσης, τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα βρίσκουν όλο και περισσότερες εφαρμογές σε συσκευές καθημερινής χρήσης. Όπως συμβαίνει με πολλά σύγχρονα επιστημονικά και τεχνολογικά θέματα (ή και επιτεύγματα), η ακτινοβολία είναι φορτισμένη με (αρνητικά) συναισθήματα, όπως ακριβώς είναι και πολλά άλλα θέματα. Περιλαμβάνεται όμως στις βασικές γνώσεις επιστημονικού αλφαριθμητισμού και αποτελεί προϋπόθεση για την κατανόηση της επιστήμης από το ευρύ κοινό²⁶.

Σε άρθρα εφημερίδων και σε τηλεοπτικές εκπομπές προβάλλονται (σχεδόν αποκλειστικά) οι αρνητικές επιπτώσεις της ακτινοβολίας, χωρίς καμιά διάκριση μεταξύ των διαφόρων τύπων ακτινοβολίας. Καλλιεργείται, έτσι, ο βασικός και πανάρχαιος φόβος του ανθρώπου προς οτιδήποτε νέο ή ασυνήθιστο. Γενικότερα, υποθέσεις που βρίσκονται υπό διερεύνηση παρουσιάζονται συχνά ως επι-

25. Millar R. Klaassen K. and Eijkelhof H., Teaching about radioactivity and ionizing radiation: an alternative approach, Phys Educ 25 (1990) p. 339.

26. Alsop St, Research report: Living with and learning about radioactivity: A comparative conceptual study Int. J. Sci. Educ, no. 3, vol 23 (2001) p. 263.

στημονικά δεδομένα, ενώ αποσιωπώνται συλλήβδην όλα τα καλά και θετικά αποτελέσματα των επιστημονικών εφαρμογών. Αυτά θεωρούνται ότι δεν «πουλάνε», ενώ όλα τα αντίθετα θεωρείται ότι παρουσιάζουν γενικό ενδιαφέρον. Δημιουργείται, έτσι, ένα κοινό που (παραπληροφορημένο και ατελώς εκπαιδευμένο) συνεχώς φοβάται τόσο για οτιδήποτε κάνει, όσο και για τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει στην υγεία του η χρήση μιας οποιασδήποτε (συνήθως νέας) συσκευής.

6. Η ενέργεια

Η έννοια της ενέργειας είναι «πρωταρχική» και σημαντική για την κατανόηση του κόσμου μας, και αυτό κατ' αρχήν γιατί κάθε ζωντανός οργανισμός (φυτό ή ζώο) χρειάζεται ενέργεια για να κρατηθεί στη ζωή. Πέραν τούτου, ο άνθρωπος χρειάζεται επιπλέον ενέργεια:

1. Στην αγροτική παραγωγή, για την κατασκευή των λιπασμάτων, την καλλιέργεια, συγκομιδή και μεταποίηση των όποιων πρωταρχικών προϊόντων (λ.χ. ενδύματα και βιομηχανία τροφίμων).
2. Για να βγάλει τα μεταλλεύματα από τη γη, για να ξεχωρίσει τα χρήσιμα υλικά, για να τους δώσει μορφή και για να μεταφέρει τα αντικείμενα που κατασκευάστηκαν στο σημείο που θα χρησιμοποιηθούν.
3. Για να κινήσει τις μηχανές που κατασκευάζουν τα διάφορα αντικείμενα στα εργοστάσια.
4. Τέλος χρειάζεται ενέργεια για να θέσει σε λειτουργία όλες τις συσκευές και μηχανές που χρησιμοποιεί καθημερινά (μέσα μεταφοράς, θέρμανση, ηλεκτρικές συσκευές, Η/Υ κ.ά.).

Οι συνολικές παγκόσμιες ανάγκες σε ενέργεια αυξάνονται όσο μεγαλώνει ο πληθυσμός της γης. Διευρύνονται, επίσης, με την τεχνολογική ανάπτυξη. Έχει παρατηρηθεί ότι η συνολική χρήση ενέργειας κατά άτομο και το εισόδημα του ατόμου βρίσκονται λίγο-πολύ σε γραμμική συνάρτηση. Είναι γεγονός ότι η αύξηση του κόστους της ενέργειας οδήγησε στην κατασκευή αποδοτικότερων μηχανημάτων και σε μία συνολικότερη αναθεώρηση της χρήσης της ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία, το οποίο και οδήγησε στην ελάττωση της κλίσης της ευθείας στην γραφική παράσταση «χρήση ενέργειας – ατομικό εισόδημα». Παρ' όλα αυτά, η συνάρτηση παραμένει γραμμική και η διαχρονικότητα αυτή δεν μπορεί παρά να υποδηλώνει μια υποβόσκουσα αλήθεια: το βιοτικό επίπεδο είναι άμεσα εξαρτημένο από τη χρήση ενέργειας. Έτσι, η ενέργεια αποτελεί ένα πρωτεύον θέμα τόσο για την οικονομία όσο και για την καθημερινή ζωή.

Επειδή η έννοια της ενέργειας είναι τόσο καθοριστική για την κατανόηση του κόσμου μας, ερευνήθηκε από πολλούς ερευνητές^{27, 28, 29, 30, 31} τις τελευταίες 2 δε-

27. Brook A. and Driver R., Aspects of secondary students' understanding of energy, full report,

καετίες. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών οδήγησαν σε μερικές αλλαγές στα αναλυτικά προγράμματα. Επιπλέον, κάποια από τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης που πραγματοποιούνται σε διάφορα σχολεία, περιλαμβάνουν το θέμα της ενέργειας.

Από την άλλη πλευρά, η μονομερής και επιφανειακή παρουσίαση των λεγόμενων οικολογικών τρόπων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί τον κανόνα στα Μ.Μ.Ε., ενώ απουσιάζει η συνολική θεώρηση πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων, ή ακόμη και η όποια αναφορά στο συνολικό κόστος κατασκευής και λειτουργίας τέτοιων σταθμών. Δημιουργείται, έτσι, ένα κοινό που, στερούμενο βασικού επιστημονικού αλφαριθμητισμού (scientific literacy), άγεται και φέρεται από τους ισχυρούς και υποστηρίζει, συχνά με πάθος και σιγουριά, απόψεις τεχνικά ανεφάρμοστες. Η σύγκριση, στην καλύτερη περίπτωση οδηγεί το ευρύ κοινό σε διαρκές άγχος, και στην χειρότερη περίπτωση σε οπισθοδρομισμό και νεο-λουδισμό. Έτσι, η αποξένωση των Φυσικών (και των Δασκάλων, γενικότερα) από το ευρύτερο σύνολο των πολιτών ολοκληρώνεται πλήρως, και το πρόβλημα αναπαράγεται διογκούμενο με κάθε νέα γενιά.

Πόσο καλά, όμως, έχουν κατανοήσει τις δύο βασικές αυτές έννοιες, δηλαδή της ακτινοβολίας και της ενέργειας, οι απόφοιτοι του γενικού λυκείου που επιλέγουν να γίνουν δάσκαλοι;

7. Η έρευνα

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν οι ιδέες πρωτοετών φοιτητών παιδαγωγικού τμήματος σε σχέση με τις δύο βασικές αυτές έννοιες για την επιστημονική κατανόηση του κόσμου. Η έρευνα διεξήχθη σε δύο ακαδημαϊκά έτη. Το δείγμα αποτέλεσαν **119 φοιτητές** την πρώτη χρονιά της εφαρμογής της έρευνας και **186 φοιτητές** τη δεύτερη.

Οι ιδέες των φοιτητών εξετάστηκαν, πριν από την όποια πανεπιστημιακή διδασκαλία. Το πρώτο τμήμα της έρευνας αφορούσε τις εξής έννοιες της φυσικής: μορφές ενέργειας και πηγές ενέργειας, ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, όπως και ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πυ-

University of Leeds (1984) (pp. 1-117).

28. Driver R., and Millar R., Energy matters, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds (1985) pp. 1-199.

29. Driver R., Approaches to teaching Energy, Centre for studies in Science and Mathematics Education University of Leeds (1987) pp. 1-132.

30. Solomon J., Getting to know about energy - in school and society The Falmer press (1992) pp. 1-201.

31. Duit R. and Haeussler P., Learning and teaching energy, in Fensman P., Gunstone R., & White R. (Eds.), The content of science, The Falmer press (1994) pp. 185-200.

ρηγικούς αντιδραστήρες, τον ήλιο και τη συμβολή του στην ενεργειακή αλυσίδα. Ως γενική παρατήρηση αναφέρεται ότι για ένα μεγάλο μέρος των αποφοίτων οι έννοιες που σχετίζονται με την ενέργεια είναι ιδιαίτερα μπερδεμένες. Οι απαντήσεις τους (συχνά αλληλοαναιρούμενες) φανερώνουν παρανοήσεις που πιθανότατα οφείλονται στην επίδραση των μέσων μαζικής ενημέρωσης. Φαίνεται ότι σε πολλές περιπτώσεις, εξωτερικοί μαθησιακοί παράγοντες επηρεάζουν περισσότερο από την σχολική διδασκαλία τον σχηματισμό των ιδεών των αποφοίτων λυκείου.

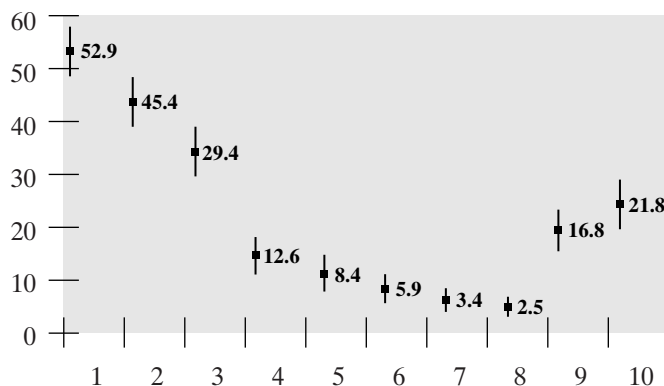
Οι δύο πρώτες ερωτήσεις αφορούσαν τις έννοιες των μορφών ενέργειας και των πηγών ενέργειας. Ως γενική παρατήρηση σε σχέση με τις δύο αυτές έννοιες σημειώνεται ότι φαίνεται να υπάρχει σύγχυση σε σημαντικό ποσοστό των αποφοίτων λυκείου σε σχέση με το τι αποτελεί πηγή ενέργειας. Στην παρούσα ανακοίνωση δεν θα αναλυθεί το πρόβλημα αυτό, αλλά θα επικεντρωθεί στα υπόλοιπα ερωτήματα.

Το δεύτερο τμήμα της έρευνας αφορούσε έννοιες σχετικές με την: (α) ακτινοβολία και (β) τους τρόπους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας.

Τα τελικά δεδομένα παρουσιάζονται σε ιστογράμματα, κάθε σημείο από τα οποία δείχνει το ποσοστό των φοιτητών που έχουν την συγκεκριμένη άποψη. Σε κάθε σημείο κάθε ιστογράμματος δίδεται το συνολικό σφάλμα (υπό μορφή error bar) όπως αυτό υπολογίστηκε ξεχωριστά και ανεξάρτητα για το συγκεκριμένο σημείο. Χρησιμοποιήθηκε λογισμικό κατασκευασμένο ειδικά για τον σκοπό αυτό. Υπολογίστηκε αρχικά η τυπική απόκλιση (διορθωμένη κατά Bessel) για κάθε σημείο. Ακολούθως εκτιμήθηκε το συστηματικό σφάλμα των μετρήσεών μας το οποίο σταθμίστηκε στο επίπεδο του 1,5%, (το οποίο είναι εξ' ορισμού ανεξάρτητο από το στατιστικό) και χρησιμοποιήθηκε μαζί με το αντίστοιχο στατιστικό σφάλμα ώστε να υπολογιστεί το εκάστοτε συνολικό σφάλμα, το οποίο αντιστοιχεί στο κάθε ένα από τα σημεία κάθε ιστογράμματος.

Σημειώνεται ότι πολλές από τις ερωτήσεις που παρουσιάζονται ήταν πολλαπλής επιλογής και οι φοιτητές μπορούσαν να επιλέξουν παραπάνω από μία απάντηση. Για το λόγο αυτό, τα επί μέρους ποσοστά αναφέρονται στο πλήθος των αποφοίτων που επέλεξαν την συγκεκριμένη απάντηση και είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, άρα το άθροισμά των ποσοστών σε καθένα διάγραμμα μπορεί και να υπερβαίνει το 100%. Ακολουθούν οι ερωτήσεις, αναλυτικά.

8. Αναφέρετε κάποιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

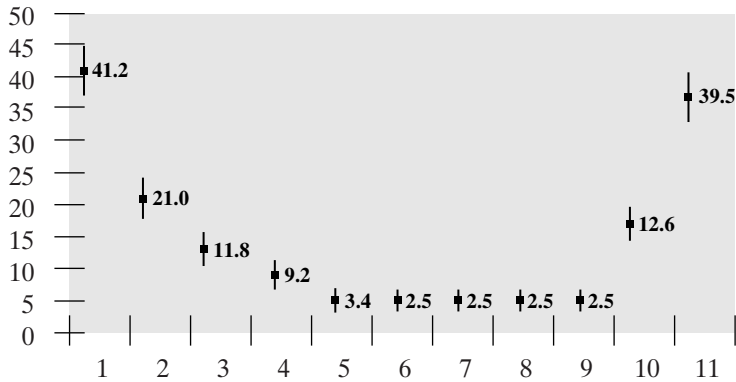


1. Ήλιος.
2. Άνεμος.
3. Νερό.
4. Πετρέλαιο.
5. Κάρβουνο.
6. Πυρήνας.
7. Γεωθερμία.
8. Φυτά.
9. Διάφορες άλλες που κάθε μία αναφέρθηκε από 1-2 φορές.
10. Δεν απάντησαν.

Σημειώνεται ότι ένα ποσοστό 22% ($\pm 4,09\%$) δεν απάντησε αυτή την ερώτηση.

Στο σχήμα όπου παρουσιάζονται οι απαντήσεις, ήλιος και ηλιακή ενέργεια, άνεμος και αιολική ενέργεια, πυρηνική ενέργεια πυρήνας και άτομο παρουσιάζονται ομαδοποιημένες. Αυτό γιατί εάν παραβλέψουμε την σύγκριση, που φαίνεται να υπάρχει σε ένα σημαντικό ποσοστό των αποφοίτων λυκείου σε σχέση με το τι αποτελεί πηγή ενέργειας και το τι είναι μορφή ενέργειας, οι πιο πάνω κατηγορίες αντιπροσωπεύουν αυτό που οι απόφοιτοι προσπαθούσαν να εκφράσουν. Παρατηρούμε ότι πηγές όπως το πετρέλαιο και το κάρβουνο εμφανίζονται σε μικρά αλλά όχι αμελητέα ποσοστά. Η πιο συνηθισμένη ανανεώσιμη πηγή στην Ελλάδα, δηλαδή το νερό, εμφανίζεται μόνο στο 29,4% ($\pm 4,45\%$) των απαντήσεων σε αντιδιαστολή με το άνω των 40% με το οποίο παρουσιάζονται οι πολυδιαφημισμένες πηγές όπως ήλιος και άνεμος, οι οποίες συνεισφέρουν ελάχιστα στην ενεργειακή παραγωγή της Ελλάδος.

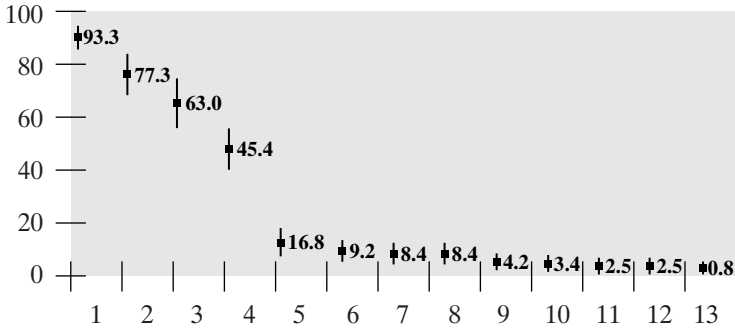
9. Αναφέρετε κάποιες μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας



1. Πετρέλαιο.
2. Κάρβουνο.
3. Πυρηνική ενέργεια.
4. Ηλεκτρική.
5. Νερό.
6. Χημική.
7. Μηχανική.
8. Δυναμική.
9. Πετρώματα.
10. Διάφορες.
11. Δεν απάντησαν.

Σημειώνεται ότι ένα υψηλό ποσοστό 39,5% ($\pm 4,74\%$) δεν απάντησε καθόλου στην ερώτηση αυτή. Φαίνεται ότι οι φοιτητές δεν αναγνωρίζουν τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρόλο που αυτές είναι οι περισσότερες χρησιμοποιούμενες στην καθημερινή ζωή.

10. Για ποια από τα παρακάτω είναι υπεύθυνη (άμεσα ή έμμεσα) η ηλιακή ακτινοβολία;

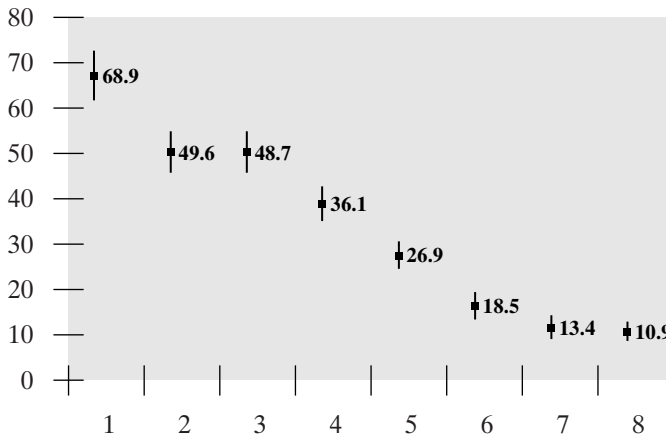


1. Ηλιακή ενέργεια.
2. Για τη δημιουργία της ζωής στη γη.
3. Για τη μορφολογία του εδάφους.
4. Γεωθερμία.
5. Πυρηνική ενέργεια.
6. Σεισμοί.
7. Υδροηλεκτρική ενέργεια.
8. Βιομάζα.
9. Ηφαίστεια.
10. Κύματα της θάλασσας.
11. Αιολική ενέργεια.
12. Πετρέλαιο και κάρβουνο.
13. Παλιρροιακή ενέργεια.

Παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι φοιτητές επέλεξαν το ταυτόσημο: την ηλιακή ενέργεια. Η δεύτερη επιλογή τους (η δημιουργία της ζωής στη γη) πρέπει να έχει επηρεαστεί από το μάθημα φυσικής που βρισκόταν σε εξέλιξη. Περιέργη είναι η τρίτη τους επιλογή η μορφολογία του εδάφους. Η τέταρτη επιλογή τους (η γεωθερμία) είναι πιθανόν να οφείλετε σε σύγχυση με φράσεις-κλισέ που αναφέρονται (χωρίς πολλές διευκρινήσεις) όπως «φαινόμενο του θερμοκηπίου», και «αύξηση της θερμοκρασίας της γης» (και όχι της ατμόσφαιρας όπως θα έπρεπε κανονικά να τονίζεται). Οι δύο αυτές φράσεις-κλισέ αναφέρονται συχνά στις ψευτο-επιστημονικές σελίδες των μέσων μαζικής ενημέρωσης (Μ.Μ.Ε.). Περιέργη είναι και η έκτη επιλογή (σεισμοί) η οποία ίσως να σχετίζεται με την τρίτη επιλογή (μορφολογία του εδάφους) που σε συνδυασμό υποκρύπτουν μάλλον μία σοβαρότερη παρανόηση.

Αξίζει ακόμα να σημειωθεί το μικρό ποσοστό των φοιτητών που συνδέουν την αιολική ενέργεια με τον ήλιο, παρ' ότι την αναφέρουν σε πολύ μεγάλα ποσοστά ως μορφή ενέργειας. Η μη σύνδεση των πετρελαίου-κάρβουνου (που αναγνωρίζονται ως πηγές ενέργειας) με τον ήλιο είναι ευκολότερο να κατανοηθεί, λόγω της έμμεσης σύνδεσής τους.

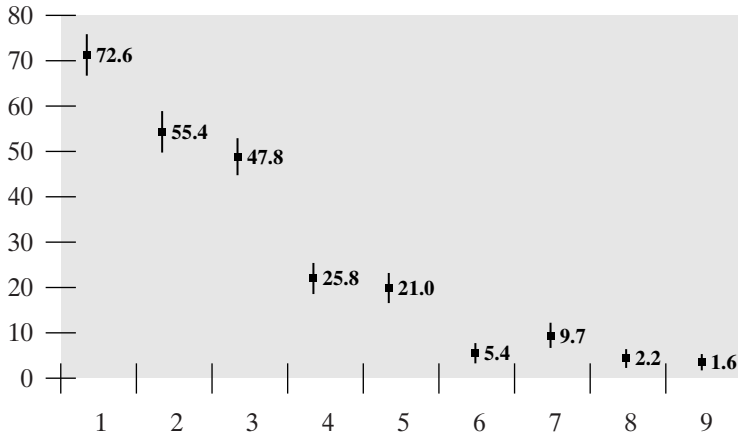
11. Ποίες από τις προτάσεις που αναφέρονται σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα διάσπασης βρίσκεται σωστές;



1. Οι πυρηνικοί αντιδραστήρες πρέπει να κατασκευάζονται σε περιοχές έρημες. Μια μεγάλη έκταση γύρω από αυτούς δεν μπορεί να καλλιεργηθεί και να κατοικηθεί.
2. Αποβάλλει στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες ραδιενέργειας που είναι καταστροφική για τον άνθρωπο.
3. Ένας πυρηνικός αντιδραστήρας είναι λιγότερο φιλικός για το περιβάλλον από ότι ένα θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο.
4. Το νερό που χρησιμοποιείται στον πυρηνικό αντιδραστήρα για να κινήσει τις ηλεκτρογεννήτριες είναι ραδιενεργό και επικίνδυνο για τον άνθρωπο.
5. Οι έλεγχοι ασφάλειας είναι τόσο υψηλοί που η διαρροή ραδιενέργειας είναι πολύ χαμηλή. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι κάτοικοι μιας περιοχής με κοιτάσματα ουρανίου δέχονται περισσότερη ακτινοβολία που αυτούς που μένουν και εργάζονται στον αντιδραστήρα.
6. Ένα θερμοπυρηνικό εργοστάσιο μπορεί και να αποβάλει στη ατμόσφαιρα περισσότερη ραδιενέργεια από ότι ένας πυρηνικός αντιδραστήρας.
7. Το νερό που χρησιμοποιείται στον πυρηνικό αντιδραστήρα για να κινήσει τις ηλεκτρογεννήτριες είναι καθαρό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και ως πόσιμο.
8. Η έκταση γύρω από τους πυρηνικούς αντιδραστήρες είναι απόλυτα καθαρή και μπορεί να καλλιεργηθεί και να κατοικηθεί.

Είναι φανερή η επιρροή των μέσων μαζικής ενημέρωσης στις απαντήσεις των φοιτητών. Αξίζει να αναφέρουμε ότι μόνο 1 φοιτητής έδωσε τις επιστημονικά σωστές απαντήσεις ενώ 15 έδωσαν τις εντελώς αντίθετες απαντήσεις από τις επιστημονικά ορθές.

12. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις που αφορούν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα σήμερα είναι σωστές;

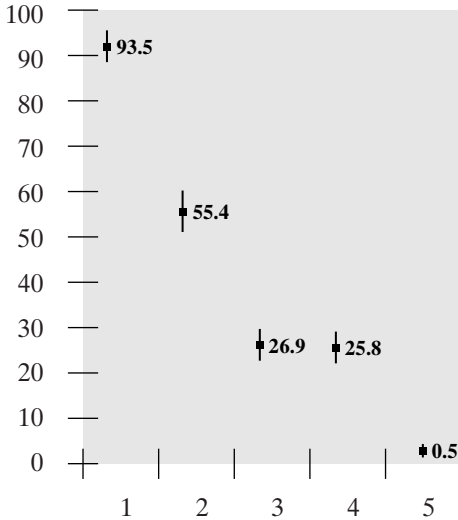


1. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς.
2. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται με ανεμογεννήτριες.
3. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς.
4. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται κατευθείαν από τον ήλιο, με ηλιοσυλλέκτες.
5. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε πυρηνικούς ενεργειακούς σταθμούς.
6. Η ηλεκτρική ενέργεια δεν παράγεται δεν μπορούμε να παράγουμε ενέργεια, απλά υπάρχει όπως το άνθρακιο και το πετρέλαιο την αντλούμε από το έδαφος και την χρησιμοποιούμε.
7. Η ηλεκτρική ενέργεια επειδή χρησιμοποιείται μειώνεται σε ποσότητα και τελικά θα εξαντληθεί.
8. Κάτι άλλο, αναφέρετε τι: _____.
9. Δεν απάντησαν.

Στην Ελλάδα το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια (περίπου το 70% σύμφωνα με το site της ΔΕΗ). Αυτό φαίνεται να μην έχει γίνει συνείδηση στους φοιτητές αφού μόνο ένα ποσοστό 47,8% ($\pm 3,6\%$) τα αναφέρει ως ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς. Αρκετά υψηλό είναι και το ποσοστό 25,8% ($\pm 3,6\%$) που αναφέρει ως ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς τους ηλιοσυλλέκτες. Ίσως συγχέουν τους κοινούς ηλιοσυλλέκτες των ηλιακών θερμοσίφωνων, που υπάρχουν πλέον σχεδόν σε κάθε σπίτι, με τους φωτοβολταϊκούς ηλιοσυλλέκτες. Συνολικά φαίνεται ότι οι φοιτητές δεν θυμούνται ώστε να αναφέρουν τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παρότι κυρίως αυτές είναι που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή. Δύο πιθανές εξηγήσεις είναι (α) η προβολή των «οικολογικών» μορφών ενέργειας από διάφορα εκπαιδευτικά προγράμματα, δημοσιεύματα και εκπομπές οικολογικού περιεχομένου και (β) τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια που είναι διάσπαρτα στον Ελλαδικό χώρο, σε αντίθεση με τα θερμοηλεκτρικά που είναι συγκεντρωμένα κυρίως στην βόρεια Ελλάδα. Επίσης, τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια λόγω των τεχνητών λιμνών που σχηματίζονται αποτελούν συχνά τουριστικό προορισμό. Έτσι μένουν στη μνήμη ευκολότερα.

13. Γενικές ερωτήσεις για την ενέργεια:

13.1. Μέτρηση ενέργειας

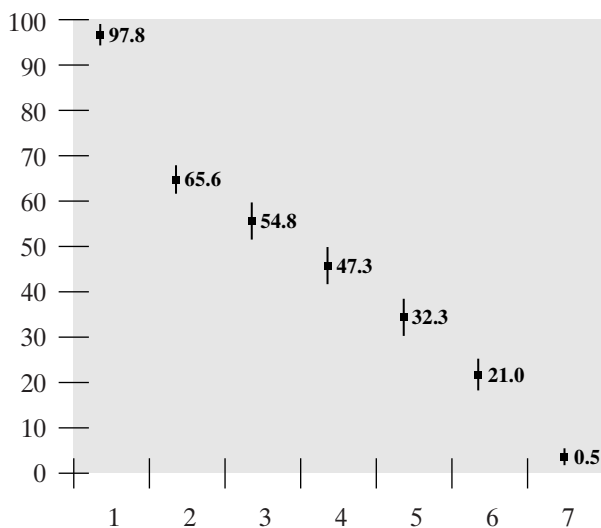


1. Η ενέργεια μετριέται σε joules (τζάουλς).
2. Η ενέργεια μετριέται σε calories (θερμίδες).
3. Η ενέργεια μετριέται σε kWh (κιλοβατώρες).
4. Η ενέργεια μετριέται σε kW (κιλοβάτ).
5. Δεν απάντησαν.

Ένα μεγάλο ποσοστό των φοιτητών δεν γνωρίζει σε τι μονάδες μετριέται η ενέργεια. Ο λογαριασμός της ΔΕΗ αναφέρεται σε kWh, και ως εκ τούτου αναμενόταν οι φοιτητές να γνωρίζουν τη μονάδα μέτρησης. Όμως, μόνο ένα ποσοστό 55,38% ($\pm 4,0\%$) απαντάει σωστά, ενώ 26,88% ($\pm 3,9\%$) επιλέγει το kW (μονάδα ισχύος). Περίπου οι μισοί από αυτούς που επέλεξαν την επιλογή 3 (δηλ. kWh) ή την επιλογή 4 (δηλ. kW) επέλεξαν και τα δύο. Με άλλα λόγια, ένα 50% αυτών που επέλεξαν κάποια από αυτές τις δύο απαντήσεις, επιλέγει τόσο τα kW όσο και τις kWh (δηλαδή ένα ποσοστό 13,4% ($\pm 2,9\%$) του συνολικού δείγματος!). Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σύγχυση ανάμεσα στις έννοιες της ισχύος και της ενέργειας.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το ποσοστό στην απάντηση (2) «η ενέργεια μετριέται σε calories (θερμίδες)». Στη σημερινή κοινωνία που ο όρος «περιέχει τόσες θερμίδες» έχει μπει στην καθημερινή ζωή και πολύς κόσμος προσπαθεί να αδυνατίσει ακολουθώντας δίαιτες με λίγες θερμίδες, μόνο ένα ποσοστό 55,4% ($\pm 4,0\%$) συνδέει τις θερμίδες με την ενέργεια.

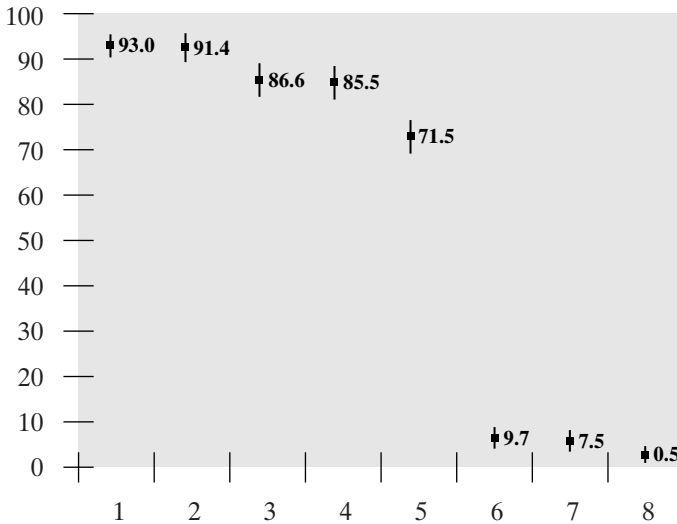
13.2. Γενικές ερωτήσεις για την ενέργεια



1. Η ενέργεια μεταβάλλεται από μια μορφή σε άλλη.
2. Η ενέργεια μπορεί να δημιουργηθεί.
3. Κάθε φορά που διενεργείται κάποια μετατροπή ενέργειας το ποσό της χρήσιμης ενέργειας μειώνεται.
4. Η ενέργεια δημιουργείται σε ένα σταθμό παραγωγής ενέργειας.
5. Η ενέργεια δεν μπορεί να δημιουργηθεί.
6. Η ενέργεια μπορεί να χαθεί ή να καταστραφεί.
7. Δεν απάντησαν.

Υψηλό είναι το ποσοστό 65,9% ($\pm 3,8\%$) των φοιτητών που πιστεύει ότι η ενέργεια μπορεί να δημιουργηθεί (απάντηση 2), καθώς και το ποσοστό αυτών που πιστεύουν ότι η ενέργεια παράγεται σε ένα σταθμό παραγωγής ενέργειας 47,31% ($\pm 4,0\%$). Το σημείο αυτό όπως και το προηγούμενο χρειάζονται περαιτέρω διερεύνηση. Ένα ποσοστό 36,6% ($\pm 3,9\%$) του συνόλου του δείγματος απαντάει θετικά και στα 2 αυτά υποερωτήματα.

13.3. Ανθρώπινο σώμα και ενέργεια

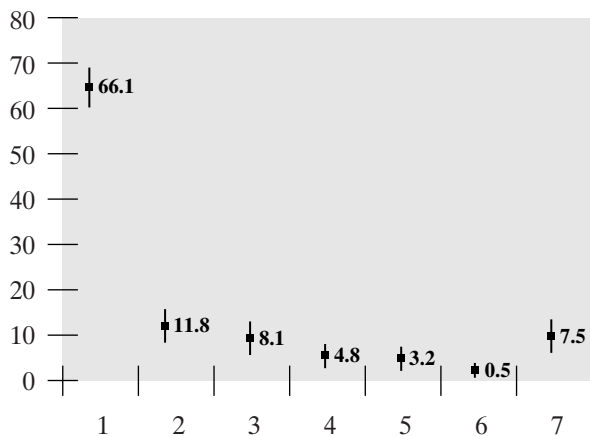


1. Ο άνθρωπος χρειάζεται ενέργεια συνεχώς ακόμα και όταν κάθεται ή κοιμάται.
2. Με την τεχνολογική πρόοδο οι ανάγκες για χρήση ενέργειας αυξάνονται.
3. Ο άνθρωπος χρειάζεται ενέργεια για να θέσει σε λειτουργία τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές.
4. Οι ανάγκες για χρήση ενέργειας αυξάνει όσο αυξάνει το βιοτικό επίπεδο του ανθρώπου.
5. Ο άνθρωπος παράγει ενέργεια όταν κινείται.
6. Ο άνθρωπος δεν χρειάζεται ενέργεια όταν κοιμάται.
7. Ο άνθρωπος χρειάζεται ενέργεια μόνο όταν κινείται.
8. Δεν απάντησαν.

Το πιο ενδιαφέρον αποτέλεσμα είναι το ποσοστό που αντιστοιχεί στην 5η επιλογή. Το 75,15% ($\pm 3,64\%$) των ερωτηθέντων πιστεύει ότι ο άνθρωπος παράγει ενέργεια όταν κινείται. Πιστεύουμε ότι το θέμα αυτό χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση, ώστε να βρεθεί το πώς ακριβώς καταλαβαίνουν οι φοιτητές τον μετασχηματισμό της ενέργειας, που πράγματι επιτελείται κατά την διάρκεια της κίνησης. Ένα ποσοστό μπορεί λ.χ. να πιστεύει ότι οι άνθρωποι αποθηκεύουν (ή αποκτούν) ενέργεια όταν γυμνάζονται, και για τον λόγο αυτό αισθάνονται ευεξία αμέσως μετά.

Αξίζει να σημειωθεί ότι κανένας φοιτητής δεν κατάφερε να απαντήσει σωστά σε όλα τα υπο-ερωτήματα της ερώτησης αυτής.

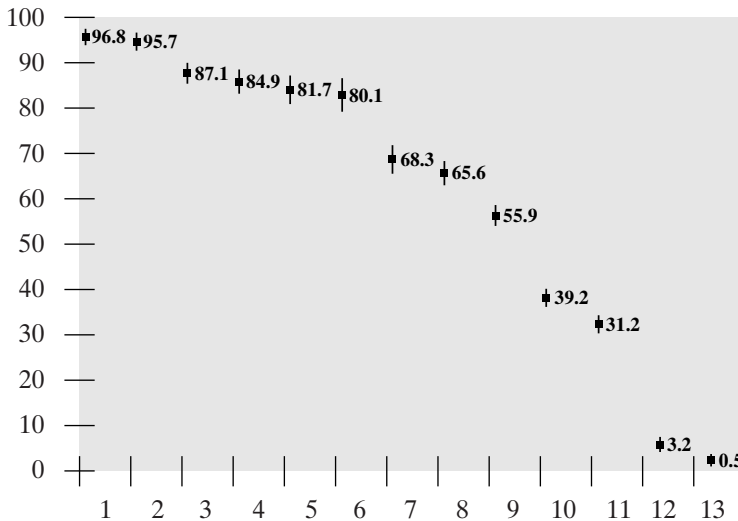
14. Ο όρος Γεωθερμία αναφέρεται:



1. Σε ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης.
2. Σε ενέργεια που προέρχεται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των υψηλών και των χαμηλών στρωμάτων της ατμόσφαιρας.
3. Σε ενέργεια που προέρχεται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της γης (εδάφους) και του αέρα.
4. Στην αύξηση της θερμοκρασίας της γης.
5. Σε ενέργεια που προέρχεται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της θάλασσας και του εδάφους.
6. Κάτι άλλο, αναφέρατε τι _____.
7. Δεν απάντησαν.

Φαίνεται ότι ένα καλό ποσοστό των αποφοίτων γνωρίζει την έννοια της γεωθερμίας. Στην ερώτηση αυτή οι απόφοιτοι μπορούσαν να επιλέξουν μόνο μία απάντηση.

15. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις που αναφέρονται στην ακτινοβολία είναι σωστές;



1. Ο ήλιος εκπέμπει ακτινοβολία που μας ζεσταίνει, και διατηρεί τη ζωή στη γη, αλλά που μπορεί επίσης να έχει και δυσάρεστες συνέπειες.
2. Οι ακτινοβολίες χρησιμοποιούνται στην ιατρική για διαγνωστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς.
3. Οι σταθερές κεραίες που μεταφέρουν τα σήματα του ραδιοφώνου, της τηλεόρασης και του κινητού τηλεφώνου εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.
4. Οι αναμεταδότες της κινητής τηλεφωνίας εκπέμπουν ακτινοβολία που είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο.
5. Οι φούρνοι μικροκυμάτων εκπέμπουν ακτινοβολία.
6. Το ραντάρ (radar) εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία όταν δουλεύει.
7. Τα κινητά τηλέφωνα εκπέμπουν ακτινοβολία συνεχώς εκτός αν είναι κλειστά.
8. Η αρχική δημιουργία ζωής στη γη οφείλεται στην ηλιακή ακτινοβολία.
9. Οι ακτίνες X είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.
10. Οικιακές συσκευές όπως το ψυγείο, η ηλεκτρική κουζίνα, το καλοριφέρ, και επίσης το τζάκι εκπέμπουν ακτινοβολία.
11. Οι αναμεταδότες της τηλεόρασης και του ραδιοφώνου εκπέμπουν ακτινοβολία επικίνδυνη για τον άνθρωπο.
12. Η ακτινοβολία είναι πάντοτε καταστροφική για τον άνθρωπο.
13. Δεν απάντησαν.

Είναι φανερό η επιρροή των μέσων μαζικής ενημέρωσης στις απαντήσεις των φοιτητών. Ενώ το 87,1% ($\pm 3,2\%$) δέχεται ότι οι φούρνοι μικροκυμάτων εκπέμπουν ακτινοβολία, μόνο το 39,2 ($\pm 3,9\%$) δέχεται ότι και άλλες ηλεκτρικές συσκευές, π.χ. το καλοριφέρ και το τζάκι, εκπέμπουν ακτινοβολία. Να σημειώσουμε εδώ ότι ένα ποσοστό 37,6% ($\pm 3,9\%$) του συνόλου του δείγματος επιλέγει και τα δύο. Αυτό το τελευταίο δεν είναι αξιοπερίεργο, με δεδομένη την δημοσιότητα σχετικά με τους φούρνους μικροκυμάτων. Μόνο ένα 55,9 % ($\pm 3,7\%$) ανα-

γνωρίζει τις ακτίνες X ως τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Σχετικά με την επικινδυνότητα, ή μάλλον το τι θεωρούν επικίνδυνο, ένα ποσοστό 84,9% ($\pm 3,0\%$) δέχεται ότι οι κεραίες μετάδοσης των δικτύων κινητής τηλεφωνίας εκπέμπουν επικίνδυνη ακτινοβολία, ενώ μόνο ένα ποσοστό 29,6 ($\pm 3,7\%$) του συνόλου δέχεται ότι (ταυτόχρονα με την κινητή τηλεφωνία) συμβαίνει το ίδιο και με τους αναμεταδότες της τηλεόρασης και του ραδιοφώνου. Οι ιδέες των φοιτητών φαίνεται να πηγάζουν κυρίως από τα ηλεκτρονικά μέσα ενημέρωσης (ραδιόφωνο - τηλεόραση), στα οποία γίνεται πολύς λόγος για τα κινητά τηλέφωνα, αλλά ελάχιστη για την ακτινοβολία από αυτά τα ίδια.

Μόνο 3 άτομα απάντησαν σωστά σε όλα τα υπο-ερωτήματα.

16. Ερευνητικά συμπεράσματα

Φαίνεται, εκ των πραγμάτων, ότι είτε μερικές βασικές επιστημονικές έννοιες δεν καλύπτονται επαρκώς από τη σχολική ύλη, είτε η διδασκαλία (στην βασική εκπαίδευση και στο λύκειο) αποτυγχάνει στην ποθητή μόνιμη αναδόμηση των ιδεών των μαθητών στα θέματα σχετιζόμενα με τις έννοιες αυτές. Οι μαθητές, έτσι, επανέρχονται στις παλαιότερες ιδέες τους ή υιοθετούν τις (συνήθως στρεβλές και μονομερείς) ιδέες που προτείνονται αφειδώς από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης.

Παρά το ότι η εικόνα δεν είναι πλήρως απογοητευτική, αποκαλύπτεται από την παρούσα έρευνα ότι ένα μέρος των φοιτητών έχει συγκεχυμένη αντίληψη για τις έννοιες της ενέργειας και της ακτινοβολίας. Ένα μεγάλο ποσοστό φοιτητών μπερδεύει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με τις μορφές ενέργειας, κάτι που δεν παρατηρείται στις μη ανανεώσιμες πηγές. Ένα μεγάλο ποσοστό πιστεύει ότι ένας πυρηνικός αντιδραστήρας είναι καταστροφικός για το περιβάλλον. Τα 2/3 των ερωτηθέντων δέχεται ότι η ενέργεια μπορεί να δημιουργηθεί. Στο σημείο αυτό πιστεύουμε ότι οι φοιτητές δεν αναφέρονται στις πυρηνικές αντιδράσεις (όπου πράγματι η μάζα μετατρέπεται σε ενέργεια) αλλά ότι υπάρχει σύγχυση ανάμεσα στην συνολική ενέργεια με την ηλεκτρική ενέργεια. Ένα επίσης πολύ μεγάλο ποσοστό (63.03%) αναφέρει ότι ο ήλιος είναι υπεύθυνος για τη μορφολογία του εδάφους. Φαίνεται ακόμα να υπάρχει αρκετή σύγχυση ανάμεσα στην ισχύ και την ενέργεια. Οι φοιτητές δέχονται ότι οι κεραίες κινητής τηλεφωνίας εκπέμπουν ακτινοβολία επικίνδυνη για τον άνθρωπο, δεν δέχονται όμως το ίδιο για τις κεραίες της τηλεόρασης και του ραδιοφώνου. Για ένα μεγάλο ποσοστό φοιτητών ο άνθρωπος «παράγει ενέργεια όταν κινείται» ενώ για τους περισσότερους, η ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα παράγεται κυρίως σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς και με ανεμογεννήτριες (ίσως γιατί μετά την επιδότηση των ανεμογεννητριών από την Ε.Ε. βλέπουμε πλέον ανεμογεννήτριες σε πολλές περιοχές της Ελλάδας). Εδώ ουσιαστικά παρατηρείται μία σύγχυση μεταξύ αυτού που προβάλλεται ως επιθυμητό και της πραγματικής κατάστασης.

17. Η πρόταση για εκπαιδευτική παρέμβαση

Είναι, πράγματι, πολύ ευκολότερο να διαπιστώνεις παρά να διορθώνεις. Πάντα κάποιος αποδιοπομπαίος τράγος ευθύνεται για όλα τα δεινά, και όλοι αισθανόμαστε καλύτερα. Πλην όμως, αυτή καθεαυτή η διαπίστωση του όποιου προβλήματος, και η αποδοχή του, είναι το πρώτο βήμα για την λύση του. Ξεκάθαρα, όμως, το πρόβλημα είναι βασικά εκπαιδευτικό (δηλαδή δικό μας) και πολλά μπορούν και πρέπει να γίνουν για να λυθεί. Τα ακόλουθα αποτελούν μία πρόταση για εκπαιδευτική παρέμβαση. Πιστεύουμε ότι:

1. Το σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα (δημοτικού και γυμνασίου) χρειάζεται επαναπρογραμματισμό, αφιερώνοντας περισσότερο χρόνο στην επιστήμη και την τεχνολογία. Θα χρειαστεί σκληρός αγώνας για να επαναφέρουμε την επιστήμη στην θέση που θα έπρεπε δικαιωματικά να κατέχει: το κέντρο της σχολικής εκπαίδευσης.
2. Η αξία της επιστήμης και της τεχνολογίας πρέπει να τονιστεί και για αυτό περισσότερος χρόνος διδασκαλίας πρέπει να αφιερωθεί σε εκείνα τα επιστημονικά θέματα, εφαρμογές των οποίων συναντάμε στην καθημερινή ζωή. Οι εφαρμογές, αυτές καθαυτές, πρέπει να τονίζονται.
3. Η σημασία της επιστήμης και της τεχνολογίας στην οικονομία και στον πολιτισμό πρέπει να τονίζεται και σε άλλα σχολικά μαθήματα στα πλαίσια της διαθεματικής προσέγγισης. (Όταν λ.χ. το μάθημα της Ιστορίας αναφέρεται στην βιομηχανική επανάσταση πρέπει να τονιστούν οι σημαντικές αλλαγές που οι μηχανές έφεραν στον κόσμο). Αν οι αντίστοιχοι δάσκαλοι και καθηγητές τα παραγνωρίζουν, θα πρέπει τότε να εκπαιδευτούν καλύτερα ή να εκπαιδευτούν ξανά. Η συμβολή αυτή πρέπει (ομοίως) να τονίζεται και από τους διδάσκοντες τα μαθήματα φυσικών επιστημών. Στο σημείο αυτό χρειάζεται απαραίτητα προσοχή διότι, χωρίς αύξηση του χρόνου διδασκαλίας των επιστημών στα σχολεία, караδοκει πάντα ο κίνδυνος το μάθημα της Φυσικής να καταλήξει να μετουσιωθεί (μετατρέπόμενο σε μάθημα Ιστορίας των Επιστημών και Οικονομίας της Τεχνολογίας).
4. Η διδασκαλία της επιστήμης πρέπει να ξεκινήσει όσο το δυνατόν πιο νωρίς, (ακόμα και αν, για να συντελεστεί τέτοια αλλαγή, χρειαστεί να μετεκπαιδευτούν όλοι οι δάσκαλοι και οι νηπιαγωγοί). Ο J. Holman³² αναφέρει ότι «όσο πιο σύντομα ξεκινήσουμε να χρησιμοποιούμε την έννοια της ενέργειας, ακόμα και αν αυτή δεν είναι πλήρως κατανοητή από τους μαθητές τόσο πιο σύντομα θα αρχίσει να αναπτύσσεται και να καθιερώνεται στους μαθητές». Παράλληλα, ο R. Osborne³³ λέει ότι «στην προσπάθεια να μη δώσουμε κάποιες

32. Holman J., Teaching about energy-the chemical perspective in Rriver R., Millar R. (Eds) , Energy matters Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds (1985) p. 48.

33. Osborne R. Freyberg P., Building on children's intuitive ideas in Osborne R. Freyberg P. (Eds), Learning in Science, the implication of children's science, Heinemann (1985) p. 49.

έννοιες πολύ νωρίς στους μαθητές, καταλήξαμε να τις διδάσκουμε όταν οι μαθητές έχουν χάσει το ενδιαφέρον τους».

5. Το σημαντικότερο όμως βήμα ίσως είναι η χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού με χρήση πολυμέσων και διαδικτύου (internet) στην εκπαιδευτική διαδικασία.

18. Οι λόγοι για τους οποίους, στην προτεινόμενη εκπαιδευτική παρέμβαση, περιλαμβάνεται και η διδασκαλία με σύγχρονες τεχνολογίες Η/Υ με χρήση πολυμέσων και διαδικτύου (internet)

Οι Ιωαννίδης και Γαρυφαλλίδου αναφέρουν³⁴ τα εξής πλεονεκτήματα της χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας.

1. Δίνει τη δυνατότητα εξατομικευμένης διδασκαλίας. Ο κάθε μαθητής προχωράει ακολουθώντας το δικό του ρυθμό. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής του εξηγεί τη θεωρία α) με την παράθεση πληροφοριών κανόνων και εικόνων β) με προσομοίωση πειραμάτων, χημικών αντιδράσεων και μορίων, μαχών, τρόπου λειτουργίας, χαρτών κ.ά. Στη συνέχεια ελέγχει αν αυτή η θεωρία έχει εμπεδωθεί με την παράθεση ερωτήσεων και ασκήσεων. Αν ο μαθητής έχει κατανοήσει το «μάθημά του» μπορεί να συνεχίσει στο επόμενο κεφάλαιο. Αν ο μαθητής έχει κενά τότε το εκπαιδευτικό λογισμικό εξηγεί πάλι το θέμα και αξιολογεί την προσπάθεια του μαθητή. Σε ορισμένα προγράμματα υπάρχει και επιβράβευση του μαθητή. Αν απαντήσει σωστά τότε κερδίζει κάποια εικόνα, ή βλέπει video ή του επιτρέπεται να παίξει για συγκεκριμένο χρόνο κάποιο παιχνίδι.

2. Δίνει τη δυνατότητα διαφοροποίησης του χρόνου διδασκαλίας και του χρόνου μελέτης-μάθησης. Το αντικείμενο μπορεί να διδαχθεί σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, για παράδειγμα την ώρα του μαθήματος της επιστήμης, και η εμπέδωσή του να γίνει μερικές ώρες αργότερα στην τάξη δημιουργικών δραστηριοτήτων ή στο σπίτι.

3. Έχει τη δυνατότητα άμεσης αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ διδάσκοντος και διδασκόμενων. Μόλις ο Η/Υ (δάσκαλος) εντοπίσει λάθος αμέσως δίνει σήμα και ο μαθητής πρέπει να προσπαθήσει πάλι. Αν ο μαθητής δεν μπορεί να εντοπίσει το λάθος του, τότε ο Η/Υ κάνει τη διόρθωση. Η διόρθωση γίνεται την ώρα που γίνεται το λάθος και όχι όπως γίνεται στις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας μετά την πάροδο κάποιας χρονικής περιόδου, όταν δηλαδή ο δάσκαλος θα επιστρέψει στο μαθητή το γραπτό του διορθωμένο. Πολύ συχνά τα

34. Γαρυφαλλίδου Δ.Μ., Ιωαννίδης Γ.Σ., Εκπαιδευτικό λογισμικό, πολυμέσα και internet - σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους», πρακτικά 1ου Διεθνούς συνεδρίου διδακτικής των Θετικών Επιστημών, Κύπρος, (1999) (ISBN 9963-0-9062-1), σελ. 281-296.

γραπτά διορθώνονται σπίτι και την άλλη μέρα που επιστρέφονται απλά τοποθετούνται στην τσάντα χωρίς κανένα σχολιασμό των λαθών. Με τον δάσκαλο ηλεκτρονικό υπολογιστή ο μαθητής μαθαίνει από το λάθος του αφού παραπέμπεται στους σχετικούς κανόνες, ενώ στις παραδοσιακές μεθόδους γυρίζει στο διορθωμένο γραπτό μόνο και μόνο για να δει το βαθμό που πήρε.

4. Επιτρέπει στο μαθητή να «αυτενεργήσει» ώστε να ανακαλύψει το αντικείμενο της μελέτης του. Ο μαθητής μπορεί να προσπαθήσει όσες φορές θέλει να βρει τη σωστή απάντηση ή λύση ή και διαδικασία αφού στην διδασκαλία με ηλεκτρονικό υπολογιστή δεν τίθενται χρονικά όρια μέσα στα οποία πρέπει να ολοκληρωθεί η παράδοση και η εμπέδωση του αντικειμένου. Αντίθετα στο παραδοσιακό σχολείο έχουμε συγκεκριμένο αριθμό ωρών για κάθε μάθημα, που είναι ποσοτικά ο ίδιος για όλους τους μαθητές και ανεξάρτητος από την προσωπική τους ικανότητα.

Είναι προφανές το όφελος για μαθητές και δασκάλους από την χρήση τέτοιων εφαρμογών στα ελληνικά σχολεία. Αντί να έχουμε μονοθέσια και γενικότερα ολιγοθέσια σχολεία, όπου ένας δάσκαλος διδάσκει σε όλες τις τάξεις όλα τα μαθήματα και άρα δεν μπορεί να παρακολουθεί τη δουλειά των μαθητών του αποτελεσματικά, θα μπορούσαμε να έχουμε ηλεκτρονικούς υπολογιστές που διδάσκουν και το δάσκαλο να παρακολουθεί την πρόοδο των μαθητών του με τη βοήθεια του μηχανήματος. Με τη μέθοδο αυτή αφιερώνοντας τον ίδιο χρόνο προσφέρει στους μαθητές του περισσότερα.

5. Με τη χρήση της τηλεματικής παρέχει τη δυνατότητα διαφοροποίησης του τύπου όπου βρίσκεται ο διδάσκοντας και αυτού που βρίσκεται ο κάθε μαθητής. Με αυτή την τεχνική ο δάσκαλος ή ο καθηγητής αντί να βρίσκεται σε μία συγκεκριμένη αίθουσα διδασκαλίας μπορεί να βρίσκεται στο σπίτι του, στην αίθουσα διδασκαλίας ενός άλλου σχολείου ή στο εργαστήριο Η/Υ ενός πανεπιστημίου, που μπορεί να είναι στην γειτονική πόλη, αλλά ακόμα και σε άλλη χώρα. Οι μαθητές είναι συνδεδεμένοι σε ένα WAN (Wide Area Network Δίκτυο ευρείας περιοχής) και είναι σε θέση να δέχονται και να στέλνουν πληροφορίες στους υπόλοιπους μαθητές και στο δάσκαλο. Η τηλεματική μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους: (α) Οι μαθητές συνδέονται συγκεκριμένη μέρα και ώρα και παρακολουθούν το δάσκαλο, μέσω του υπολογιστή. Εκφράζουν απορίες και παίρνουν απαντήσεις τη στιγμή που γίνεται το μάθημα. (β) Ο δάσκαλος γράφει το μάθημα σε κάποιο server (εξυπηρετητή) και ο μαθητής μπορεί να το παρακολουθήσει όποια χρονική στιγμή θεωρεί καταλληλότερη. Οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις σε αυτή την περίπτωση αποστέλλονται με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο e-mail.

Με τη χρήση της τηλεματικής οι μαθητές των ολιγοθέσιων σχολείων, μπορούν να παρακολουθούν το μάθημα από το πλησιέστερο εξατάξιο σχολείο. Έτσι δημιουργούνται καλύτερες συνθήκες εκπαίδευσης και εξασφαλίζεται η ισότητα

ευκαιριών. Ο δάσκαλος του ολιγοθέσιου σχολείου επιβλέπει και τους μαθητές, και τους βοηθάει όπου και όταν χρειάζεται.

6. Η τηλεματική μας δίνει ακόμα τη δυνατότητα σχηματισμού εξειδικευμένων διδακτικών ομάδων (τάξεων) η ύπαρξη των οποίων θα ήταν για οικονομικούς ή φυσικούς λόγους αδύνατη. (π.χ. διδασκαλία ξένων γλωσσών ή γλωσσών προγραμματισμού σε ολιγοθέσια σχολεία).

7. Εξασφαλίζει ίσες ευκαιρίες σε όλους τους μαθητές αφού όλοι μπορούν να έχουν πρόσβαση στον καλύτερο δάσκαλο, στην οργανωμένη βιβλιοθήκη, στο πειραματικό εργαστήριο (προσομοιώσεις), ενώ το υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα ευνοούσε τους μαθητές των μεγάλων αστικών κέντρων που είχαν περισσότερες δυνατότητες.

8. Επιτρέπει την προσομοίωση πειραμάτων που είναι πρακτικά δύσκολο ή και φυσικώς αδύνατο να γίνουν στην τάξη. Στον Η/Υ μπορούμε να προσομοιώσουμε την περιστροφή των πλανητών, ή να προσομοιώσουμε πειράματα μηχανικής με τριβές (όπου στην πράξη είναι πάρα πολύ δύσκολο να δούμε με ποια ακριβώς δύναμη ένα σώμα αρχίζει να ολισθαίνει, ενώ στην προσομοίωση έχουμε τα διάφορα όργανα που μας δίνουν τις μετρήσεις όταν “εφαρμόζουμε” άλλες δυνάμεις). Μπορούμε να μεταβάλλουμε παραμέτρους όπως η ένταση της βαρύτητας και να παρακολουθήσουμε την εξέλιξη του πειράματός μας. Με τον Η/Υ μπορούμε να ενεργοποιήσουμε αλυσιδωτές αντιδράσεις. Αν η πίεση, για παράδειγμα, φτάσει σε συγκεκριμένη τιμή και η θερμοκρασία σε μία άλλη τιμή, τότε θα ανοίξει κάποια βαλβίδα και... συμβαίνει κάποιο άλλο γεγονός. Τα πρώτα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι η χρήση πειραμάτων προσομοίωσης με χρήση υπολογιστή βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση των φαινομένων και των επιστημονικών θεωριών, από τους μαθητές και φοιτητές, και ότι τα αποτελέσματα αυτά είναι πιο σταθερά από ότι αν τα πειράματα γίνονταν με τις παραδοσιακές μεθόδους^{35, 36, 37}.

Η χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού στην διδασκαλία παρουσιάζει πολλά άλλα πλεονεκτήματα:

1. Ο δάσκαλος μπορεί να το χρησιμοποιήσει είτε για να βελτιώσει το επίπεδο των γνώσεών του, είτε για να διδάξει αργότερα αυτό που έμαθε στους μαθη-

35. Παναγιωτακόπουλος Χ. Θ., Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής με λογισμικό πολυμέσων ως σύγχρονο εργαλείο στη μέτρηση του χρόνου, αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή (1997).

36. Dahncke H. Behrendt H. and Reiska P., Taking action and learning Physics - Research in Secondary School Classes in Two countries Regarding Experiments and computer Simulation, in Valandis N., (ed) proceedings of 1st IOSTE Symposium in Southern Europe, Science and Technology Education: Preparing Future citizens (2001) Volume II pp. 324-333.

37. McDermott L.C., Students' conceptions and problem solving in Mechanics, in A. Tiberghien, E.L. Jossem, J. Barojas Eds, Connecting Research in Physics Education with Teacher Education An I.C.P.E. Book © International Commission on Physics Education 1997, 1998 I.S.B.N. 0-9507510-3-0.

τές του. Η μετακίνηση μέσα στο περιεχόμενο του εκπαιδευτικού λογισμικού είναι εύκολη και έτσι ο χρήστης βρίσκει γρήγορα την πληροφορία που χρειάζεται χωρίς να πρέπει να κατεβάσει τόμους εγκυκλοπαιδειών ή να ψάχνει σε εξειδικευμένα βιβλία.

2. Ο δάσκαλος μπορεί να το χρησιμοποιήσει ως εργαλείο, όπως λ.χ. για την επίδειξη ενός πειράματος. Στη συνέχεια μπορεί να ζητήσει από τους μαθητές του να μεταβούν μαζί του στο εργαστήριο φυσικής και να εκτελέσουν το πείραμα, ανατρέχοντας όπου χρειάζεται στον Η/Υ για οδηγίες.
3. Ορισμένα προγράμματα εκπαιδευτικού λογισμικού επιτρέπουν στο δάσκαλο να μεταφέρει (αντιγράφει) κείμενα και εικόνες για να παράγει έντυπο υλικό με τους μαθητές του. Κάποια άλλα προγράμματα προσφέρουν έτοιμα φύλλα εργασίας και ασκήσεις.
4. Ο δάσκαλος μπορεί να χρησιμοποιήσει το εκπαιδευτικό λογισμικό για τη διδασκαλία συγκεκριμένης ύλης. Η χρήση αυτή γίνεται μια ιδιαίτερα εύκολη διαδικασία αν το εκπαιδευτικό λογισμικό περιέχει παραδείγματα μαθημάτων ή φύλλα με (διδασκτικές) ερωτήσεις προς τους μαθητές.
5. Ο μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει το εκπαιδευτικό λογισμικό για αυτοεκπαίδευση (στο σπίτι) ή στην ώρα της μελέτης με την επίβλεψη του δασκάλου.

Απαραίτητες προϋποθέσεις για τα παραπάνω: α) το εκπαιδευτικό λογισμικό να είναι εύχρηστο και ευχάριστο στην εμφάνισή του β) η ύλη να είναι χωρισμένη σε επίπεδα έτσι ώστε το εκπαιδευτικό λογισμικό να είναι χρήσιμο σε διαφορετικές ομάδες μαθητών με διαφορετικό στάδιο νοητικής ανάπτυξη και διαφορετική ηλικία (διότι όπως έχει αποδειχθεί η νοητική και η ηλικιακή ανάπτυξη του μαθητή δεν συμβαδίζουν πάντα) γ) το εκπαιδευτικό λογισμικό να έχει σχεδιαστεί από ομάδα ειδικών.

Για όλους τους ως άνω λόγους προκρίνεται η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών Η/Υ, με χρήση πολυμέσων και διαδικτύου (internet), στην εκπαιδευτική διαδικασία.

