



Η ενέργεια ως ενιαίο σύνολο πολλαπλών μορφών και χαρακτηριστικών - μια διδακτική προσέγγιση με και χωρίς χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού

Γαρυφαλλίδου Δ., Ιωαννίδης Γ.

Εργαστήριο Θετικών Επιστημών, Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστημίου Πατρών
d.m.garyfallidou@upatras.gr, gsioanni@upatras.gr

Η παρούσα εργασία αποτελεί μικρό τμήμα μιας πολύ ευρύτερης έρευνας που περιλάμβανε την δημιουργία ενός νέου curriculum για τη διδασκαλία της ενέργειας στο σύνολό της, σε όλες τις μορφές και με όλα τα χαρακτηριστικά της. Στη συνέχεια σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ένα νέο εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο ακολουθεί αυτό το curriculum. Ακολούθησε η εκπαιδευτική δοκιμή όλων αυτών με την ομάδα Α (109 άτομα) να διδάσκεται με χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού, την Β (103 άτομα) να παρακολουθεί παραδοσιακής μορφής διδασκαλία που αξιοποιούσε το νέο curriculum, ενώ η ομάδα ελέγχου Γ (231 άτομα) αποτελείτο από αποφοίτους λυκείου. Έγιναν πολλαπλές (και ευρείες) συγκρίσεις ανάμεσα στις 3 αυτές ομάδες ελέγχοντας ανεξάρτητα, τόσο την επιτυχία του νέου curriculum όσο και του εκπαιδευτικού λογισμικού. Μικρό τμήμα από τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών παρουσιάζονται στην παρούσα, όπου αναφέρονται και μερικές εκπαιδευτικές παρατηρήσεις και συμπεράσματα που προκύπτουν.

Εισαγωγή

Ένα νέο curriculum με σκοπό να διδάξει την ενέργεια στο σύνολό της σχεδιάστηκε. Το νέο αυτό curriculum παρουσιάζεται εδώ εν συντομία. Στην συνέχεια κατασκευάστηκε ένα πρόγραμμα εκπαιδευτικού λογισμικού το οποίο βασιζόταν στο νέο αυτό curriculum, και έχει ήδη παρουσιαστεί (Garyfallidou et al 2005).

Η έννοια της ενέργειας είναι «πρωταρχική» στη φυσική και άρα δεν ορίζεται με βάση άλλες έννοιες (Feynman 1963), αλλά αυτή η ίδια χρησιμοποιείται για να ερμηνεύσει άλλες έννοιες. Η έννοια της ενέργειας είναι, όμως, καθοριστική για την κατανόηση του κόσμου. Κάθε ζωντανός οργανισμός (φυτό ή ζώο) χρειάζεται ενέργεια για να διατηρηθεί στη ζωή. Ο άνθρωπος όμως χρειάζεται επιπλέον ενέργεια για να θέσει σε λειτουργία όλες τις συσκευές και μηχανές που χρησιμοποιεί καθημερινά. Οι ανάγκες για ενέργεια αυξάνονται όσο αυξάνει ο πληθυσμός της γης. Αυξάνουν επίσης με την πρόοδο στην τεχνολογία και την αύξηση του μέσου εισοδήματος. Συνεπώς η ενέργεια είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την οικονομία και την καθημερινή ζωή.

Επειδή η έννοια της ενέργειας είναι θεμελιώδης για την κατανόηση του κόσμου μας, μελετήθηκε από πολλούς ερευνητές τις τελευταίες 2 δεκαετίες. Οι έρευνες αυτές οι οποίες έχουν αναφερθεί αλλού (Ioannidis et al, 2002) αποκάλυψαν πολλές παρανοήσεις σε σχέση με την έννοια της ενέργειας και αρκετούς παράγοντες που συμβάλουν στην δημιουργία παρανοήσεων. Παράγοντες τέτοιων παρανοήσεων είναι μεταξύ άλλων: α) η απουσία συνολικής θεώρησης των αποκαλούμενων «οικολογικών» τρόπων παραγωγής ενέργειας (Ιωαννίδης κ.α. 2005) χωρίς αναφορά στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα ή στο κόστος κατασκευής και λειτουργίας τέτοιων σταθμών, β) η σύγχυση ανάμεσα στο εφικτό και βιώσιμο με το επιθυμητό, από τα ΜΜΕ όπως και αρκετά περιβαλλοντικά προγράμματα γ) Η αντιμετώπιση των ενεργειακών θεμάτων στο υπάρχον αναλυτικό πρόγραμμα βοηθάει επίσης στην δημιουργία παρανοήσεων.



Στο δημοτικό η ενέργεια εισάγεται αρχικά ανάμεσα σε θέματα τα οποία δεν έχουν σχέση με την επιστήμη όπως η γειτονιά μου ήθη και έθιμα και άλλα. Όταν αργότερα εισαχθεί η επιστημονική έννοια της ενέργειας, αυτή εισάγεται με αποσπασματικό τρόπο (π.χ. ξεχωριστά κεφάλαια περί ήχου, ηλεκτρομαγνητισμού κλπ), δηλαδή φαινόμενα που ενώ εξελίσσονται χάρη σε κάποια ενεργειακή μετατροπή δεν συνδέονται άμεσα με αυτή. Έτσι οι μαθητές δυσκολεύονται, τελικά, να αποκτήσουν μια συνολική άποψη για την ενέργεια. Υπάρχουν, βέβαια, και άλλοι παράγοντες.

Το νέο curriculum που σχεδιάστηκε και το λογισμικό που αναπτύχθηκε αντιμετωπίζουν την ενέργεια συνολικά. Έχουν κλιμακούμενους βαθμούς δυσκολίας στις έννοιες, έτσι ώστε να είναι κατάλληλα για άτομα διαφορετικών ηλικιών— από το δημοτικό και άνω — όσο και ενδιαφερόντων. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από δασκάλους και γενικότερα εκπαιδευτικούς με ελλείψεις γνώσεις επιστήμης, από μαθητές κάθε βαθμίδας για αυτο-εκπαίδευση, ως επιβοηθητικό μέσο για την εμπέδωση του μαθήματος, κατά τη διάρκεια της δημιουργικής απασχόλησης, και γενικότερα από οποιονδήποτε θέλει πληροφορίες για αυτό το θέμα.

Το νέο curriculum

Η μάθηση είναι μια πολύπλοκη διαδικασία στην οποία ο μαθητευόμενος διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο. Ο σχηματισμός των ιδεών των μαθητών και η διαδικασία της μάθησης, αν και προφανώς την επηρεάζουν, δεν αποτελούν το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Ο Duit (Duit and Haeussler 1994) αναφέρει τα εξής πέντε χαρακτηριστικά της ενέργειας που πρέπει να περιέχονται σε κάθε curriculum διδασκαλίας της ενέργειας:

1. Η έννοια της ενέργειας
2. Η μεταφορά της ενέργειας
3. Η μετατροπή της ενέργειας
4. Η συγκέντρωση (πυκνότητα) της ενέργειας και
5. Η υποβάθμιση της ενέργειας.

Αυτά τα πέντε χαρακτηριστικά επηρέασαν σημαντικά τον σχεδιασμό του νέου curriculum στο οποίο επιχειρείται η διδασκαλία της ενέργειας στο σύνολό της. Οι έννοιες ορίζονται με το ακριβές νόημα που έχουν στην επιστήμη. Για να επιτευχθεί αυτό, πρώτα καθορίζεται τι αληθεύει και τι όχι. Διαφοροποιούνται οι φυσικοί πόροι από την ενέργεια. Εξηγείται ότι οι πηγές ενέργειας περιέχουν αποθηκευμένη ενέργεια, αλλά δεν αποτελούν ενέργεια. Αποσαφηνίζονται οι όροι «παραγωγή ενέργειας», «διατήρηση ενέργειας» και «έλλειψη πηγών ενέργειας» και τονίζεται η διαφοροποίηση ανάμεσα στη διατήρηση των φυσικών πηγών και τη διατήρηση της ενέργειας (ένα ιδιαίτερα δύσκολο σημείο τόσο για παιδιά όσο και ενήλικες).

Πιο αναλυτικά το curriculum αναφέρεται σε:

1. Μετατροπές ενέργειας: Περιγράφονται αναλυτικά οι ενεργειακές μετατροπές που επιτελούνται κατά την εξέλιξη ενός φαινομένου ή στη διάρκεια λειτουργίας μιας συσκευής ή μηχανής. Τονίζεται ότι δεν υπάρχει ενεργειακή μετατροπή στην οποία το 100% της αρχικής ενέργειας να μετατρέπεται σε μια άλλη μορφή. Αναφέρεται ότι οι απώλειες ενέργειας δεν είναι πάντοτε ίδιες, αλλά εξαρτώνται από την μετατροπή που συμβαίνει.
2. Ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές και μορφές ενέργειας: Γίνεται προσπάθεια, ώστε να αποσαφηνισθούν οι έννοιες αυτές. Διαχωρίζονται οι πηγές ενέργειας από τις μορφές ενέργειας και οι ανανεώσιμες πηγές και μορφές ενέργειας από τις μη ανανεώσιμες πηγές και μορφές ενέργειας.
3. Ποσότητα ενέργειας: Χρησιμοποιούνται παραδείγματα ώστε οι μαθητές να καταλάβουν

το μέγεθος (σε μια γενική κλίμακα) της χρήσης ενέργειας και των μετατροπών της. Στο χρήστη δεν δίνονται αναλυτικοί αριθμοί, αλλά μία κλίμακα μεγεθών, ή κάποια συγκρίσιμα μεγέθη. Οι μαθητές παροτρύνονται να συγκρίνουν τη χρήση ενέργειας διαφόρων συσκευών. Στο σημείο αυτό αναφέρονται και κάποια οικολογικά θέματα με έμφαση στη χρήση της ενέργειας, καθώς και στη βιωσιμότητα των τρόπων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κάθε τρόπου παραγωγής, για όλα αυτά είναι εξαιρετικά δύσκολο να βρεθούν τιμές. Να αναφέρουμε μερικά παραδείγματα: Ενώ η ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται για να κατασκευαστεί ένα αυτοκίνητο είναι πολλαπλάσια από την ενέργεια που θα χρησιμοποιήσει για να κινηθεί στην διάρκεια της ζωής του, το 1^ο νούμερο συνήθως δεν βρίσκεται, ενώ το 2^ο αναφέρεται στις προδιαγραφές του αυτοκινήτου. Ενώ η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από μια ανεμογεννήτρια αναφέρεται στις προδιαγραφές της, το ενεργειακό κόστος για την κατασκευή και συντήρησή της δεν αναφέρεται, ενώ επιπλέον στοιχεία όπως η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών, καθώς και η επιφάνεια που θα έπρεπε π.χ. να καλυφτεί για να ηλεκτροδοτηθεί μια πόλη με συγκεκριμένο αριθμό κατοίκων κ.α. πολύ δύσκολα μπορούν να βρεθούν. Επίσης πολύ δύσκολα βρίσκεται πληροφορία για το τι ποσοστό από τα υλικά κατασκευής μιας οποιασδήποτε συσκευής (αυτοκίνητο, ηλεκτρική ή ηλεκτρονική, ηλεκτροπαραγωγική κ.α.) είναι ανακυκλούμενα κ.α.

4. Ποιότητα της ενέργειας: Δεν είναι όλες οι μορφές ενέργειας ίδιες, ακόμα και όταν η ποσότητά τους είναι. Στο σημείο αυτό γίνεται μια αναφορά (όχι ιδιαίτερα λεπτομερής) στην έννοια της εντροπίας στα ενεργειακά συστήματα. Αναφέρεται επίσης το γιατί κάποιες μορφές ενέργειας μετατρέπονται ευκολότερα σε άλλες (π.χ. ηλεκτρική σε θερμική) ενώ η αντίθετη μετατροπή είναι δύσκολη, εξαιρετικά ακριβή, και τελικά χαμηλή σε απόδοση.
5. Συγκέντρωση (πυκνότητα) ενέργειας: δίνονται διάφορα παραδείγματα με συγκεκριμένα υλικά ή στοιχεία που περιέχουν ενέργεια. Ο χρήστης συγκρίνει τα υλικά ή στοιχεία αυτά, βρίσκοντας πόση μάζα (ή πόσος όγκος) από ένα συγκεκριμένο υλικό ή στοιχείο απαιτείται για να απελευθερωθεί μια συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας.
6. Για να διευκρινισθούν τα τρία τελευταία σημεία (ποσότητα, ποιότητα και πυκνότητα), χρησιμοποιούνται κάποια καθημερινά παραδείγματα όπως για παράδειγμα: Ποιος είναι ο λόγος που χρησιμοποιούμε λιγνίτη για να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια, αλλά δεν τον χρησιμοποιούμε πλέον για να ζεστάνουμε τα σπίτια; Ποιες θα ήταν οι επιπτώσεις στο περιβάλλον αν αποφασίζαμε να κάνουμε κάτι τέτοιο; Με ποιους τρόπους χρησιμοποιείται η ηλεκτρική ενέργεια στα σπίτια μας; Θα μπορούσαμε να την αντικαταστήσουμε καίγοντας κάρβουνο, συμπιεσμένο πριονίδι, πυρήνες ελιάς, κλαδέματα κλπ; Θα μπορούσαμε να αντικαταστήσουμε το πετρέλαιο με βιο-ντίζελ; Θα μπορούσαμε να ηλεκτροδοτήσουμε την Ελλάδα χρησιμοποιώντας μόνο ανανεώσιμες μορφές ενέργειας; Πόση ποσότητα κάρβουνο θα χρειαστούμε για να πάρουμε τόση θερμότητα όση μας δίνει η διάσπαση 1γρ ουρανίου; Και άλλα παρόμοια ερωτήματα.
7. Αποθήκευση ενέργειας: Μπορούμε να αποθηκεύσουμε την ενέργεια και αν ναι με ποιους τρόπους; Με ποιο τρόπο αποθηκεύεται η επιπλέον ενέργεια που παράγεται από έναν πυρηνικό αντιδραστήρα; Και άλλα παρόμοια θέματα.
8. Επιπλέον στοιχεία:
 1. Ιστορικά στοιχεία: γίνονται αναφορές σε κάποιους μύθους π.χ. μύθος του Προμηθέα, μύθος της Εστίας, γιατί ο άνθρωπος χρησιμοποίησε πρώτα την πέτρα, μετά το χαλκό και μετά το σίδηρο για να φτιάξει εργαλεία; κλπ.
 2. Άλλες γνώσεις και προβληματισμοί: θα μπορούσαμε να ζήσουμε χωρίς τα φυτά;



Ποία είναι η διαφορά ανάμεσα στην καύση και την οξειδωση; ποια είναι τα πλεονεκτήματα ενός πυρηνικού υποβρυχίου; Υπάρχει ασφάλεια για το περιβάλλον και τους εργαζόμενους σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα κλπ.

9. Θέματα περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης: Τι σημαίνει περίοδος υψηλής ζήτησης σε ενέργεια; Τι πρέπει να κάνουμε; Τι επιπτώσεις στο περιβάλλον έχει μία ηλεκτροπαραγωγική μονάδα;

Όσο πιο γενική και θεμελιώδης είναι μία επιστημονική έννοια, τόσο περισσότερο δυσκολεύονται τα παιδιά στην κατανόησή της. Για το λόγο αυτό, στο νέο curriculum προτείνεται η διδασκαλία της ενέργειας να ξεκινήσει χρησιμοποιώντας παραδείγματα τα οποία προέρχονται από την καθημερινή ζωή, να είναι δηλαδή φαινόμενα που τα παιδιά γνωρίζουν τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσονται και άρα τα δέχονται ως αληθή. Τα φαινόμενα αυτά μπορεί να είναι φυσικά (αστραπή άνωση στα μπαλόνια ηλίου, λειτουργία ανεμογεννήτριας κ.α.) βιολογικά (φωτοσύνθεση, κίνηση μυών, δημιουργία ζωής) χημικά (έκρηξη εκρηκτικών, καύσεις, κ.α.) η να προέρχονται από την τεχνολογία (λειτουργία διαφόρων μηχανών η συσκευών). Στη συνέχεια οι μαθητές μπορούν να μελετήσουν πιο πολύπλοκα και εξειδικευμένα φαινόμενα. Τα προτεινόμενα παραδείγματα δεν περιορίζονται σε μια λεκτική περιγραφή αλλά περιέχουν φωτογραφίες και σχεδιαγράμματα. Ο δάσκαλος λοιπόν έχει στα χέρια του ένα υλικό από το οποίο μπορεί, επιλέγοντας τα κατάλληλα τμήματα, να προσαρμοστεί σε οποιοδήποτε επίπεδο μαθητών.

Το λογισμικό

Όλα τα παραπάνω ενσωματώθηκαν στο αλληλεπιδραστικό εκπαιδευτικό λογισμικό που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε. Το λογισμικό περιέχει επιπλέον βίντεο και προσομοιώσεις πειραμάτων στα οποία εξηγείται η μετάδοση και η μετατροπή της ενέργειας. Η πληροφορία στα κείμενα παρέχεται κλιμακωτά. Δηλαδή αρχικά παρέχεται λίγη αλλά βασική πληροφορία και εφ' όσον ο μαθητής το επιθυμεί μπορεί να χρησιμοποιήσει τις εσωτερικές συνδέσεις (links) για να βρει (μέσα στο λογισμικό) περισσότερες λεπτομέρειες και αναλυτικότερη περιγραφή. Καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε το λογισμικό που κατασκευάστηκε να είναι ενδιαφέρον για τους μαθητές ενώ παράλληλα το περιβάλλον του να είναι ελκυστικό. Σχεδιάστηκε έτσι ώστε ακόμα και άτομα με ελάχιστη εμπειρία και γνώσεις στους υπολογιστές να μπορούν να το χρησιμοποιήσουν. Για την υλοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού χρησιμοποιήθηκε γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου βασισμένη σε αντικείμενα (object-based).

Η εκπαιδευτική δοκιμή

Η εκπαιδευτική δοκιμή πραγματοποιήθηκε σε δημόσια σχολεία αστικών και ημιαστικών περιοχών, τα οποία επιλέχθηκαν τυχαία.

Το πρώτο ζητούμενο ήταν η μέτρηση της αποτελεσματικότητας του νέου curriculum τόσο όταν (α) αυτό διδάσκεται με παραδοσιακό τρόπο, όσο και όταν (β) αυτό διδάσκεται με τη χρήση του νέου λογισμικού. Το δεύτερο που θέλαμε να αξιολογήσουμε την παρούσα έρευνα ήταν η αποτελεσματικότητα του νέου curriculum σε σύγκριση με αυτό που εφαρμόζεται στα σχολεία, όπου η ενέργεια εμφανίζεται διάσπαρτη σε πολλά κεφάλαια της ύλης (δημοτικού, γυμνασίου και λυκείου).

Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν τρεις ομάδες: Δύο ήταν πειραματικές ομάδες τις οποίες αποτέλεσαν μαθητές δημοτικών σχολείων, η Α (109 άτομα) που διδάχτηκε τη νέα ύλη με χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού και η Β (103 άτομα) που διδάχτηκε την ίδια (νέα) ύλη, αλλά με παραδοσιακό τρόπο. Οι μαθητές συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο pre test, ενώ σε εύλογο

χρονικό διάστημα μετά τη διδασκαλία συμπλήρωσαν το post test. Την τρίτη ομάδα, δηλαδή την ομάδα ελέγχου, αποτέλεσαν απόφοιτοι λυκείου (231 άτομα), οι οποίοι συμπλήρωσαν pre και post test, αλλά δεν παρακολούθησαν κάποιας μορφής διδασκαλία.

Προέκυψαν, έτσι, 6 διαφορετικές ομάδες δεδομένων. Η σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων στο pre και το post test για κάθε μια από τις πειραματικές ομάδες, εστιάζει στην αποτελεσματικότητα του νέου curriculum της ενέργειας, είτε με είτε χωρίς χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της ομάδας A με αυτές της B αποσκοπεί σε άλλης μορφής αποτέλεσμα: Αν οι τελικές επιδόσεις (post test) της πειραματικής ομάδας A, δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές από αυτές της ομάδας B, αυτό τότε αποτελεί ισχυρή ένδειξη ότι το συγκεκριμένο (σωστά σχεδιασμένο) λογισμικό μπορεί να αποτελέσει λύση στο πρόβλημα της σημαντικής ασυνέπειας (ποιοτικής διαφοροποίησης) στην διδασκαλία της επιστήμης στο δημοτικό. Αυτό διότι η ομάδα B διδάχθηκε (σκοπίμως και για διάφορους λόγους) από ένα εκπαιδευτικό που κατέχει σημαντικά ανώτερες γνώσεις από ένα μέσο δάσκαλο. Επιπροσθέτως, η σύγκριση μεταξύ οποιασδήποτε από τις δύο πειραματικές ομάδες και της ομάδας ελέγχου (από την άλλη), εστιάζει στην αποτελεσματικότητα του νέου curriculum, σε σχέση με αυτό που εφαρμόζεται στα σχολεία.

Ο τρόπος που επιλέχτηκαν τα σχολεία και συλλέχτηκαν τα δεδομένα έχει ήδη αναφερθεί αλλού (Garyfallidou 2005). Το τμήμα του curriculum το οποίο επιλέχτηκε για να διδαχθεί στις δύο πειραματικές ομάδες περιλαμβάνει θέματα που πρέπει να γνωρίζει κάθε ενήλικος πολίτης, ο οποίος χειρίζεται τεχνολογικά αγαθά και συμμετέχει στη λήψη αποφάσεων. Συνεπώς είναι σωστό να συγκρίνουμε τις γνώσεις των μαθητών με τις γνώσεις που έχουν οι ενήλικοι πολίτες, οι γνώσεις των οποίων προέρχονται τόσο από το σύνολο του υπάρχοντος αναλυτικού προγράμματος όσο και από εξωσχολικές μαθησιακές πηγές. Για το λόγο αυτό την ομάδα ελέγχου αποτέλεσαν απόφοιτοι λυκείου, οι οποίοι άλλωστε (αν οτιδήποτε) θα αναμενόταν να απαντούν καλύτερα σε τέτοια θέματα: Είναι ωριμότεροι με πιο κατασταλαγμένες ξεκάθαρες, και συνολικές απόψεις πάνω σε τέτοια θέματα.

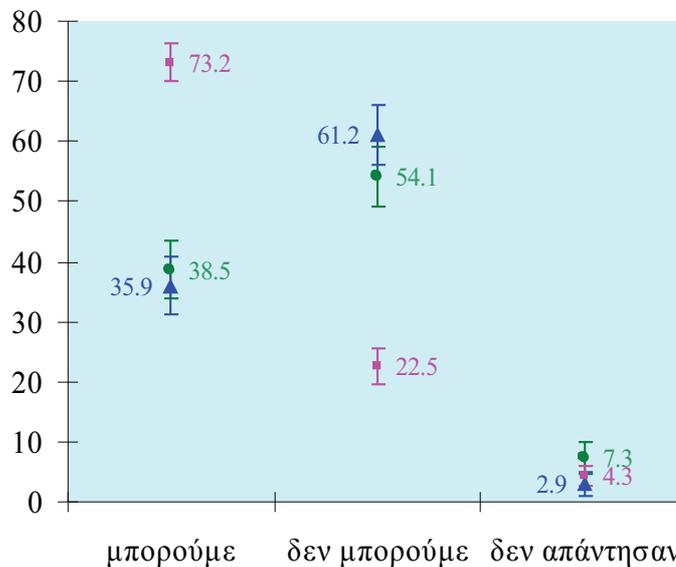
Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση ώστε τα συνολικά πειραματικά σφάλματα (στατιστικά και συστηματικά) να ελαχιστοποιηθούν. Στα πλαίσια αυτά (μεταξύ άλλων) οι δύο πειραματικές ομάδες σχηματίστηκαν έτσι ώστε να μην εμφανίζουν σημαντικές διαφορές. Όλοι οι στατιστικοί υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με ειδικά κατασκευασμένο λογισμικό, σε συνδυασμό με υπολογιστικό και σχεδιαστικό πακέτο. Υπολογίστηκε η στατιστική διασπορά (variance) όπως και η τυπική απόκλιση σύμφωνα με τη διόρθωση κατά Bessel ξεχωριστά για κάθε σημείο καθενός διαγράμματος. Τα δεδομένα παρουσιάζονται με την μορφή ιστογραμμάτων. Οι πράσινοι κύκλοι απεικονίζουν τα δεδομένα που αντιστοιχούν στην «πειραματική ομάδα A» διδασκαλία με χρήση Η/Υ τα μπλε τρίγωνα απεικονίζουν τα δεδομένα της «πειραματικής ομάδας B» δηλαδή της ομάδας που διδάχτηκε την νέα ύλη με παραδοσιακή διδασκαλία ενώ τα μοβ τετράγωνα αντιπροσωπεύουν την «ομάδα ελέγχου» δηλαδή τους αποφοίτους λυκείου.

Οι ράβδοι σφαλμάτων (error bars) που εμφανίζονται σε κάθε σημείο κάθε ιστογράμματος αντιστοιχούν (αριθμητικά) σε μία συνολική τυπική απόκλιση (total standard deviation) εκατέρωθεν του σημείου, όπως αυτή έχει υπολογισθεί λαμβάνοντας υπ' όψιν το συνολικό σφάλμα (συστηματικό και στατιστικό) κατάλληλα υπολογισμένο για το σημείο αυτό.

Μέρος των αποτελεσμάτων έχει ήδη παρουσιαστεί αλλού (Garyfallidou et al 2005). Εξαιτίας του περιορισμένου χώρου της παρούσης εργασίας, θα παρουσιασθεί μόνο ένα από το σύνολο των διαγραμμάτων που προέκυψαν από την ανάλυση όλων των δεδομένων.



Θα μπορούσαμε να ηλεκτροδοτήσουμε όλη την Ελλάδα χρησιμοποιώντας μόνο ανεμογεννήτριες; Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;



Πράσινοι κύκλοι: πειραματική ομάδα A – διδασκαλία με χρήση H/Y, N=109
Μπλε τρίγωνα: πειραματική ομάδα B – διδασκαλία του νέου curriculum, N=103
Μοβ τετράγωνα: ομάδα ελέγχου C, N=231

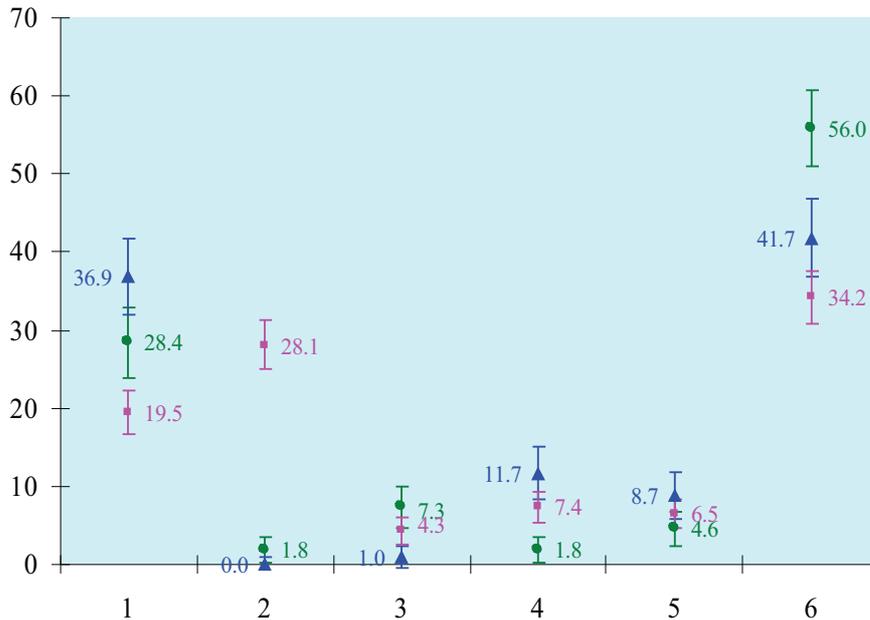
Διάγραμμα 1

Παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των μαθητών (54,1% ($\pm 4,9\%$) για την πειραματική ομάδα A και 61,2% ($\pm 4,9\%$) για την πειραματική ομάδα B) και των δύο πειραματικών ομάδων φαίνεται να έχει κατανοήσει ότι δεν είναι δυνατόν να ηλεκτροδοτηθεί η Ελλάδα με χρήση ανεμογεννητριών. Η διδασκαλία φαίνεται ότι πέτυχε στο σημείο αυτό. Πιστεύουμε ότι αν η διδακτική παρέμβαση είχε μεγαλύτερη διάρκεια και υπήρχε δυνατότητα να επαναληφθούν κάποιες από τις πληροφορίες όπως π.χ. το πόσες ανεμογεννήτριες χρειάζονται για να ηλεκτροδοτήσουν την Ελλάδα και τι έκταση πρέπει να καλυφτεί για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, τότε το ποσοστό αυτό θα ήταν ακόμα υψηλότερο.

Αντίθετα η πλειοψηφία της ομάδας ελέγχου 73,2% ($\pm 3,1\%$) πιστεύει ότι είναι δυνατόν να ηλεκτροδοτηθεί η Ελλάδα με χρήση ανεμογεννητριών. Φαίνεται ότι οι εξωσχολικοί μαθησιακοί παράγοντες έχουν διαμορφώσει την γνώση των συμμετεχόντων. Είναι προφανές ότι τα άτομα αυτά δεν έχουν προβληματιστεί για το τι γίνεται όταν ο άνεμος σταματάει. Φαίνεται ακόμα ότι δεν έχουν μελετήσει στοιχεία για την απόδοση των ανεμογεννητριών και δεν αντιλαμβάνονται το μέγεθος του χώρου που απαιτείται για να τοποθετηθούν και να δουλεύουν αποτελεσματικά.



Οι συμμετέχοντες στην έρευνα έπρεπε στη συνέχεια να δικαιολογήσουν την απάντησή τους.



1. ο άνεμος σταματάει / χρειαζόμαστε πάρα πολλές
2. υπάρχουν δυνατοί άνεμοι
3. ταυτολογία (γιατί μπορούμε)
4. αόριστη απάντηση
5. επιστημονικά λάθος απάντηση
6. χωρίς εξήγηση / δηλαδή δεν απάντησαν το 2^ο μέρος της ερώτησης.

Πράσινοι κύκλοι: πειραματική ομάδα Α – διδασκαλία με χρήση Η/Υ, N=109
Μπλε τρίγωνα: πειραματική ομάδα Β – διδασκαλία του νέου curriculum, N=103
Μοβ τετράγωνα: ομάδα ελέγχου C, N=231

Διάγραμμα 2

Παρατηρούμε ότι το 28,1% ($\pm 3,1\%$) των αποφοίτων λυκείου (ομάδα ελέγχου) θεωρεί ότι η ύπαρξη θεωρεί ότι η ύπαρξη δυνατών ανέμων είναι ικανή συνθήκη για να δουλέψουν αποτελεσματικά οι ανεμογεννήτριες. Αυτό που δεν ευσταθεί αφού οι περισσότεροι τύποι ανεμογεννητριών σε πραγματικά δυνατούς ανέμους σταματούν την λειτουργία τους για να αποφύγουν την καταστροφή.

Παρατηρούμε επίσης ότι το 56% ($\pm 4,9\%$) της πειραματικής ομάδας Α και το 41,7% (5,0%) της πειραματικής ομάδας Β δεν δικαιολογούν την απάντησή τους.

Αυτό το συναντήσαμε σε πολλές ερωτήσεις, και ίσως οφείλεται στο ότι οι μαθητές δεν έχουν μάθει να εκφράζουν την γνώμη τους.

Συμπεράσματα

Οι μαθητές τόσο της πειραματικής ομάδας Α (διδασκαλία με χρήση Η/Υ), όσο και οι μαθητές της πειραματικής ομάδας Β (παραδοσιακή διδασκαλία με το νέο curriculum) αντέδρασαν θετικά στη διδασκαλία. Η διδασκαλία με όποιο τρόπο και αν πραγματοποιήθηκε φαίνεται ότι κέντρισε το ενδιαφέρον των μαθητών οι οποίοι:

- Βρήκαν το θέμα εξαιρετικά ενδιαφέρον.
- Υπέβαλαν ερωτήσεις σχετικές με το προς διδασκαλία αντικείμενο.
- Σε αρκετές περιπτώσεις θυσιάσαν τμήμα ή και όλο το διάλειμμά τους, προκειμένου να πάρουν απάντηση στην ερώτησή τους.

Θεώρησαν την διενέργεια της ερευνητικής διαδικασίας ως μια καλή ευκαιρία για να πάρουν απαντήσεις σε ερωτήματα από τον ευρύτερο χώρο της φυσικής, και έτσι υπέβαλαν και πολλές



ερωτήσεις, συχνά άσχετες με το προς διδασκαλία αντικείμενο.

Γενικά δεν εμφανίστηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην **πειραματική ομάδα Α** (διδασκαλία με χρήση Η/Υ) και την **πειραματική ομάδα Β** (παραδοσιακή διδασκαλία με το νέο curriculum) κάτι που ήταν αναμενόμενο, αφού ουσιαστικά διδάχτηκαν την ίδια ύλη, ενώ ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού λογισμικού ήταν λεπτομερής και σωστός. Αντίθετα η **ομάδα ελέγχου** (απόφοιτοι λυκείου) εμφανίζει σημαντικά μεγαλύτερα ποσοστά λανθασμένων απαντήσεων, σε σχέση με τις δύο πειραματικές ομάδες. Η **ομάδα ελέγχου** (απόφοιτοι λυκείου) εμφανίζει ακόμα μεγάλα ποσοστά αντιφατικών απαντήσεων (δηλαδή ο ίδιος μαθητής δίνει απαντήσεις όπου η μία αντιφάσκει με κάποια άλλη). Γενικά φαίνεται ότι η ομάδα ελέγχου έχει επηρεαστεί σημαντικά από εξωσχολικούς, εξωδιδακτικούς μαθησιακούς παράγοντες στο θέμα της ενέργειας.

Συνοψίζοντας, θεωρούμε ότι το συγκεκριμένο curriculum, μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο σημείο εκκίνησης για τους δασκάλους που αναζητούν υλικό και μέθοδο για να διδάξουν την ενέργεια.

Το λογισμικό, από την άλλη, μπορεί να αποτελέσει ένα εύχρηστο (και πλήρες) εργαλείο για τους δασκάλους που αναζητούν ένα πιο μοντέρνο και αποτελεσματικό τρόπο για να διδάξουν την ενέργεια. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αυτοεκπαίδευση από τους μαθητές, τους γονείς τους ή και τους ίδιους τους δασκάλους που εκτιμούν ότι ίσως υπολείπονται γνώσεων ικανών ώστε να διδάξουν ενεργειακά θέματα.

Βιβλιογραφία:

Ιωαννίδης Γ. Σ., Γαρυφαλλίδου Δ. Μ, Βαβουγιός Δ. Γ., Γκούτσιας Α. Ι. και Τσιόκανος Α. Χ., (2005) «Οι έννοιες της Ακτινοβολίας και της Ενέργειας σε φοιτητές Παιδαγωγικού Τμήματος: μια διδακτική έρευνα σε εξέλιξη με χρήση υπολογιστών», Αρέθας, Τόμος ΙΙΙ, editors Αλεξόπουλος Δημήτριος κ.α. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστημίου Πατρών

Also available at <http://www.elemedu.upatras.gr/?section=578>

Duit R., and Haeussler P., (1994), “Learning and teaching energy”, in Fensman P., Gunstone R., & White R. (Eds.), The content of science, The Falmer press. ISBN 0 7507 0221 4

Feynman R., (1963) in Feynman et al. “The Feynman lectures on Physics”, volume I, Addison-Wesley publishing company p. 4-2.

Garyfallidou D. M., and Ioannidis G. S. “Development and educational testing of a novel educational software to teach energy as a whole: the final educational results”, in: Auer M. et al Eds., proceedings of International Conference ICL2005, Ambient and Mobile Learning, eds Auer M., Auer U., Mittermeir R., Kassel University Press, (2005), ISBN 3-89958-136-9

Ioannidis G. S., Garyfallidou D. M., & Vavougiος D. G., (2002), “The development of 1st year education students’ ideas on energy, as a result of a specially constructed instruction”, εργασία δημοσιευμένη στα Αγγλικά στα πρακτικά του 3^{ου} πανελληνίου συνεδρίου Διδακτικής των φυσικών επιστημών και Εφαρμογή νέων τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, ISBN 960 286-859-7 pp. 345-353

Also available at: <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/contributions/345.pdf>