

ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΠΟΥ ΠΗΓΑΙΝΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΜΕ ΛΑΣΤΙΧΑΚΙΑ, ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νεκτάριος Τσαγλιώτης

Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Περίληψη

Σε μια προσέγγιση της ενέργειας «αλλαγή – μεταφορά (αποθηκευμένη δυναμική - κινητική) – υποβάθμιση» για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, διατυπώνεται ο ισχυρισμός ότι παιχνίδια με λαστιχάκια που πηγαionoέρχονται μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στην κατανόηση αρχικών πτυχών της έννοιας. Μέσα από την ενασχόληση των παιδιών με τα παιχνίδια τους, διαπιστώνεται ότι «η ενέργεια είναι που τα κάνει να πηγαίνουν», αλλά επίσης ότι «η ενέργεια είναι που τα κάνει και να σταματούν». Ο αυξημένος βαθμός οικειοποίησης φαίνεται να οδηγεί σε ιδιοποίηση και δέσμευση *πάνω και μέσα* στην κατασκευή των παιχνιδιών, να εντείνει το ενδιαφέρον των παιδιών σε ένα επικοινωνιακό περιβάλλον διδασκαλίας και μάθησης.

Abstract

Approaching energy through a framework of “change – transfer (stored potential-kinetic) – degradation” for primary science education, it is claimed that rubber band toys, which wind up and come and go as they move, may significantly facilitate the understanding of initial aspects of the concept. Children playing with their toys find out that “energy makes them go”, but also “energy makes them stop”. It appears that through an increased degree of ownership and commitment on the construction toys, children’s interest appears to be triggered, within a constructive and fruitful teaching and learning environment.

1. Εισαγωγή

Έχει αναφερθεί εκτενώς σε μελέτες, ότι η έννοια «ενέργεια» είναι από τη φύση της μια αφηρημένη έννοια, δύσκολη στη διδακτική και μαθησιακή της προσέγγιση (Chen *et al.* 2014, Leggett 2003, Williams & Reeves 2003, Κολιόπουλος 1997 & 2014). Η εύρεση δημιουργικών τρόπων νοηματοδότησης συγκεκριμένων και καθοριστικών χαρακτηριστικών της έννοιας «ενέργεια», φαίνεται να είναι μια διαρκής πρόκληση στο έργο των εκπαιδευτικών (πρβλ. Κολιόπουλος 2000 & 2014). Έχει διατυπωθεί η ιδέα ότι η ενέργεια μπορεί να ειπωθεί ως ένα «οιονεί υλικό» (quasi-material), κάτι σαν μια ουσία που ρέει νοητά, μεταφέρεται από τόπο σε τόπο, παρά ως ένας αριθμητικός υπολογισμός που δεν αναφέρεται σε τίποτε το «πραγματικό» (Duit 1987, Duit & Haeussler 1994, Millar 2005). Αν φανταστούμε δύο αντικείμενα Α και Β που αλληλεπιδρούν μέσα σε μια διαδικασία με κάποιο τρόπο και η ενέργεια του Α μειώνεται ενώ η ενέργεια του Β αυξάνεται, τότε μπορούμε να αποδώσουμε ένα νόημα σε «κάτι» (ενέργεια) που μεταφέρεται από το Α στο Β. Έτσι, αναπτύσσουμε ένα μοντέλο ενέργειας που μπορεί να ειπωθεί ως μια «οιονεί ουσία» που ρέει από τόπο σε τόπο, αποδίδοντας σταδιακά ένα νόημα και στη συνολική διατήρηση της ενέργειας (Millar, 2005). Έχουμε βέβαια πάντοτε υπόψη μας, ότι αυτή η προσέγγιση μπορεί να είναι ένα λειτουργικό

μοντέλο για την κατανόηση της έννοιας, το οποίο δεν συνάδει ακριβώς με τις επιστημονικές ιδέες για την ενέργεια και θα πρέπει να προσέξουμε τη χρήση του στο πλαίσιο της σχολικής τάξης. Ωστόσο, φαίνεται μάλλον αδύνατο να πραγματευτούμε με απλό τρόπο την έννοια ενέργεια χωρίς να χρησιμοποιήσουμε μια τέτοια ιδέα, ενώ μάλιστα έχει διατυπωθεί ο ισχυρισμός ότι δεν αποτελεί σοβαρό εμπόδιο για μια μετέπειτα εξέλιξη της κατανόησης της έννοιας με μεγαλύτερη επιστημονική ακρίβεια (Chen *et al.* 2014, Kaper & Goedhart 2002). Εφόσον χρησιμοποιήσουμε ένα μοντέλο προσέγγισης της ενέργειας, ως κάτι που μπορεί να αποθηκεύεται σε διαφορετικούς τόπους (με διάφορους τρόπους) και να «ρέει» (μεταφέρεται) από τόπο σε τόπο, τότε φαίνεται πολύ ελκυστικό να αποδώσουμε χαρακτηρισμούς στις διάφορες «μορφές» που μπορεί να πάρει η ενέργεια. Αυτή η προσέγγιση των «μορφών ενέργειας» έχει γίνει αντικείμενο πολλών συζητήσεων και έχει διατυπωθεί η κριτική ότι οι μαθητές μένουν σε ένα πλαίσιο «ψευτο-ποιοτικής προσέγγισης» και μαθαίνουν να αποδίδουν με ετικέτες διάφορους χαρακτηρισμούς για την ενέργεια, κάτι που προσθέτει ελάχιστα στη βαθύτερη κατανόηση της έννοιας (Duit & Haeussler, 1994). Ακόμα, υπάρχει κριτική στο ότι εστιάζεται η προσοχή των μαθητών στα διάφορα σημεία που αλλάζει «μορφή» η ενέργεια, παρά στις διαδικασίες με τις οποίες η ενέργεια μεταφέρεται από ένα αντικείμενο ή σύστημα σε ένα άλλο (Chen *et al.* 2014, Millar 2005). Όμως, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η «γλώσσα των μορφών ενέργειας» θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μια «ενδιάμεση γλώσσα» στο δρόμο προς τη θερμοδυναμική, εφόσον τηρηθούν κάποιοι κανόνες συνέπειας και δοθεί έμφαση στις διαδικασίες αλλαγής από τη μία «μορφή» στην άλλη (Kaper & Goedhart 2002). Μια επίσης σημαντική πτυχή της ενέργειας, η οποία σχετίζεται άμεσα με καθημερινές εμπειρίες είναι η έννοια «υποβάθμιση» της ενέργειας, η οποία συχνά προσεγγίζεται διδακτικά πριν από την έννοια «διατήρηση» (Duit 1994, Pintó *et al.* 2000). Άλλωστε, η έννοια «διατήρησης της ενέργειας» φαίνεται να γίνεται πιο κατανοητή στους μαθητευόμενους όταν πραγματεύεται παράλληλα με την έννοια της υποβάθμισης και ενδεχομένως ακόμα καλύτερα όταν η τελευταία προηγείται (Duit 1986 & 1994, Solomon 1992, Pintó *et al.* 2000). Κατά τη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία είναι σημαντικό να επιλέγονται κατάλληλες δραστηριότητες και πειραματισμοί που να διευκολύνουν την κατανόηση πτυχών της έννοιας «ενέργεια», όπως έχουν επισημανθεί παραπάνω, ιδιαίτερα για τα παιδιά του δημοτικού σχολείου. Αυτό μπορεί να συνδυαστεί με μια προσέγγιση χρησιμοποίησης απλών κατασκευών και παιχνιδιών κατά τη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία της έννοιας «ενέργεια», μέσα σε ένα οικείο και προσφιλέσ περιβάλλον, που προσιδιάζει στην καθημερινή ζωή και κουλτούρα των παιδιών (Fatonby 2005, Taylor 1998).

2. Μεθοδολογία

Τέτοια παιχνίδια που πηγαινοέρχονται με λαστιχάκια, τα οποία μπορούν να συζητηθούν σύμφωνα με το παραπάνω πλαίσιο εννοιολόγησης της ενέργειας, εκτείνονται από παραδοσιακά μέχρι πιο σύγχρονα (Rigsby 2006, Seimears 2010). Μέσα από τις διαδικασίες κατασκευής τους, αναπτύσσονται δεξιότητες διερεύνησης και δημιουργικής έκφρασης, με τέχνη και φαντασία. Κάθε παιδί δύναται να κατασκευάσει το δικό του παιχνίδι, διότι τα υλικά είναι χαμηλού κόστους και εύκολα στη χρήση τους, αν και οι κατασκευές σε ομάδες διατηρούν τα δικά τους πλεονεκτήματα συλλογικότητας και συνεργασίας. Τα παιδιά παίρνουν τα παιχνίδια στο σπίτι, παίζουν μαζί τους και εξοικειώνονται, τα ανασκευάζουν βελτιώνοντάς τα και επιστρέφουν στο σχολείο με τις δικές τους εκδοχές κατασκευής, προσεγγίζοντας βιωματικά και ιδιοσυγκρασιακά τις έννοιες και τις ερμηνείες πίσω από τα παιχνίδια, με ένα αυξημένο βαθμό οικειοποίησης και ετοιμότητας για περαιτέρω συζήτηση στην τάξη. Ακόμα, τους δίνουν δικά τους ευφάνταστα και πολυσύνθετα ονόματα, με μια

λειτουργική ευρηματικότητα δηλώσεων όπως: «πηγαινοενεργειάκιας», «πηγαινοεργάκιας», «λαστιχοκαταμαράν» «χαρτολαστιχοαυτοκίνητο» «ελικολαστιχοκαταμαράν» κ.ά. Τα προτεινόμενα παιχνίδια έχουν κατασκευαστεί πολλές φορές με παιδιά των δύο τελευταίων τάξεων του δημοτικού τα τελευταία 15 χρόνια, τουλάχιστον, ενώ παράλληλα έχουν αποτελέσει αντικείμενο επιμόρφωσης και συζήτησης με εκπαιδευτικούς της αντίστοιχης βαθμίδας (Τσαγλιώτης 2015). Τα παιχνίδια έχουν συχνά τη δική τους μακρόχρονη ιστορία, τόσο ως κλασικά, όσο και μέσα στην πολυετή συνεχή τους κατασκευή μέσα στις τάξεις με τα παιδιά και τους εκπαιδευτικούς. Συχνό είναι το φαινόμενο της βελτίωσής τους, που αναδύεται από τις ιδέες των κατασκευαστών τους, μέσα στην πράξη και πάνω στην πράξη. Άλλωστε, η διαδρομή από την απλή στην απλούστερη και συχνά πιο λειτουργική κατασκευή, προϋποθέτει νοητική αφαίρεση και δημιουργική σύνθεση καταστάσεων και εννοιών.

Εικόνα 1: Εξέλιξη του παιχνιδιού «πηγαινάκιας», από τα ξύλινα καρούλια με το κερί και το ξυλάκι στα ποτήρια και στους διάφανους κυλίνδρους με καπάκια, λαστιγάκι, χάντρα και καλαμάκι.



Εικόνα 2: Παιχνίδι «πηγαινοεργάκιας», από τα μεταλλικά κυλινδρικά κουτιά, στα μπουκάλια, στα πλαστικά βάζα, στα κεσεδάκια και στους διάφανους κυλίνδρους με καπάκια.



Στα παιχνίδια «πηγαινάκιας» και «πηγαινοεργάκιας» (βλ. Εικ. 1 και Εικ. 2 αντίστοιχα), δύο μάλλον παραδοσιακά παιχνίδια, αποκτούν νέα εμφάνιση και κατασκευαστική εκδοχή με απλούστερα υλικά και καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Η αρχική εκδοχή του «πηγαινάκια» με το (ξύλινο) καρούλι, το λαστιγάκι, το ξυλάκι (σπίρτο ή μολύβι) και το κερί ή σαπούνι για τη μείωση των τριβών και της ενεργειακής υποβάθμισης του παιχνιδιού, δίνει τη θέση της σε μια κατασκευή με σύγχρονα υλικά, με ένα διάφανο πλαστικό κύλινδρο, ο οποίος σφηνώνει με ένα τετνωμένο λαστιγάκι ανάμεσα σε δύο καπάκια από κεσεδάκια και έχει ένα πλαστικό καλαμάκι για οδηγό, ενώ η ελαχιστοποίηση των τριβών επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας χάνδρας (πρβλ. <http://efepereth.wikidot.com/rubber-band-rollers>). Αντίστοιχα, στον «πηγαινοεργάκια», η αρχική και μάλλον μυστηριώδης εκδοχή της κατασκευής του, με το μεταλλικό κυλινδρικό κουτί που περιέργως πηγαινοέρχεται μέχρι να σταματήσει, δίνει τη θέση της σε διάφανα πλαστικά μπουκάλια ή βάζα, κεσεδάκια δεύτερης χρήσης με τα καπάκια τους και σε πλαστικούς κυλίνδρους με το «κρίσιμο βαρίδι» να είναι ένα περικόχλιο δεμένο στο τετνωμένο λαστιγάκι, που συγκρατείται με δύο οδοντογλυφίδες στα εξωτερικά καπάκια (πρβλ. <http://efepereth.wikidot.com/rolling-back-toys>). Ενδεχομένως, για διδακτικούς λόγους, μπορούμε να κατασκευάσουμε όλες τις διαθέσιμες εκδοχές των παιχνιδιών αυτών και να τα συζητήσουμε ενεργειακά στην τάξη, εξετάζοντας ή/και βελτιώνοντας την απόδοσή τους.

Εικόνα 3: Κατασκευή του «λαστιχοκαταμαράν» και δοκιμές υδροδυναμικής πλεύσης του



Εικόνα 4: Παιδιά κατασκευάζουν & βελτιώνουν ενεργειακά το παιχνίδι τους στην τάξη.

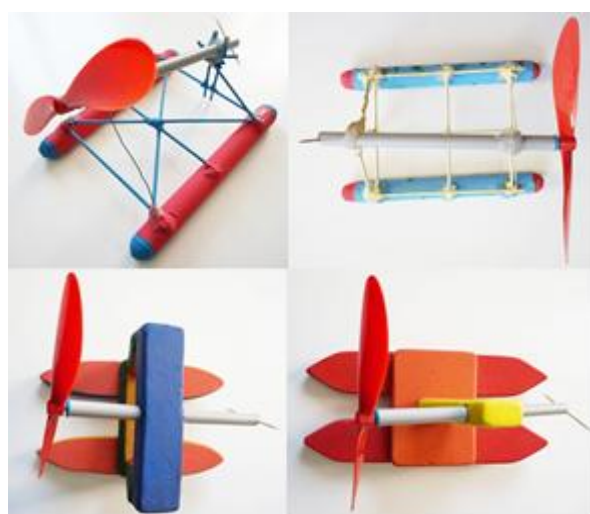


Όμοια, το «λαστιχοκαταμαράν» είναι μια εύκολη κατασκευή χαμηλού κόστους για τη συζήτηση της ενέργειας στην τάξη, με ένα διασκεδαστικό και παιγνιώδη τρόπο (πρβλ. <http://efepereth.wikidot.com/rubber-band-catamarans>). Μια λωρίδα μπλε φελιζόλ DOW (60x2x2,5 εκ. περίπου) μετατρέπεται σε ένα καταμαράν με δύο πλευστές 20 εκ. και δύο κόντρα στηρίγματα 10 εκ., τα οποία συναρμολογούνται με κομμάτια οδοντογλυφίδων, ενώ ένα λεπτότερο κομμάτι φελιζόλ, ή ένα κομμάτι λεπτό ξυλάκι (π.χ. από γλωσσοπίεστρο) χρησιμοποιείται για το κουπί, το οποίο τυλίγεται μέσα στο τεντωμένο λαστιχάκι (βλ. Εικ. 3). Τα παιδιά δουλεύουν ομαδικά, καθένα κατασκευάζει το δικό του «λαστιχοκαταμαράν» και συνεργάζονται αντιμετωπίζοντας το πρόβλημα της καλύτερης ενεργειακής του απόδοσης, μέσα από τη διαμόρφωση υδροδυναμικού σχήματος, λειαινώντας με γυαλόχαρτο τους πλευστές του και δοκιμάζοντας στην πράξη τις κατασκευές τους (βλ. Εικ. 4).

Εικόνα 5: Κατασκευές οχημάτων με ρόδες που κινούνται με λαστιχάκια.



Εικόνα 6: «Ελικολαστιχοκαταμαράν» με πλευστές από φελιζόλ ή πλαστικούς σωλήνες.



Οι ιδέες για κατασκευή παιχνιδιών-οχημάτων «με κινητήρα από λάστιχο» (Εικ. 5) και με σασί από ανακυκλώσιμα υλικά χρήσης (π.χ. χάρτινες συσκευασίες, μπουκάλια κλπ.) ή χαρτόνι και με κυκλικούς τροχούς από σουβέρ φελλού κ.ά., είναι πολύ ενδιαφέρουσες για τα

παιδιά και συχνά επιδίδονται με αφοσίωση και δέσμευση στη δημιουργία τους (πρβλ. <http://efepereth.wikidot.com/rubber-band-toycars>). Το ίδιο και οι κατασκευές «ελικολαστιχοκαταμαράν» με πλευστήρες από φελιζόλ ή/και πλαστικούς σωλήνες και έλικες αερομοντελισμού (<http://efepereth.wikidot.com/rubber-band-propeller-toys>). Συχνά επίσης, αποτελούν ενδιαφέροντα σχέδια εργασίας (projects), που επεκτείνονται και παρουσιάζονται σε εκθέσεις και «πανηγύρια της επιστήμης» (Tsagliotis 2008).

3. Αποτελέσματα

Μέσα από μια προσέγγιση διαμόρφωσης και βελτίωσης των παιχνιδιών, ώστε να γίνουν ενεργειακά πιο αποδοτικά και να πηγαίνουν ή/και να πηγαινοέρχονται πιο γρήγορα, πιο εύκολα και η κίνησή τους να διαρκεί περισσότερο χρόνο, τα παιδιά καλούνται να αντιμετωπίσουν ζητήματα και ερωτήματα με αυθεντικότητα, που εμπλέκουν έννοιες και ερμηνείες πάνω σε φαινόμενα και καταστάσεις. Με αυτή την προσέγγιση, φαίνεται να εμβαθύνουν στους συλλογισμούς τους, προσπαθώντας να ανταποκριθούν στις προκλήσεις των περιστάσεων που προκύπτουν δυναμικά, στην πορεία εξέλιξης των παιχνιδιών τους.

Έτσι, η ενέργεια αποθηκεύεται κάθε φορά στο λαστιχάκι, που είναι τεντωμένο, τυλιγμένο ή «στρουφιγμένο» (με διάφορους τρόπους και παραμέτρους) και στη συνέχεια η ενέργεια αλλάζει και «μετατρέπεται» σε κινητική ενέργεια και τα παιχνίδια μετακινούνται και προχωρούν. Αυτή η αλλαγή μπορεί να συμβεί και πολλές φορές (5-7), όπως στην περίπτωση του «πηγαينوερχάκια», όπου παρατηρούμε ότι η διαδρομή του μειώνεται σταδιακά μέχρι που σταματά, όπως και όλα τα άλλα παιχνίδια κάποια στιγμή σταματούν. Η ενέργεια υποβαθμίζεται και γίνεται θερμότητα (κατά μία έννοια «αχρηστεύεται»), εκεί όπου υπάρχουν τριβές (στο λαστιχάκι, στα καπάκια, στις χάνδρες, στους έλικες, στους τροχούς, στο κουπί και στην επαφή με το νερό κλπ.), η οποία διασκορπίζεται στο περιβάλλον και «δεν μπορούμε εύκολα» να την «κάνουμε κίνηση» για τα παιχνίδια. Η ενέργεια κάνει τα παιχνίδια να πηγαίνουν (δυναμική-κινητική ενέργεια), αλλά η ενέργεια τα κάνει επίσης να σταματούν (όταν υποβαθμίζεται σε θερμότητα, εκεί όπου υπάρχουν τριβές). Για τη μείωση των τριβών και της αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των παιχνιδιών, τα παιδιά καλούνται να λύσουν μια σειρά κατασκευαστικών προβλημάτων που αφορούν τα παιχνίδια τους, π.χ. να εξετάσουν και να διαμορφώσουν τα σχήματα των παιχνιδιών τους καθώς και των διαφόρων μερών τους (κύλινδροι, τροχοί, υδροδυναμικοί πλευστήρες, σασί κλπ.) καθώς και «βάρος» τους σε σχέση με τον τρόπο κίνησής τους, ή/και επιπλέον ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της συνολικότερης δομής τους, που ενδέχεται να αυξάνουν τις ενεργειακές απώλειες, οι οποίες πρέπει να μειωθούν στην πράξη, με συγκεκριμένες παρεμβάσεις και βελτιώσεις.

4. Συμπεράσματα

Η πρόκληση για την εκπαιδευτική διαδικασία έγκειται στην (ολοένα) απλούστερη κατασκευή των παιχνιδιών με συνήθη υλικά και στη συζήτηση των γεφυρωτικών εννοιολογικών ερμηνειών, ώστε να αυξάνεται ο βαθμός αυθεντικότητας και εξοικείωσης με έννοιες, φαινόμενα και αντικείμενα, κυρίως από τη σκοπιά των παιδιών, κατά τη διαδικασία διαμόρφωσης των δικών τους παιχνιδιών (ιδιοποίηση). Εφόσον αυτό συνδυαστεί παράλληλα με διερευνήσεις στην τάξη, φαίνεται ότι συνάμα αυξάνει την προσήλωση και τη δέσμευση στην κατασκευή, μέσα από τον αυτοσχεδιασμό, τη δημιουργικότητα και την πολυμορφία της έμπνευσης. Προσδίδεται έτσι μία διαφορετική, περισσότερο χειροπιαστή και οικεία, προσέγγιση εννοιολόγησης της «ενέργειας», μέσα από τη διερεύνηση της λειτουργίας των παιχνιδιών, τη συζήτηση στην τάξη με την ανάδειξη των ερωτημάτων, των συλλογισμών και των επιχειρημάτων, μέσα από την έμπρακτη εφαρμογή και τον έλεγχο τους στην πράξη.

5. Βιβλιογραφία

Κολιόπουλος, Δ. (1997). *Επιστημολογικές και διδακτικές διαστάσεις των διαδικασιών συγκρότησης αναλυτικού προγράμματος: η περίπτωση του διδακτικού μετασχηματισμού της έννοιας της ενέργειας*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Κολιόπουλος, Δ. (2000). Σχεδιάζοντας και αξιολογώντας ένα αναλυτικό πρόγραμμα για την ενέργεια: μια εποικοδομητική προσέγγιση. Στο Κόκκοτας Π. [επιμ.] *Διδακτικές προσεγγίσεις στις φυσικές επιστήμες – Σύγχρονοι προβληματισμοί*. Αθήνα: Τυπωθήτω, σσ. 339-364.

Κολιόπουλος, Δ. (2014). *Η ενέργεια στην εκπαίδευση*. Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.

Τσαγλιώτης, Ν. (2015). Από την έρευνα και ανάπτυξη του διδακτικού περιεχομένου στην ενδοσχολική επιμόρφωση των εκπαιδευτικών: η περίπτωση του Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών στο 9^ο Δημοτικό Σχολείο Ρεθύμνου. Στα Πρακτικά του 1^{ου} Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου με θέμα: «*Το Σύγχρονο Σχολείο μέσα από το πρίσμα των Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών: από τη θεωρία στην καθημερινή πρακτική*», (IAKE), Ηράκλειο, 24-26 Απριλίου.

Chen, R.F., Eisenkraft, A., Fortus, D., Krajcik, J., Neumann, K., Nordine, J.C., Scheff, A. (Eds.). (2014). *Teaching and Learning of Energy in K-12 Education*. New York: Springer.

Duit, R. (1987). Should energy be illustrated as something quasi-material? *International Journal of Science Education*, Vol. 9(2), pp. 139-145.

Duit, R. & Haussler, P. (1994). Learning and teaching energy. In Fensham, P, Gunstone, R & White R. (eds.). *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning*, London: The Falmer Press, pp. 185-200.

Featonby, B. (2005). Toys and Physics. *Physics Education*, 40(6), pp. 337-343.

Kaper, W. & Goedhart, M. (2002). 'Forms of energy', an intermediary language on the road to thermodynamics? Part I. *International Journal of Science Education*, 24(1), pp. 81-96.

Leggett, M. (2003). Lessons that non-scientists can teach us about the concept of energy: a human-centered approach. *Physics Education*, Vol. 38(2), pp. 130-134.

Millar, R. (2005). *Teaching about energy*. Research paper 2005/11, Department of Educational Studies, University of York.

Pintó, R., Gutierrez, R. & Couso, D. (2000). *Teaching about energy degradation*. Report on Work package 5. Spain, Science Teacher Training in an Information Society (STTIS), DG Research (Contract SOE2 CT97 2020).

Rigsby, M. (2006). *Amazing rubber band cars: Easy-to-build wind-up racers, models, and toys*. Chicago: Chicago Review Press.

Seimears, C.M. (2010). Hey students, that can is full of energy! *Science Activities*, 47, pp. 58-62.

Solomon, J. (1992). *Getting to know about energy in school and society*. London: The Falmer Press.

Taylor, B.A.P. (1998). *Exploring Energy with Toys: Complete Lessons for Grades 4-8*. National Science Foundation: Learning Triangle Press.

Tsagliotis, N. (2008). Hands-on science activities for the teaching and learning of mechanical energy with 6th grade primary school children in Greece. In Costa, MFP., Dorio, JBV., Michaelides, P. & Divjak S. [eds.]. *Selected papers on Hands-on Science*. HSci Network, Braga, Portugal, pp. 193-200.

Williams, G. & Reeves, T. (2003). Another go at energy. *Physics Education*, Vol. 38(2), pp. 150-155.