

Ευαγγέλου Β. Φίλιππος¹

Κώτσης Θ. Κωνσταντίνος²

Σενάριο διδασκαλίας για το φαινόμενο του βρασμού του νερού με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π. σε μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης δημοτικού σχολείου

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αναλύεται διεξοδικά η εφαρμογή ενός σεναρίου διδασκαλίας για τους μαθητές της Πέμπτης και Έκτης τάξης Δημοτικού Σχολείου για το φαινόμενο του βρασμού του νερού. Η καινοτομία αυτού του σεναρίου διδασκαλίας έγκειται τόσο στο γεγονός ότι στηρίζεται στη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π (Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον) ως γνωστικού εργαλείου όσο και στο ότι η παιδαγωγική προσέγγιση που χρησιμοποιείται στηρίζεται στις αρχές της εποικοδομητικής προσέγγισης. Το συγκεκριμένο σενάριο διδασκαλίας απαρτίζεται από τα εξής δυο μέρη: α) τον οδηγό οργάνωσης διδασκαλίας και β) τα φύλλα εργασίας των μαθητών.

Λέξεις κλειδιά: Πειράματα, Βρασμός νερού, λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π, εποικοδομητική προσέγγιση, σενάριο διδασκαλίας

Abstract

This paper analyzes the application of Instructional scenario for boiling of water using simulation S.E.P. for students of 5th and 6th grade of primary school. The novelty of this Instructional scenario concerns both in the fact that based on the use of simulation S.E.P as a cognitive tool and that the pedagogical approach used is based on the principles of constructive approach. This Instructional scenario consists of the following two parts: a) the teaching organization driver and b) the students' worksheets.

Keywords: Experiments, boiling of water, simulation S.E.P, constructive approach, Instructional scenario

Εισαγωγή

¹ Εκπαιδευτικός Α/θμιας Εκπ/σης, Διδάκτορας στο Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

² Καθηγητής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Τα τελευταία χρόνια η ομαλή ενσωμάτωση και η πλήρης αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης αποτελούν τις κύριες συνιστώσες για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η παιδαγωγική αξιοποίηση αυτής της καινοτομίας διαμορφώνει ένα νέο, πρωτότυπο αλλά και συνεχώς εξελισσόμενο περιβάλλον διδασκαλίας και μάθησης με κύριο χαρακτηριστικό τη διαφορετική διδακτική προσέγγιση σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία (Μανταδάκης και Παπαβασιλείου, 2013).

Στο πλαίσιο αυτής της διαφορετικής διδακτικής προσέγγισης, οι ΤΠΕ φαίνεται να αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για την υποστήριξη της διδασκαλίας και μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες, περιλαμβάνοντας και υλοποιώντας χαρακτηριστικά που απαιτούνται από τις Φυσικές Επιστήμες (Καλκάνης, 2002· Μικρόπουλος, 2003· Τζιμογιάννης, 2004· Ψύλλος, 2007). Πιο συγκεκριμένα, μπορεί κανείς να ισχυρισθεί ότι η Φυσική αποτελεί ένα γνωστικό αντικείμενο στο οποίο αναδεικνύονται με ιδιαίτερο τρόπο οι δυνατότητες των ΤΠΕ τόσο κατά τη διδασκαλία όσο κατά την πειραματική - εργαστηριακή πρακτική (Καλκάνης, 2002). Αυτό οφείλεται κυρίως στις νέες έννοιες και τα φυσικά μεγέθη, που τις περισσότερες φορές βρίσκονται εκτός του άμεσου πεδίου αντίληψης στο φυσικό περιβάλλον, καθώς και στην πειραματική της φύση. Επιπρόσθετα, στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση πραγματεύονται ποιοτικά βασικές αρχές και έννοιες, χωρίς να δίνεται έμφαση στην μαθηματική τυποποίηση (Μικρόπουλος, 2006).

Η ραγδαία, λοιπόν, ανάπτυξη των ΤΠΕ και οι εφαρμογές τους στη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών δημιουργούν νέα ισχυρά μαθησιακά περιβάλλοντα (Ψύλλος, 2007). Η βιβλιογραφία παρουσιάζει πολλαπλά παραδείγματα της αποτελεσματικότητας των προσομοιώσεων στην ανάπτυξη της γνώσης περιεχομένου και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων, καθώς και στην υποστήριξη διδακτικών προτύπων και θεωριών όπως είναι η διερώτηση και η εννοιολογική αλλαγή (Bell & Smetana, 2008). Η αναπαράσταση και η οπτικοποίηση που παρέχεται μέσω εικονικών εργαλείων συνεισφέρει στην ανάπτυξη νοητικών οικοδομημάτων, η οποία επιτρέπει στα άτομα να σκέφτονται, να περιγράφουν και να επεξηγούν αντικείμενα, φαινόμενα και διαδικασίες σε ρεαλιστικό επίπεδο (Ολυμπίου, 2012).

Σε προέκταση των παραπάνω, αξίζει να επισημανθεί ότι υπάρχουν αποτελέσματα πρόσφατων ερευνών που καταδεικνύουν πως η χρήση προσομοιώσεων και λογισμικών στον ηλεκτρονικό υπολογιστή έχει θετική επίδραση τόσο στις γνώσεις περιεχομένου για το υπό μελέτη θέμα των Φυσικών Επιστημών όσο και στην αλλαγή των εναλλακτικών ιδεών των

μαθητών προς τις επιστημονικά ορθές απόψεις (Τζιμογιάννης, 2004· Μικρόπουλος, 2006· de Jong, 2006).

Ωστόσο, αξίζει να επισημανθεί ότι για να ενταχθούν οι ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία με δημιουργικό και εφαρμόσιμο τρόπο δεν είναι δυνατόν αυτό να πραγματοποιηθεί με τη χρήση των λογισμικών προσομοιώσεων μόνο ως εποπτικών μέσων, αλλά ως γνωστικών εργαλείων. Με άλλα λόγια, με τον υπολογιστή ως γνωστικό εργαλείο, η παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ περνά σε ένα άλλο επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, περνά από την τεχνοκεντρική προσέγγιση του πληροφορικού αλφαριθμητισμού και της υποβοηθούμενης από υπολογιστή διδασκαλίας, στην εποικοδομητική συμβολή των ΤΠΕ στη μάθηση (Μικρόπουλος, 2006). Ωστόσο, για να επιτευχθούν τα παραπάνω είναι αναγκαίο η αξιοποίηση των ΤΠΕ να συνοδεύεται από στοχοθετημένα σενάρια διδασκαλίας. Είναι αναγκαίο να σημειωθεί ότι όσοι εμπλέκονται, τα τελευταία χρόνια σε διαδικασίες σχετικές με τη χρήση, την αξιοποίηση και ένταξη των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην εκπαιδευτική πράξη, αντιλαμβάνονται ότι μια από τις επικρατούσες έννοιες και φυσικά προτεινόμενες πρακτικές είναι αυτή σχετίζεται με τον όρο «σενάριο διδασκαλίας» (Χαλκίδης, 2009).

Παράλληλα, αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη διαδικασία της διδασκαλίας και μάθησης τα σενάρια διδασκαλίας συντελούν στην τεκμηριωμένη ένταξη του εκπαιδευτικού λογισμικού στη διδακτική πράξη μέσα από στοχοθετημένες δραστηριότητες των μαθητών στο περιβάλλον του υπολογιστή.

Στην παρούσα εργασία αναλύουμε ένα σενάριο διδασκαλίας για το φαινόμενο του βρασμού του νερού με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π. (Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον) σε μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης δημοτικού σχολείου, το οποίο εφαρμόστηκε σε πιλοτικό στάδιο στο 9^ο Δημοτικό Σχολείο Διαπολιτισμικής Εκπαίδευσης Ιωαννίνων το σχολικό έτος 2013 - 14. Τέλος, επιλέχθηκε το φαινόμενο του βρασμού να διδαχθεί μέσω του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π. για τους εξής βασικούς λόγους: i) Το λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π. αποτελεί ένα ανοιχτό μαθησιακό περιβάλλον που οπτικά προσομοιώνει το χώρο ενός πραγματικού σχολικού εργαστηρίου με τα απαραίτητα όργανα και διατάξεις (Σχήμα 1) και προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα σύνθεσης εικονικών πειραματικών διατάξεων με ένα αληθοφανή τρόπο άμεσου χειρισμού των αντικειμένων αλλά και εκτέλεσης των αντίστοιχων πειραμάτων (Ψύλλος, Αργυράκης, Βλαχάβας, Χατζηκρανιώτης, Μπισδικιάν, Ρεφανίδης, Λεύκος, Κορομπίλης, Βράκας, Γάλλος, Πετρίδου, & Νικολαΐδης, 2000· Ψύλλος, Χατζηκρανιώτης & Λεύκος, 2002)

ii) Το λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π. δίνει τη δυνατότητα επανάληψης του ίδιου φαινομένου κατά βούληση, ευκολότερα και γρηγορότερα σε σχέση με το πραγματικό (Zacharia, 2007· Κόμης, Αργύρης, Γιαννούτσου, Γουμενάκης, Δαπόντες, Θεοδωρακάκου, Κυριακίδη, Παπαδημητρίου, Τζαβάρα, Τσίτσος, Φραγκάκη & Φράγκου, 2008)

iii) Το λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές για εύκολη διόρθωση και ελαχιστοποίηση των λαθών τους (Zacharia & Olymriou, 2011)

iv) Τα πειράματα που σχετίζονται με το φαινόμενο του βρασμού είναι, μερικές φορές, επικίνδυνα κατά την εκτέλεσή τους. Πιο συγκεκριμένα, στο βιβλίο δασκάλου της Ε΄ τάξης δημοτικού σχολείου αναφέρεται το εξής: «Το πείραμα για το βρασμό είναι επικίνδυνο, γι' αυτό και είναι χαρακτηρισμένο ως πείραμα επίδειξης» (Αποστολάκης, Παναγοπούλου, Σάββας, Τσαγλιώτης, Μακρή, Πανταζής, Πετρέα, Σωτηρίου, Τόλιας, Τσαγκογέωργα & Καλκάνης, 2006, σ. 135).

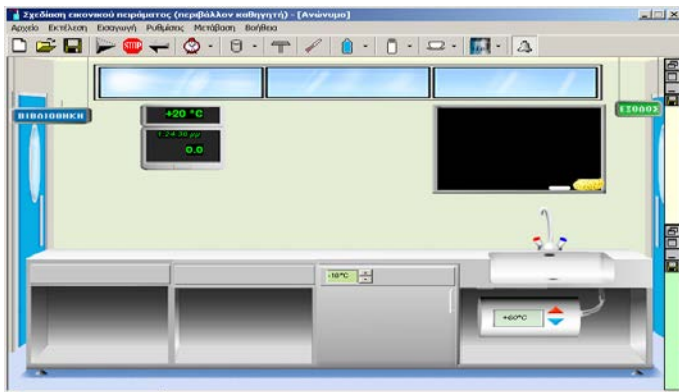
v) Σε αρκετά σχολεία, ενδεχομένως, δεν υπάρχουν τα υλικά για να εκτελεστούν τα πειράματα

vi) Η καθημερινή χρήση και εξοικείωση των μαθητών με τον ηλεκτρονικού υπολογιστή και τα λογισμικά προσομοίωσης μπορεί να κάνει τη διδασκαλία με το λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π. πιο ευχάριστη και πιο ελκυστική για τους μαθητές

Το λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π.

Το λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π. (Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον) είναι ένα λογισμικό που επιτρέπει μέσω προσομοιώσεων τον πειραματισμό στα θέματα θερμοδυναμικής και θερμότητας. Αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου ΝΑΥΣΙΚΑ / ΕΠΕΑΕΚ με επιστημονικό υπεύθυνο τον κ. Δ. Ψύλλο και οι φορείς που συνεργάστηκαν για τη σχεδίαση, την υλοποίηση και τη διδακτική αξιοποίηση του λογισμικού είναι: το Ι.Τ.Υ., το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Α.Π.Θ., το Τμήμα Φυσικής του Α.Π.Θ., το Τμήμα Πληροφορικής του Α.Π.Θ. και η Εταιρεία παραγωγής λογισμικού LaserLock (Ψύλλος, Ζαγουράς, Δαγδιλέλης, Κόμης, Κουτσογιάννης & Κυνηγός, 2008). Αποτελεί ένα ανοιχτό μαθησιακό περιβάλλον που οπτικά προσομοιώνει το χώρο ενός πραγματικού σχολικού εργαστηρίου με τα απαραίτητα όργανα και διατάξεις (Σχήμα 1) και προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα σύνθεσης εικονικών πειραματικών διατάξεων με ένα αληθοφανή τρόπο άμεσου χειρισμού των αντικειμένων αλλά και εκτέλεσης των αντίστοιχων πειραμάτων, σχετικά με θέματα φυσικής της θερμότητας (βρασμός, θερμικές ισορροπίες, ειδική θερμότητα, θερμοχωρητικότητα, νόμος ακτινοβολίας, αγωγιμότητα, κλπ.) και της

θερμοδυναμικής (όλες τις μεταβολές των αερίων) (Ψύλλος κ.ά., 2000· Ψύλλος κ.ά., 2002· Λεύκος, Ψύλλος, Χατζηκρανιώτης & Παπαδόπουλος, 2005).



Σχήμα 1: Η οθόνη του Εργαστηρίου θερμότητας του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π.

Το λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π. (Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον) είναι ένα λογισμικό που επιτρέπει μέσω προσομοιώσεων τον πειραματισμό στα θέματα θερμοδυναμικής και θερμότητας. Αποτελεί ένα ανοιχτό μαθησιακό περιβάλλον που οπτικά προσομοιώνει το χώρο ενός πραγματικού σχολικού εργαστηρίου με τα απαραίτητα όργανα και διατάξεις (Σχήμα 1) και προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα σύνθεσης εικονικών πειραματικών διατάξεων με ένα αληθοφανή τρόπο άμεσου χειρισμού των αντικειμένων αλλά και εκτέλεσης των αντίστοιχων πειραμάτων, σχετικά με θέματα φυσικής της θερμότητας (βρασμός, θερμικές ισορροπίες, ειδική θερμότητα, θερμοχωρητικότητα, νόμος ακτινοβολίας, αγωγιμότητα, κλπ.) και της θερμοδυναμικής (όλες τις μεταβολές των αερίων) (Ψύλλος κ.ά., 2000· Ψύλλος κ.ά., 2002).

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται το Εργαστήριο της θερμότητας. Πιο συγκεκριμένα, στο Εργαστήριο της θερμότητας ο χρήστης - μαθητής έχει στη διάθεσή του είτε μια προ-κατασκευασμένη πειραματική διάταξη (κλειστό ή παραμετρικό πείραμα) είτε μπορεί να επιλέξει και να συνθέσει μια ελεύθερη διάταξη, στηριζόμενος στα διαθέσιμα σ' αυτόν όργανα, συσκευές και υλικά. Οι πειραματικές διατάξεις υλοποιούνται πάνω σε πάγκο εργασίας (Σχήμα 1). Ο πάγκος έχει ενσωματωμένες πηγές θέρμανσης (λύχνος bunsen). Ο δείκτης στο ποντίκι αποκτά χαρακτηριστικά σχήματα, που υποβοηθούν την οπτικοποίηση των χειρισμών, όπως «παλάμη» όταν μετακινείται ένα αντικείμενο, βρύση όταν μεταγγίζεται υγρό, κλπ..

Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί, σύμφωνα με ερευνητές (Ψύλλος, 2007), ότι ένα από τα στοιχεία του Εργαστηρίου της θερμότητας που συντελεί στην κατανόηση από τους μαθητές των φαινομένων είναι η αληθοφάνεια τόσο του χώρου και των οργάνων όσο και

των χειρισμών και διαδικασιών. Πιο συγκεκριμένα, η αληθοφάνεια υπάρχει στην αναπαράσταση τόσο του χώρου του εργαστηρίου (υπάρχει ο πάγκος εργασίας, τα αποθηκευτικά ντουλάπια, η μπάρα εργαλείων) όσο και των οργάνων (γκαζάκι, φλόγα, θερμόμετρο, δοχεία). Οι διαδικασίες για το στήσιμο της πειραματικής διάταξης είναι ανάλογες με τις πραγματικές. Για παράδειγμα, για να ανάψεις το γκαζάκι πρέπει να πατήσεις ένα κουμπί, για να βάλεις το θερμόμετρο μέσα στο δοχείο πρέπει να το σηκώσεις και να το σύρεις μέχρι το δοχείο (Ευαγγέλου, 2012· Ευαγγέλου και Κώτσης, 2014).

Παράλληλα, από τη χρήση του Σ.Ε.Π. σε έρευνες (Ψύλλος, 2007) και πιο συγκεκριμένα από τη συστηματική παρατήρηση των μαθητών στην τάξη, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές μπορούσαν να αντιληφθούν την άνοδο της θερμοκρασίας του σώματος που θερμαινόταν από την ψηφιακή ένδειξη του θερμομέτρου, την κίνηση του υδραργύρου στο θερμόμετρο και την κατασκευή της γραφικής παράστασης της θερμοκρασίας σε σχέση με το χρόνο. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι τα ,τελευταία χρόνια, υλοποιούνται αρκετές έρευνες με τη χρήση του Σ.Ε.Π. για τη μελέτη των εννοιών της θερμότητας και της θερμοκρασίας (Λεύκος κ.ά.,2005· Ολυμπίου, Ζαχαρία & Παπαευριπίδου, 2007· Καλαμπούκας, Τσέτσιλας & Μουχατάρης, 2008α· Καλαμπούκας, Τσέτσιλας & Τσουμέτης, 2000β· Zacharia & Constantinou, 2008· Ολυμπίου & Ζαχαρία, 2009; Μακαρατζής, 2009· Zacharia & Olympiou, 2011· Ευαγγέλου, 2012· Ευαγγέλου και Κώτσης, 2014).

Σενάριο διδασκαλίας για το φαινόμενο του βρασμού του νερού με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π.

Το σενάριο διδασκαλίας συνιστά ένα ολοκληρωμένο μαθησιακό πλαίσιο, έναν δομημένο τρόπο οργάνωσης της διδασκαλίας που περιλαμβάνει διαδοχικά στάδια με στόχο την οικοδόμηση της γνώσης (Μικρόπουλος & Μπέλλου,2010). Ταυτόχρονα, αξιοποιεί συγκεκριμένα «συμβατικά μέσα» και στην περίπτωση της παρούσας εργασίας που υποστηρίζεται από τις ΤΠΕ αξιοποιεί συγκεκριμένα εκπαιδευτικά εργαλεία, όπως είναι το λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010· Δαγδιλέλης, Ζαγουράς, Κόμης, Κουτσογιάννης, Κυνηγός & Ψύλλος, 2011· Ευαγγέλου, 2012).

Το σενάριο διδασκαλίας στην παρούσα εργασία αποτελείται από δύο μέρη: α) τον οδηγό οργάνωσης διδασκαλίας και β) τα φύλλα εργασίας των μαθητών. Ειδικότερα, στον οδηγό οργάνωσης διδασκαλίας αναλύεται η συνολική σχεδίαση του σεναρίου (παιδαγωγική προσέγγιση, εναλλακτικές ιδέες, διδακτικοί στόχοι, κλπ.), παρουσιάζονται οι μαθησιακές δραστηριότητες και δίνονται οδηγίες και διδακτικές υποδείξεις προς τους δασκάλους (πιθανό σενάριο διδασκαλίας) για την εφαρμογή τους στη σχολική τάξη. Όσον αφορά τα φύλλα

εργασίας πρέπει να σημειωθεί ότι αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του σεναρίου διδασκαλίας (Ευαγγέλου, 2012).

Ο οδηγός οργάνωσης διδασκαλίας των εικονικών πειραμάτων σχετικά με το φαινόμενο του βρασμού του νερού περιλαμβάνει τα παρακάτω τμήματα:

Τίτλος: Ο βρασμός του νερού.

Εμπλεκόμενα γνωστικά αντικείμενα: Φυσική, Πληροφορική

Πρωτοτυπία: Η εκτέλεση των εικονικών πειραμάτων στηρίζεται τόσο στη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π (Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον) ως γνωστικού εργαλείου όσο και στις αρχές της εποικοδομητικής προσέγγισης

Τάξεις στις οποίες απευθύνεται: Το συγκεκριμένο σενάριο και τα πειράματα αφορούν μαθητές της Πέμπτης και Έκτης τάξης δημοτικού σχολείου (περίπου την ηλικία των 11 – 12 ετών).

Συμβατότητα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα: Το σενάριο καλύπτει τους στόχους του μαθήματος όπως αυτοί περιγράφονται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Α.Π.Σ.). Πιο συγκεκριμένα, στο Α.Π.Σ. της Πέμπτης τάξης αναφέρεται το φαινόμενο του βρασμού του νερού και ειδικότερα στην Ενότητα 3: Ενέργεια (θερμότητα και υλικά σώματα) (Δ.Ε.Π.Π.Σ. και Α.Π.Σ., 2003, σ.511). Οι διδακτικοί στόχοι που περιγράφονται στο Α.Π.Σ. είναι οι εξής: Οι μαθητές να περιγράφουν με απλά λόγια τα χαρακτηριστικά των αλλαγών της κατάστασης (μεταφορά θερμότητας, σταθερότητα στη θερμοκρασία).

Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών: Οι ιδέες των μαθητών σχετικά με τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και ειδικότερα το βρασμό του νερού αποτέλεσαν, τα τελευταία χρόνια, αντικείμενο έρευνας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στις περισσότερες χώρες του κόσμου (Driver, Guesne & Tiberghien, 1993· Driver, Squires, Rushworth & Robinson 1998· Τσιχουρίδης, Βαβουγιός & Ιωαννίδης, 2009). Πιο συγκεκριμένα, ο Καρανίκας (1996) σχετικά με το θερμικό φαινόμενο του βρασμού αναφέρει ότι οι μαθητές μέχρι την ηλικία των 10 χρόνων το γνωρίζουν από την καθημερινή εμπειρία, αλλά έχουν δυσκολία να το ερμηνεύσουν.

Σε μια μελέτη του Tiberghien et al. (1983, όπ. αναφ. στο Driver et al.,1993) οι περισσότεροι μαθητές, ηλικίας 10 έως 13 ετών, δεν γνωρίζουν σχετικά με τη σταθερότητα της θερμοκρασίας μεταβολής της κατάστασης του νερού ή του πάγου, εκτός εάν ήδη το έχουν διδαχθεί. Σε αυτή τη μελέτη το 20% και λιγότερο γνώριζε ή μπορούσε να δώσει τη θερμοκρασία στην οποία βράζει το νερό. Ακόμη, σε άλλη έρευνα οι περισσότεροι αναγνωρίζουν ότι αυτό που εξατμίζεται είναι νερό ή υδρατμός, δυσκολεύονται όμως να ερμηνεύσουν την αλλαγή κατάστασης (Καριώτογλου, 2006· Κατσανούλη, 1998).

Ταυτόχρονα, σε έρευνα της Κατσανούλη (1998) αναφέρεται ότι στο φαινόμενο του βρασμού, η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών αγνοεί ότι το σημείο βρασμού του νερού είναι 100 °C και θεωρεί ότι μεταβάλλεται ανάλογα με την παροχή θερμότητας, ιδέα που εμφανίζεται σε ανάλογο ποσοστό μαθητών και στην έρευνα του Erickson (1993). Ένας στους τρεις μαθητές συσχετίζει τη μείωση της μάζας του νερού, που συμβαίνει κατά τη διάρκεια του φαινομένου, με μείωση της θερμοκρασίας του.

Ειδικότερα, ο Anderson (1980, όπ. αναφ. στο Driver et al., 1998, σ.189) ερεύνησε τις ιδέες Σουηδών μαθητών γύρω από τη θερμοκρασία στην οποία βράζει το νερό ενός δοχείου, όταν αυτό τοποθετηθεί πάνω σε μια σόμπα. Αρχικά, τους ζήτησε να προβλέψουν τι θα συνέβαινε αν το νερό συνέχιζε να θερμαίνεται για 5 λεπτά επιπλέον. Από τις απαντήσεις προέκυψε ότι το 40% των δωδεκάχρονων μαθητών απάντησε ότι η θερμοκρασία θα ήταν μεγαλύτερη των 100 °C. Με άλλα λόγια, αυτοί οι μαθητές πιστεύουν ότι η θερμοκρασία και επομένως η ένδειξη του θερμομέτρου αυξάνει όταν το νερό συνεχίσει να βράζει (Καλαμπούκας κ.ά., 2008α). Ακόμη, από τα παιδιά που υποστήριζαν ότι η θερμοκρασία θα παρέμενε στους 100 °C, το 25% αυτών (ηλικίας 12 – 13 ετών) εξήγησαν τις απαντήσεις τους με όρους, όπως: «ο αριθμός που δείχνει ο διακόπτης της κουζίνας καθορίζει τη θερμοκρασία του νερού».

Στη συνέχεια, ο Anderson ζήτησε από τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί εάν η ένδειξη του διακόπτη της σόμπας αυξανόταν. Σ' αυτή την περίπτωση, το 90% των μαθητών ηλικίας 12 ετών, σκέφτηκε ότι η θερμοκρασία θα αυξανόταν πάνω από τους 100 °C.

Κατά συνέπεια, με βάση τα παραπάνω, προκύπτουν δύο κυρίαρχες εναλλακτικές ιδέες (Driver et al., 1998· Σκουμιός, 2011) για την έννοια και το φαινόμενο του βρασμού: I) Η θερμοκρασία του νερού που βράζει, αυξάνεται όταν αυξήσουμε απότομα την ποσότητα θερμότητας (φλόγα) ή συνεχίζουμε να το θερμαίνουμε για μερικά λεπτά ακόμα, II) Η θερμοκρασία (ή το σημείο) βρασμού του νερού εξαρτάται από την ποσότητα του νερού που θερμαίνεται, δηλαδή μεγαλύτερη ποσότητα νερού θα βράσει σε μεγαλύτερη θερμοκρασία και το αντίστροφο. Με άλλα λόγια, η θερμοκρασία του νερού που βράζει μεταβάλλεται και εξαρτάται από τη μάζα του.

Τέλος, το γεγονός ότι πολλοί μαθητές έχουν εναλλακτικές ιδέες για το φαινόμενο του βρασμού πιστοποιείται και από πρόσφατη έρευνα (Καλαμπούκας κ.ά., 2008β, σ. 598), στην οποία αναφέρονται τα εξής: «μια άλλη παράμετρος που θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθεί και προέκυψε από την καθολική αποτυχία στην ερώτηση για το φαινόμενο του βρασμού, θα ήταν ο σχεδιασμός και η εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης για την εννοιολογική αλλαγή

στην κατανόηση της έννοιας του βρασμού με τη βοήθεια προσομοιωμένων, αλλά και πραγματικών πειραματικών διατάξεων».

Διδακτικοί στόχοι: Σε αυτό το σενάριο οι μαθητές επιδιώκεται:

- Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι το νερό βράζει σε συγκεκριμένη θερμοκρασία
- Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι η θερμοκρασία του νερού που βράζει μένει σταθερή και δεν επηρεάζεται από την παροχή θερμότητας
- Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι η θερμοκρασία του νερού που βράζει μένει σταθερή και δεν επηρεάζεται από την ποσότητα (ή την μάζα) του νερού που υπάρχει στο δοχείο και θερμαίνεται
- Να κάνουν προβλέψεις - υποθέσεις, παρατηρήσεις, πειραματικούς ελέγχους των προβλέψεων μέσω του αποδεικτικού πειραματισμού και να μπορούν να διατυπώνουν συμπεράσματα
- Να τροποποιήσουν και να αλλάξουν τις εναλλακτικές ιδέες τους προς τις επιστημονικά ορθές για την έννοια του βρασμού του νερού (εννοιολογική αλλαγή).
- Να ενισχύσουν τις ιδέες τους που είναι κοντά στο επιστημονικό πρότυπο
- Να οικοδομήσουν μακροσκοπικά (σε παρατηρησιακό επίπεδο) την έννοια (φαινόμενο) του βρασμού του νερού
- Να μπορούν να αναφέρουν και να εξηγούν φαινόμενα και καταστάσεις της καθημερινής ζωής που σχετίζονται με την έννοια του βρασμού του νερού

Εκτιμώμενη διάρκεια: Η συνολική διάρκεια του σεναρίου εκτιμάται στις δύο (2) διδακτικές ώρες (90 λεπτά).

Παιδαγωγική προσέγγιση: Το σενάριο ακολουθεί τις αρχές της εποικοδομητικής προσέγγισης. Παράλληλα, οι επιμέρους διδακτικές στρατηγικές που πραγματοποιούνται με βάση την παραπάνω προσέγγιση είναι: το τρίπτυχο: «Πρόβλεψη – Παρατήρηση – Εξήγηση», η γνωστική σύγκρουση και η ενίσχυση (ή ο εμπλουτισμός) των ιδεών των μαθητών που είναι κοντά στις επιστημονικές.

Οργάνωση διδασκαλίας – απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή:

Λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π. (Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον)– απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή

Το μάθημα απευθύνεται σε μαθητές που έχουν μικρή εμπειρία στην εκτέλεση εικονικών πειραμάτων με τη χρήση λογισμικών προσομοίωσης. Για την εκτέλεση των εικονικών πειραμάτων απαιτείται η χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π. (Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον).

Ωστόσο, για σκοπούς επιτυχούς υλοποίησης της έρευνας, οι μαθητές πριν από την διεξαγωγή της έρευνας εξοικειώθηκαν με το λογισμικό προσομοίωσης Σ.Ε.Π. (Σχήμα 1).

Τα πειράματα πραγματοποιούνται στο εργαστήριο ηλεκτρονικών υπολογιστών (ή στην τάξη με χρήση φορητών υπολογιστών) όπου οι μαθητές εργάζονται σε δυάδες.

Ο τρόπος εργασίας των μαθητών: Οι μαθητές εργάζονται στην τάξη σε δυάδες για την εκτέλεση των εικονικών πειραμάτων.

Ο ρόλος του δασκάλου – ερευνητή: Ο δάσκαλος – ερευνητής γίνεται συντονιστής, προγραμματιστής, καθοδηγητής, οργανωτής καταστάσεων μάθησης, αλλά κυρίως «εμπυχωτής». Κατά τη εκτέλεση των πειραματικών δραστηριοτήτων ο δάσκαλος δεν επεμβαίνει, παρά μόνο αν χρειαστεί και αυτό κυρίως για να δώσει τεχνική βοήθεια στους μαθητές. Ταυτόχρονα, γίνεται τόσο δίκαιος και αμερόληπτος κριτής όταν απαιτείται όσο και ισότιμος συνεργάτης με τα μέλη της ομάδας.

Η προτεινόμενη (πιθανή) πορεία διδασκαλίας – Οι φάσεις διδασκαλίας: Το σενάριο διδασκαλίας υλοποιείται με βάση τις αρχές της εποικοδομητικής προσέγγισης και ειδικότερα τις πέντε (5) φάσεις του «μοντέλου εποικοδομητικής διδακτικής στρατηγικής» (Ψύλλος, Κουμαράς & Καριώτογλου, 1993· Καριώτογλου, 2006)

1^η Φάση: Έναυσμα ενδιαφέροντος - Ανάδειξη των ιδεών των μαθητών: Η 1^η Φάση διδασκαλίας στηρίζεται στη φάση «ανάδειξης των ιδεών» της εποικοδομιστικής προσέγγισης. Σε αυτή τη φάση ο δάσκαλος – ερευνητής δίνει το έναυσμα στους μαθητές, μέσω γενικών ερωτήσεων αλλά και ερωτήσεων που περιέχονται στο αρχικό φύλλο εργασίας (1), ώστε να τους προσανατολίσει και να τους προκαλέσει το ενδιαφέρον για το φαινόμενο του βρασμού του νερού. Στη συνέχεια, τους προτρέπει να απαντήσουν ατομικά στις ερωτήσεις του αρχικού φύλλου εργασίας (1) (προτεστ), καταγράφοντας με αυτόν τον τρόπο και τις πιθανές εναλλακτικές τους ιδέες. Το φύλλο αυτό περιέχει πέντε (5) ερωτήσεις που σχετίζονται με εφαρμογές από την καθημερινή ζωή.

2^η Φάση: Προβλέψεις – Υποθέσεις - Ανάδειξη των ιδεών: Η 2^η Φάση διδασκαλίας στηρίζεται στη φάση «ανάδειξης των ιδεών» της εποικοδομιστικής προσέγγισης.

Πιο συγκεκριμένα, σε αυτή τη φάση ο δάσκαλος – ερευνητής, μέσα από συζήτηση και με τα φύλλα εργασίας (2) – Προβλέψεις – Υποθέσεις που δίνει στους μαθητές, ζητά από τους μαθητές μέσα από υποθετικά πειράματα να προβλέψουν και να διατυπώσουν υποθέσεις για τις αιτίες, τη λειτουργία, την εξέλιξη και τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων φαινομένων και πειραμάτων σχετικά με το φαινόμενο του βρασμού του νερού. Με αυτά, λοιπόν, τα φύλλα εργασίας οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις, μέσω των οποίων θα αναδειχθούν οι εναλλακτικές ιδέες τους. Ειδικότερα, σε αυτό το φύλλο εργασίας (2)

αποτυπώνονται τρία (3) διαφορετικά υποθετικά πειράματα, με βάση τα οποία ζητείται από τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί με το φαινόμενο του βρασμού του νερού.

3^η Φάση: Δοκιμασία των ιδεών και εισαγωγή του επιστημονικού προτύπου –Εξαγωγή Συμπερασμάτων: Η 3^η Φάση διδασκαλίας στηρίζεται στις φάσεις «Δοκιμασίας των ιδεών των μαθητών και καταγραφής των αποτελεσμάτων»

Πιο συγκεκριμένα, σε αυτή τη φάση ο δάσκαλος - ερευνητής, μετά από τη διατύπωση των προβλέψεων και υποθέσεων (αλλά και των εναλλακτικών ιδεών) των μαθητών για το φαινόμενο του βρασμού του νερού, ενεργοποιεί τους μαθητές να εκτελέσουν (επιβεβαιωτικά ή απορριπτικά) πειράματα, ώστε στη συνέχεια να διατυπώσουν και να αξιολογήσουν τις παρατηρήσεις τους.

Πιο συγκεκριμένα, επιδίωξη του δασκάλου είναι η αυτόβουλη και οικειοθελής μετατόπιση των παιδιών από τις δικές τους σε άλλες ιδέες, που είναι πλησιέστερα στο επιστημονικό πρότυπο. Κύριος στόχος της διδασκαλίας είναι οι μαθητές να δυσαρεστηθούν από τις ιδέες που έχουν σχηματίσει και να οδηγηθούν σε αδιέξοδο διαπιστώνοντας τη διάσταση ανάμεσα σε εκείνο που αναμένουν και στο πραγματικό αποτέλεσμα. Πιο αναλυτικά, αν στην προηγούμενη φάση ο δάσκαλος – ερευνητής είχε ζητήσει να προβλέψουν τα αποτελέσματα κάποιου «υποθετικού» πειράματος, σ' αυτή τη φάση τους ζητά να εκτελέσουν το πείραμα. Αν τα αποτελέσματα του πειράματος συμπίπτουν με την πρόβλεψη και την υπόθεση, τότε έχουμε επιβεβαίωση της υπάρχουσας γνώσης. Σε διαφορετική περίπτωση, έχουμε γνωστική σύγκρουση και εννοιολογική αλλαγή.

Ταυτόχρονα, στο σημείο αυτό η 3^η φάση περιλαμβάνει την εισαγωγή από τον δάσκαλο της νέας – επιστημονικής γνώσης, η οποία ερμηνεύει τα αποτελέσματα των (αποδεικτικών) πειραμάτων. Ο δάσκαλος θα πρέπει να δείξει την ανωτερότητα της νέας γνώσης (Καριώτογλου, 2006). Συμπερασματικά, μέσα από τις πειραματικές δραστηριότητες των φύλλων εργασίας (3) οι μαθητές οδηγούνται σε συμπεράσματα, που τελικά θα τους βοηθήσουν να αναιρέσουν ή να τροποποιήσουν ή να ενισχύσουν τις αρχικές τους ιδέες και να υιοθετήσουν τις νέες ιδέες που είναι συμβατές με το επιστημονικό πρότυπο.

4^η Φάση: Εφαρμογή του επιστημονικού προτύπου – Γενίκευση: Η 4^η Φάση διδασκαλίας στηρίζεται στη φάση «Εφαρμογής του επιστημονικού προτύπου» της εποικοδομιστικής προσέγγισης.

Πιο συγκεκριμένα, σε αυτή τη φάση ο δάσκαλος – ερευνητής καλεί τους μαθητές να εξηγήσουν τα αποτελέσματα των τριών (3) πειραμάτων που εκτέλεσαν και να ερμηνεύσουν φαινόμενα σχετικά με το φαινόμενο του βρασμού του νερού, εφαρμόζοντας τη νέα γνώση.

Ο δάσκαλος – ερευνητής καλεί τους μαθητές να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας (4) – Εφαρμογές. Οι πέντε (5) ερωτήσεις αυτού του φύλλου εργασίας είναι πανομοιότυπες με τις ερωτήσεις του αρχικού φύλλου εργασίας (1).

5^η Φάση: Ανασκόπηση και σύγκριση των ιδεών των μαθητών με τις ιδέες του επιστημονικού προτύπου – Μεταγνωστική φάση - Εμπέδωση: Σε αυτή τη φάση ο δάσκαλος - ερευνητής ζητά από τους μαθητές να του περιγράψουν την παλιά και τη νέα τους γνώση και να αντιληφθούν τις διαφορές της. Επίσης, τους ζητά να πουν ποιο στοιχείο της διδασκαλίας τους οδήγησε στην αλλαγή. Συνήθως οι μαθητές απαντούν σε ερωτήσεις: «Τι έλεγες πριν;», «Τι νομίζεις τώρα;», «Γιατί άλλαξες γνώμη;». Με αυτόν τον τρόπο δεν μαθαίνουν μόνο τη νέα γνώση αλλά αντιλαμβάνονται και πως την έμαθαν. Με άλλα λόγια, συνειδητοποιούν την προηγούμενη με την τωρινή κατάσταση, καθώς και τη γνωστική πορεία της αλλαγής (μεταγνώση). Βέβαια, αυτό, είναι ιδιαίτερα δύσκολο στις μικρές ηλικίες μαθητών (Ψύλλος κ.ά.,1993· Καριώτογλου, 2006).

Πειράματα με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π. – Μαθησιακές δραστηριότητες:

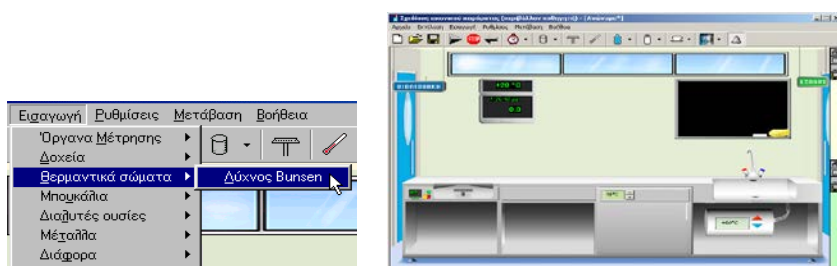
Τα εικονικά πειράματα που εκτελούνται από τους μαθητές με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π. σχετικά με το φαινόμενο του βρασμού του νερού είναι τρία (3). Ταυτόχρονα, πρέπει να σημειωθεί ότι τα φαινόμενα και τα πειράματα που θα εκτελεσθούν δεν επιλέγονται τυχαία, αλλά εξυπηρετούν την υλοποίηση των διδακτικών στόχων (αλλά και των γνωστικών απαιτήσεων του εννοιολογικού ή διαδικαστικού περιεχομένου).

Πρώτο πείραμα με εικονικά αντικείμενα του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π.:

Το πρώτο πείραμα που θα εκτελέσουν οι μαθητές σχετίζεται με τον εξής διδακτικό στόχο: «Οι μαθητές επιδιώκεται να διαπιστώσουν πειραματικά ότι το νερό βράζει σε συγκεκριμένη θερμοκρασία».

Στο πρώτο πείραμα οι μαθητές θα υλοποιήσουν, με βάση το φύλλο εργασίας (3) – Πειράματα και τις οδηγίες του δασκάλου – ερευνητή, τις εξής δραστηριότητες:

1^ο Βήμα : Τοποθέτησε στο πάγκο εργασίας έναν λύχνο Bunsen (μοιάζει με το ηλεκτρικό μάτι ή γκαζάκι), επιλέγοντας Εισαγωγή ➤ Θερμαντικά σώματα ➤ Λύχνος Bunsen,



2^ο Βήμα – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΟΧΕΙΟΥ 250 ml:

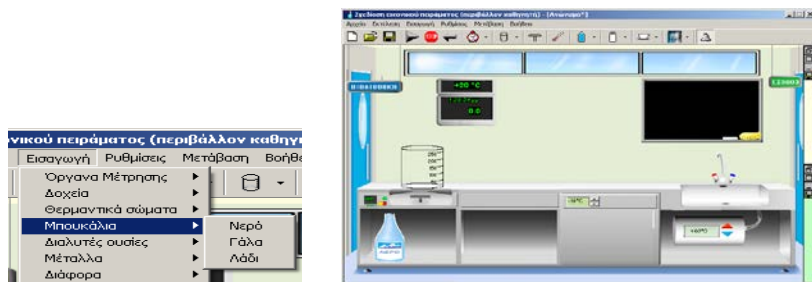
Τοποθέτησε στο πάγκο εργασίας δοχείο των 250 ml (γραμμαρίων), χρησιμοποιώντας το μενού Εισαγωγή ➤ Δοχεία ➤ Δοχεία 250 ml

Στη συνέχεια μετακίνησε με το ποντίκι το δοχείο πάνω στο λύγχο Bunsen, όπως φαίνεται στην παρακάτω οθόνη:



3^ο Βήμα – ΜΠΟΥΚΑΛΙ ΜΕ ΝΕΡΟ (ΓΕΜΙΣΜΑ ΜΕΧΡΙ ΤΑ 100ml):

Τοποθέτησε στο κάτω μέρος του πάγκου εργασίας μπουκάλι νερού, χρησιμοποιώντας το μενού Εισαγωγή ➤ Μπουκάλια ➤ Νερό

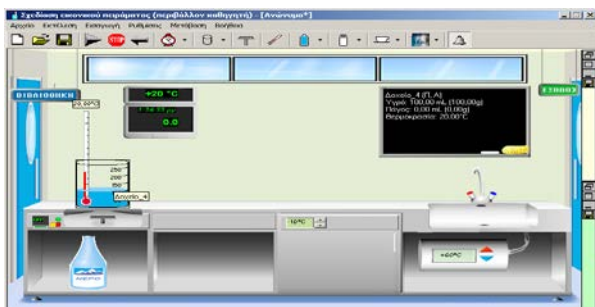


- Στη συνέχεια κάνοντας αριστερό κλικ στο Μπουκάλι με το νερό, το ποντίκι παίρνει τη μορφή μικρού μπλε μπουκαλιού.
- Τέλος, οδήγησε τον κέρσορα του ποντικιού στο δοχείο και με συνεχόμενα αριστερά κλικ μέσα στο δοχείο γέμισε το με 100 ml (ή γραμμάρια) νερό

4^ο Βήμα: Τοποθέτησε ένα θερμόμετρο επιλέγοντας Εισαγωγή ➤ Όργανα μέτρησης ➤ Θερμόμετρο

Στη συνέχεια επέλεξε το Θερμόμετρο με το ποντίκι και μετακίνησε το μέσα στο δοχείο.

Η οθόνη που θα εμφανιστεί θα είναι η παρακάτω:




Η αρχική θερμοκρασία του νερού είναι 20°C.

5^ο Βήμα :Κάνε κλικ στον πίνακα με τον χρόνο που έχει τη μορφή 0.0 (δευτερόλεπτα:δέκατα):

Τότε ο χρόνος θα εμφανίζεται στην οθόνη με τη μορφή λεπτά:δευτερόλεπτα:δέκατα ως εξής:
6^ο Βήμα – ΧΑΜΗΛΗ ΠΑΡΟΧΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΟΥΜΠΙ LOW):

Άναψε το Λύχνο στη χαμηλή παροχή θερμότητας (θα εμφανιστεί δίπλα από το κίτρινο κουμπί η λέξη:LOW), πατώντας με αριστερό κλικ το κίτρινο κουμπί.

7^ο Βήμα : Πάτησε το κουμπί  (εκτέλεση πειράματος) για να ξεκινήσει το πείραμα.

Στη συνέχεια το νερό αρχίζει να ζεσταίνεται.

8^ο Βήμα : Παρατήρησε τις ενδείξεις του θερμομέτρου και χρησιμοποιώντας το χρονόμετρο (ρολόι) προσπάθησε να τις καταγράψεις στον παρακάτω πίνακα:

ΛΕΠΤΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
1 ^ο λεπτό	°C.
2 ^ο λεπτό	°C.
3 ^ο λεπτό	°C.
4 ^ο λεπτό	°C.
5 ^ο λεπτό	°C.

➤ Τέλος, πριν απαντήσεις στις παρακάτω ερωτήσεις, σταμάτησε το πείραμα πατώντας

το κουμπί  (Διακοπή εκτέλεσης)


Σε ποια θερμοκρασία παρατηρείς να βράζει το νερό; °C.

Τι παρατηρείς να συμβαίνει κατά τη διάρκεια του βρασμού σε όλη την μάζα του;.....

Δεύτερο πείραμα με εικονικά αντικείμενα του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π.:

Το δεύτερο πείραμα που θα εκτελέσουν οι μαθητές σχετίζεται με τον εξής διδακτικό στόχο:
«Οι μαθητές επιδιώκεται να διαπιστώσουν πειραματικά ότι η θερμοκρασία του νερού που βράζει μένει σταθερή και δεν επηρεάζεται από την παροχή θερμότητας».

Στο δεύτερο πείραμα οι μαθητές θα υλοποιήσουν, με βάση το φύλλο εργασίας (3) – Πειράματα και τις οδηγίες του δασκάλου – ερευνητή, τις εξής δραστηριότητες:

1^ο Βήμα : Πάτησε ξανά το κουμπί  (εκτέλεση πειράματος) για να συνεχίσει το πείραμα στο οποίο βράζει το νερό.

2^ο Βήμα – ΥΨΗΛΗ ΠΑΡΟΧΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΚΟΚΚΙΝΟ ΚΟΥΜΠΙ: HIGH):

Ενώ βράζει το νερό δυνάμωσε απότομα το λύχνο θέρμανσης στην *υψηλή παροχή θερμότητας*(μεγαλύτερη φλόγα),πατώντας με αριστερό κλικ το κόκκινο κουμπί (θα εμφανιστεί δίπλα από το κουμπί η λέξη:HIGH)

Το νερό συνεχίζει να ζεσταίνεται.



3^ο Βήμα :

Παρατήρησε τις ενδείξεις του θερμομέτρου και προσπάθησε να τις καταγράψεις στον παρακάτω πίνακα:

ΛΕΠΤΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
6 ^ο λεπτό – (1 ^ο λεπτό μετά την αύξηση στην υψηλή παροχή θερμότητας)	°C.
7 ^ο λεπτό – (2 ^ο λεπτό μετά την αύξηση στην υψηλή παροχή θερμότητας)	°C.
8 ^ο λεπτό – (3 ^ο λεπτό μετά την αύξηση στην υψηλή παροχή θερμότητας)	°C.

Τώρα ποια θερμοκρασία παρατηρείς να δείχνει το θερμομέτρο ενώ βράζει το νερό;..... °C.

Αυτή, λοιπόν, η θερμοκρασία είναι:

Επέλεξε και κύκλωσε μια από τις τρεις παρακάτω απαντήσεις:

α) Μεγαλύτερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία που έβρασε το νερό και το ηλεκτρικό μάτι ήταν αναμμένο στην ένδειξη LOW, δηλαδή στη χαμηλή παροχή Θερμότητας (χαμηλή φλόγα).

β) Μικρότερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία που έβρασε το νερό και το ηλεκτρικό μάτι ήταν αναμμένο στην ένδειξη LOW, δηλαδή στη χαμηλή παροχή Θερμότητας (χαμηλή φλόγα).

γ) Ίδια, περίπου, θερμοκρασία με τη θερμοκρασία που έβρασε το νερό και το ηλεκτρικό μάτι ήταν αναμμένο στην ένδειξη LOW, δηλαδή στη χαμηλή παροχή Θερμότητας (χαμηλή φλόγα). Πως νομίζεις ότι μπορεί να εξηγηθεί η απάντησή σου;.....

- Στη συνέχεια σβήσε το λύγγο Bunsen (το ηλεκτρικό μάτι), πατώντας αρχικά με αριστερό κλικ την ένδειξη: **HIGH**(στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης), έτσι ώστε να εμφανιστεί η ένδειξη **OFF** που σημαίνει ότι διακόπτεται η παροχή θερμότητας στο λύγγο Bunsen.



- Τέλος πάτησε το κουμπί (Διακοπή εκτέλεσης)
- Τι παρατηρείς στη στάθμη και στη μάζα του νερού στο δοχείο;

Επέλεξε και κύκλωσε μια από τις τρεις παρακάτω απαντήσεις: α) Έμεινε η ίδια (σταθερή).


β Μειώθηκε.

γ) Αυξήθηκε. Πως νομίζεις ότι μπορεί να εξηγηθεί η απάντησή σου;.....

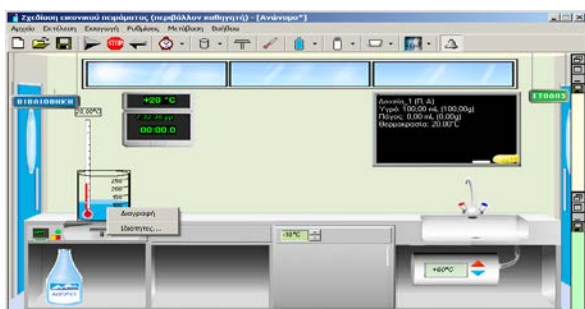
Τρίτο πείραμα με εικονικά αντικείμενα του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π.:

Το τρίτο πείραμα που θα εκτελέσουν οι μαθητές σχετίζεται με τον εξής διδακτικό στόχο: «Οι μαθητές επιδιώκεται να διαπιστώσουν πειραματικά ότι η θερμοκρασία του νερού που βράζει μένει σταθερή και δεν επηρεάζεται από την ποσότητα (ή την μάζα) του νερού που υπάρχει στο δοχείο και θερμαίνεται».

Στο τρίτο πείραμα οι μαθητές θα υλοποιήσουν, με βάση το φύλλο εργασίας (3) – Πειράματα και τις οδηγίες του δασκάλου – ερευνητή, τις εξής δραστηριότητες:

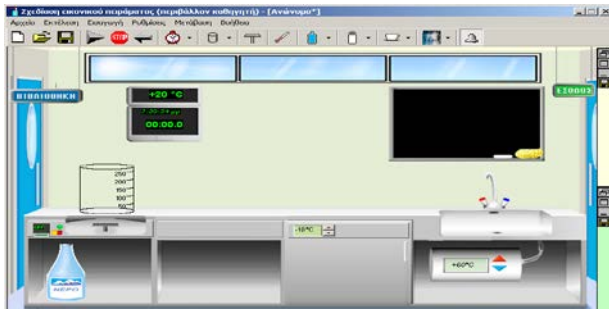
1^ο Βήμα: Πάτησε το κουμπί  (επαναφορά)

2^ο Βήμα: Επέλεξε με το ποντίκι το δοχείο και κάνε δεξί κλικ για να εμφανιστεί το παρακάτω εικονίδιο:



3^ο Βήμα: Επέλεξε διαγραφή του δοχείου

4^ο Βήμα: Τοποθέτησε στο πάγκο εργασίας δοχείο των 250 ml (γραμμαρίων), χρησιμοποιώντας το μενού Εισαγωγή ➤ Δοχεία ➤ Δοχεία 250 ml



5^ο Βήμα – Γέμισμα Δοχείου με διπλάσια ποσότητα, δηλαδή με 200 ml : Κάνε αριστερό κλικ στο Μπουκάλι με το νερό, έτσι ώστε το ποντίκι να πάρει τη μορφή μικρού μπουκαλιού.

Τέλος, οδήγησε τον κέρσορα του ποντικιού στο δοχείο και με συνεχόμενα αριστερά κλικ μέσα στο δοχείο γέμισε το με διπλάσια ποσότητα σε σχέση με τα προηγούμενα πειράματα, δηλαδή με 200 ml (ή γραμμάρια) νερό

Η αρχική θερμοκρασία του νερού είναι 20°C.

6^ο Βήμα: Τοποθέτησε ένα θερμόμετρο επιλέγοντας Εισαγωγή > Όργανα μέτρησης > Θερμόμετρο

Στη συνέχεια επέλεξε το Θερμόμετρο με το ποντίκι και μετακίνησε το μέσα στο δοχείο.

Η οθόνη που θα εμφανιστεί θα είναι η παρακάτω:



7^ο Βήμα – ΧΑΜΗΛΗ ΠΑΡΟΧΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΟΥΜΠΙ):

Άναψε το Λύχνο στη χαμηλή παροχή (θερμότητας), πατώντας με αριστερό κλικ το κίτρινο κουμπί.



8^ο Βήμα : Πάτησε το κουμπί (εκτέλεση πειράματος) για να ξεκινήσει το πείραμα.

9^ο Βήμα : Στη συνέχεια παρατήρησε τις ενδείξεις του θερμομέτρου και προσπάθησε να τις καταγράψεις, με τη βοήθεια του χρονομέτρου, στον παρακάτω πίνακα:

ΛΕΠΤΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
1 ^ο λεπτό	°C.
2 ^ο λεπτό	°C.
3 ^ο λεπτό	°C.

4 ^ο λεπτό	°C.
5 ^ο λεπτό	°C.
6 ^ο λεπτό	°C.
7 ^ο λεπτό	°C.
8 ^ο λεπτό	°C.
9 ^ο λεπτό	°C.
10 ^ο λεπτό	°C.

Ποια θερμοκρασία παρατηρείς να δείχνει το θερμόμετρο όταν βράζει το νερό;..... °C.

Αυτή, λοιπόν, η θερμοκρασία είναι:

Επέλεξε και κύκλωσε μια από τις τρεις παρακάτω απαντήσεις:

α) Μεγαλύτερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία που έβραζε το νερό στο προηγούμενο πείραμα στο δοχείο των 100 ml (ή γραμμαρίων) (στη χαμηλή παροχή).

β) Μικρότερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία που έβραζε το νερό στο προηγούμενο πείραμα στο δοχείο των 100 ml (ή γραμμαρίων) (στη χαμηλή παροχή).

γ) Ίδια θερμοκρασία με τη θερμοκρασία που έβραζε το νερό στο προηγούμενο πείραμα στο δοχείο των 100 ml (ή γραμμαρίων) (στη χαμηλή παροχή).

Πως νομίζεις ότι μπορεί να εξηγηθεί η απάντησή σου;.....

Αξιολόγηση: Η αξιολόγηση του σεναρίου αφορά κυρίως την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών μετά από την εκτέλεση των πειραμάτων. Για την αξιολόγηση χορηγήθηκε στους μαθητές το φύλλο εργασίας (4) – εφαρμογές - μετατεστ.

Επεκτασιμότητα: Το σενάριο μπορεί να επεκταθεί και σε άλλους διδακτικούς στόχους. Για παράδειγμα, οι μαθητές μέσα από δραστηριότητες να διαπιστώσουν πειραματικά ότι η θερμοκρασία του νερού που βράζει μένει σταθερή και δεν επηρεάζεται από το χρόνο που θερμαίνεται. Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να εκτελέσουν την εξής πειραματική δραστηριότητα: «Έχουμε τρία δοχεία ζέσης 250 ml. Στο κάθε δοχείο βάζουμε 200ml νερό και τοποθετούμε στο καθένα από ένα ίδιο θερμόμετρο. Θερμαίνουμε τα δοχεία ταυτόχρονα. Όταν αρχίζει να βράζει το νερό και στα τρία δοχεία, στο πρώτο δοχείο συνεχίζουμε να παρέχουμε θερμότητα ακόμη για 1 λεπτό και μετά διακόπτουμε την παροχή θερμότητας. Στο δεύτερο δοχείο συνεχίζουμε να παρέχουμε θερμότητα για 2 λεπτά ακόμη και μετά διακόπτουμε την παροχή θερμότητας. Στο τρίτο δοχείο συνεχίζουμε να παρέχουμε θερμότητα για 4 λεπτά ακόμη και μετά διακόπτουμε την παροχή θερμότητας. Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν την ένδειξη του θερμομέτρου σε κάθε δοχείο, τη στιγμή που διακόπτουμε την παροχή θερμότητας».

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Με βάση την παραπάνω δομή και την πιλοτική εφαρμογή του σεναρίου διδασκαλίας θα μπορούσε κανείς να ισχυρισθεί ότι γίνεται μια προσπάθεια σύνδεσης εννοιών και φαινομένων της Φυσικής – όπως είναι στην παρούσα εργασία το φαινόμενο του βρασμού του νερού - με τη χρήση Νέων Τεχνολογιών, με την προϋπόθεση ότι υπάρχουν στοχοθετημένες μαθησιακές δραστηριότητες όπως αυτές περιγράφονται στο παραπάνω σενάριο διδασκαλίας.

Επιπρόσθετα, θα μπορούσε να ισχυρισθεί κανείς ότι υπάρχουν στοιχεία καινοτομίας σε αυτό το σενάριο διδασκαλίας τα οποία στηρίζονται τόσο στο γεγονός ότι το λογισμικό Σ.Ε.Π. (Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον) αξιοποιείται στη διδασκαλία ως γνωστικό εργαλείο όσο και στο ότι η παιδαγωγική προσέγγιση που στο παρόν σενάριο στηρίζεται στις αρχές του εποικοδομισμού.

Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι μέσα από αυτή τη διεξοδική ανάλυση του σεναρίου διδασκαλίας δεν γίνεται προσπάθεια αντικατάστασης των πραγματικών πειραμάτων από εικονικά. Αντίθετα, δίνεται μια εναλλακτική - συμπληρωματική πρόταση διδασκαλίας τόσο στους εκπαιδευτικούς όσο και στους μαθητές.

Αυτό πιστοποιείται και από το γεγονός ότι πολλοί ερευνητές επισημαίνουν ότι τα εικονικά πειράματα προτείνεται να αντικαταστήσουν τα εικονικά στις περιπτώσεις εκτέλεσης επικίνδυνων πειραμάτων (Τζιμογιάννης, 2004), αλλά και στις περιπτώσεις όπου τα πραγματικά αντικείμενα και οι συσκευές κάνουν πιο πολύπλοκη τη διδασκαλία και δεν βοηθούν τους μαθητές να λαμβάνουν ακριβείς μετρήσεις και παρατηρήσεις (Marshall & Young, 2006).

Τα παραπάνω ενισχύονται και από το γεγονός, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ότι το φαινόμενο του βρασμού του νερού, με βάση τις οδηγίες που υπάρχουν στο Βιβλίο του δασκάλου της Πέμπτης Δημοτικού, θεωρείται επικίνδυνο. Πιο συγκεκριμένα, στο Βιβλίο του δασκάλου αναφέρονται τα εξής: «Το πείραμα αυτό θεωρείται επικίνδυνο, γι' αυτό και είναι χαρακτηρισμένο ως πείραμα επίδειξης» (Αποστολάκης, Παναγοπούλου, Σάββας, Τσαγλιώτης, Μακρή, Πανταζής, Πετρέα, Σωτηρίου, Τόλιας, Τσαγκογέωργα & Καλκάνης, 2006, σ. 135)

Κατά συνέπεια, αξίζει να επισημανθεί ότι η παρούσα πρόταση σχετικά με το σενάριο διδασκαλίας πειραμάτων για το φαινόμενο του βρασμού του νερού με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π. δεν αποτελεί πανάκεια στη μαθησιακή διαδικασία, αλλά ένα ισχυρό συμπληρωματικό εργαλείο για τη δημιουργική εργασία των μαθητών και την

οικοδόμηση της γνώσης σε καταστάσεις που υπάρχουν δυσκολίες εκτέλεσης πειραμάτων με τα πραγματικά αντικείμενα (Καλκάνης, 2000• Μικρόπουλος, 2006).

Βιβλιογραφία

- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., Πετρέα, Κ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α. & Καλκάνης, Γ. (2006). *Ερευνώ και ανακαλύπτω: Βιβλίο Δασκάλου Ε΄ Δημοτικού*, Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Bell, R. L., & Smetana, L. (2008). Using computer simulations to enhance science teaching and learning. In R. L. Bell, J. Gess-Newsome, & J. Luft (Eds.), *Technology in the secondary science classroom*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Δαγδιλέλης, Β., Ζαγουράς, Χ., Κόμης, Β., Κουτσογιάννης, Δ., Κυνηγός, Χ., & Ψύλλος, Δ. (2011). *Επιμορφωτικό Υλικό για την Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης* (τ.1, Γενικό Μέρος, Β΄ έκδ.), ΕΑΙΤΥ, ΤΕΚ, Πάτρα.
- de Jong, T. (2006). Computer simulations: technological advances in inquiry learning. *Science*, 312, 532–533.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1993). *Οι αντιλήψεις των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες* (Θ. Κρητικός, Β. Σπηλιωτοπούλου - Παπαντωνίου, & Α. Σταυρόπουλος, Μτφ). Ένωση Ελλήνων Φυσικών: Εκδόσεις Τροχαλία, Αθήνα.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Robinson, V. (1998). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών* (Επ. Π. Κόκκοτας, Μτφ. Μ. Χατζή). Αθήνα: Εκδόσεις Τυπωθήτω, Γ. Δαρδανός
- Δ.Ε.Π.Π.Σ., & Α.Π.Σ. (2003). *Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο»*. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΥΠΕΠΘ, Αθήνα, Ανακτήθηκε στις 3/9/2007, από: http://www.pischools.gr/download/programs/depps/24aps_erebno_to_fisiko_kosmo.pdf.
- Ευαγγέλου, Φ. (2012). Η επίδραση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων Φυσικής στη μάθηση. *Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή*. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Ευαγγέλου Β. Φ., & Κώτσης Θ. Κ. (2014). Συγκριτική μελέτη της επίδρασης πραγματικών και εικονικών πειραμάτων στη μάθηση για το φαινόμενο του βρασμού του νερού σε μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού Σχολείου. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 7(1-2), 5-24.
- Καλαμπούκας, Ηλ., Τσέτσιλας, Ι., & Μουχταρίδης, Α. (2008α). Το νερό βράζει στους 100 °C. Η ορθή γωνία βράζει στους 90 °C. “Το εκπαιδευτικό λογισμικό στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Η περίπτωση του βρασμού”. *Πρακτικά 1^ο Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας με θέμα: «Ψηφιακό υλικό για την υποστήριξη του*

- παιδαγωγικού έργου των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης», Νάουσα, Ανακτήθηκε στις 23/02/2009, από http://ekped.gr/praktika/das/07_21k.swf.
- Καλαμπούκας, Ηλ., Τσέτσιλας, Γ., & Τσουμέτης, Α. (2008β). Το εκπαιδευτικό λογισμικό στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών: Η περίπτωση της ενότητας “Θερμότητα - Θερμοκρασία”. Στο Π. Κουμαράς, & Φ. Σέρογλου (Επ.), *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών με θέμα: «Αναλυτικά προγράμματα και βιβλία φυσικών επιστημών»* (σελ. 591 – 599). Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
- Καλκάνης, Γ. (2000). Οι Τεχνολογίες της Πληροφόρησης στην Εκπαιδευτική Διαδικασία (και) των Φυσικών Επιστημών. Στο Π. Κόκκοτα (έκδ.), *Διδακτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες: Σύγχρονοι προβληματισμοί* (κεφ.7, σελ. 237 – 278). Εκδόσεις: Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Καλκάνης, Θ. Γ. (2002). *Εκπαιδευτική ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: Εκπαιδευτικές Εφαρμογές των Τεχνολογιών Πληροφόρησης (και) στην Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες*. Αυτοέκδοση, Αθήνα.
- Κατσανούλη, Ιφ. (1998). Ανάπτυξη ερωτηματολογίου των ιδεών των μαθητών/τριων Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού για έννοιες και φαινόμενα θερμότητας. Στο Π. Κουμαράς, Π. Καριώτογλου, Β. Τσελφές, & Δ. Ψύλλος (Επιμ.). *Πρακτικά 1^ο Πανελληνίου συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και εφαρμογής των Νέων Τεχνολογιών στην εκπαίδευση* (σελ. 179 – 184). ΠΤΔΕ - ΑΠΘ, Εκδόσεις: Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
- Καρανίκας, Ι. (1996). Μελέτη των προβλημάτων της διδασκαλίας των θερμικών φαινομένων. Πρόταση για εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και στη μάθηση των θερμικών φαινομένων στους 4ετείς φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε.. *Αδημοσίευτη Διδακτορική διατριβή*. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
- Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών*. Εκδόσεις: Γράφημα, Θεσσαλονίκη.
- Κόμης, Β., Αργύρης, Μ., Γιαννούτσου, Ν., Γουμενάκης, Γ., Δαπόντες, Ν., Θεοδωρακάκου, Μ., Κυριακίδη, Ε. – Μ., Παπαδημητρίου, Ι., Τζαβάρα, Α., Τσίτσος, Β., Φραγκάκη, Μ., & Φράγκου, Σ. (2008). *Επιμορφωτικό Υλικό για την Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης* (τ.2, Κλάδος ΠΕ60/70, Β΄ έκδ.). ΕΑΙΤΥ, ΤΕΚ, Πάτρα.
- Λεύκος, Ι., Ψύλλος, Δ., Χατζηκρανιάτης, Ε., & Παπαδόπουλος, Α. (2005). Μια πρόταση για την εργαστηριακή υποστήριξη της διδασκαλίας της Θερμικής Ακτινοβολίας με συνδυασμένη χρήση εργαλείων ΤΠΕ. Στο Α. Γιαλαμά, Α. Ν. Τζιμόπουλος, & Α. Χλωρίδου (Επ.), *Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ*

- «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη» (σελ.114-120), Σύρος.
- Marshall, J. A., & Young, E.S. (2006).Pre-service teacher's theory development in physical and simulated environments. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (9), 907-937.
- Μακαρατζής, Γ. (2009). Η χρήση του λογισμικού Σ.Ε.Π. για τη διδασκαλία φυσικών φαινομένων στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση: Η περίπτωση του βρασμού του νερού. *Π.Α.Κ.Ε. Θεσσαλονίκης*, Ανακτήθηκε στις 6/05/2009, από http://users.sch.gr/stefanski/syneducation/vrasmos_SEP.pdf.
- Μανταδάκης, Β. και Παπαβασιλείου,Β. (2013). Εκπαιδευτικό Λογισμικό στις Φυσικές Επιστήμες: Γεωμετρική Οπτική, *Επιστημονική Επετηρίδα ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*, 25, 167 – 185.
- Μικρόπουλος, Τ.Α. (2003). Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: κριτική θεώρηση και προτάσεις. Στο Ε. Τσιτοπούλου, Χ. Χαλέτσος, & Π. Φιλντίσης (Επ.), *Πρακτικά 8^{ου} Κοινού συνεδρίου Ένωσης Ελλήνων και Κυπρίων Φυσικών: «Προοπτικές, εξελίξεις και διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών»* (τ. Α, σελ. 22 – 28). Προσκεκλημένη Ομιλία, Καλαμάτα.
- Μικρόπουλος, Τ.Α. (2006). *Ο Υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Μικρόπουλος, Τ. Α., & Μπέλλου, Ι. (2010). *Σενάρια διδασκαλίας με υπολογιστή*. Εκδόσεις: Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Ολυμπίου, Γ., Ζαχαρία, Χ.Ζ., & Παπαευριπίδου, Μ. (2007). Διερεύνηση της βελτίωσης της εννοιολογικής κατανόησης προπτυχιακών φοιτητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία μέσα από εικονικά και πραγματικά περιβάλλοντα πειραματισμού. Στο Α. Κατσίκης, Κ.Κώτης, Α. Μικρόπουλος, & Γ. Τσαπαρλής (Επ.), *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (τ. Γ., σελ. 1059 – 1068). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Π.Τ.Δ.Ε, Χημικό, Φυσικό.
- Ολυμπίου, Γ., & Ζαχαρία, Ζ. (2009). Συγκριτική μελέτη της αποτελεσματικότητας του Πειραματισμού σε Πραγματικό ή Εικονικό Εργαστήριο ως προς την Επίτευξη Εννοιολογικής Κατανόησης στη Φυσική. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου, & Α. Ζουπίδης (Επ.), *Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών* (σελ. 621 – 629). Ανακτήθηκε στις 16/12/2009, από <http://www.uowm.gr/kodifeet>.

- Ολυμπίου, Γ. (2012). Ανάπτυξη ενός πλαισίου συνδυασμού εικονικών και πραγματικών περιβαλλόντων πειραματισμού στις Φυσικές Επιστήμες. *Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή*. Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου.
- Σκουμιός, Μ. (2011). *Εφαρμοσμένη διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (Πρακτικές Ασκήσεις Β΄ Φάσης, Διδακτικές σημειώσεις). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ανακτήθηκε στις 10/01/2011, από http://www.rhodes.aegean.gr/ptde/labs/lab-fe/downloads/b_praktikh/BFASH_FE_SHMEIWSEIS_2011.pdf
- Τζιμογιάννης, Α. (2004). Οι προσομοιώσεις στη Διδασκαλία της Φυσικής. Στο Ι. Βλαχάβας, Β. Δαγδιλέλης, Γ. Ευαγγελίδης, Γ. Παπαδόπουλος, Μ. Σατρατζέμη, & Δ. Ψύλλος (Επ.), *Οι τεχνολογίες της πληροφορίας και των επικοινωνιών στην ελληνική εκπαίδευση: απολογισμός και προοπτικές* (σελ. 240 – 254). Εκδόσεις Πανεπιστημίου Α.Π.Θ. - Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.
- Τσιχουρίδης, Χ., Βαβουγιός, Δ., & Ιωαννίδης, Γ. (2009). Διδακτική αξιοποίηση κατασκευαστικών δεξιοτήτων των μαθητών για τη μελέτη φαινομένων μεταφοράς θερμότητας με χρήση νέων τεχνολογιών. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου, & Α. Ζουπίδης (Επ.), *Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών* (σελ. 886 – 894). Ανακτήθηκε στις 16/12/2009, από <http://www.uowm.gr/kodifeet>.
- Χαλκίδης, Α. (2009). Από τα εκπαιδευτικά σενάρια με ΤΠΕ στις ιστοεξερευνήσεις: Η περίπτωση της διδασκαλίας θεμάτων από τις Περιβαλλοντικές Επιστήμες. *X-RAY@εκπαίδευση, 1*, 9 - 13.
- Ψύλλος, Δ., Κουμαράς, Π., & Καριώτογλου, Π. (1993). Εποικοδόμηση της γνώσης στην τάξη με συνέρευνα δασκάλου και μαθητή. *Σύγχρονη Εκπαίδευση, 70*, 34-42.
- Ψύλλος, Δ., Αργυράκης, Π., Βλαχάβας, Ι., Χατζηκρανιώτης, Ε., Μπισδικιάν, Γκ., Ρεφανίδης, Ι., Λεύκος, Ι., Κορομπίλης, Κ., Βράκας, Δ., Γάλλος, Λ., Πετρίδου, Ε., & Νικολαΐδης, Ι. (2000). Σύνθετο Εικονικό Περιβάλλον για τη διδασκαλία Θερμότητας – Θερμοδυναμικής. Στο Β. Κόμης (Επ.), *Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου ΤΠΕ στην Εκπαίδευση* (σελ. 331 – 340). ΕΤΠΕ, Πάτρα.
- Ψύλλος, Δ., Χατζηκρανιώτης, Ε., & Λεύκος, Ι. (2002). Ενεργητική μάθηση με τη χρήση εικονικού εργαστηρίου. *Πρακτικά 2ου Διεθνούς Συνεδρίου της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών* (σελ.1-16), Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου, Λευκωσία.

- Ψύλλος, Δ. (2007). Μοντέλα και κόσμοι στους εικονικούς χώρους. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, & Γ. Τσαπαρλής (Επ.), *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»* (τ. Α, σελ. 30 – 41). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Π.Τ.Δ.Ε, Χημικό, Φυσικό.
- Ψύλλος, Δ., Ζαγουράς, Χ., Δαγδιλέλης, Β., Κόμης, Β., Κουτσογιάννης, Δ., & Κυνηγός, Χ. (2008). *Επιμορφωτικό Υλικό για την Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης* (τ.5, Κλάδος ΠΕ04), ΕΑΙΤΥ,ΤΕΚ, Πάτρα.
- Zacharia, Z.C. (2007). Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23 (2), 120 – 132.
- Zacharia, C. Z., & Constantinou, P. C. (2008). Comparing the influence of physical and virtual manipulatives in the context of the Physics by Inquiry curriculum: The case of undergraduate students' conceptual understanding of heat and temperature. *American Journal of Physics*, 76(4), 425 – 430.
- Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning & Instruction*, 21 (3), 317 – 331.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΤΑ ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (1):

ΤΑΞΗ:

ΦΥΛΟ: ΑΓΟΡΙ

ΚΟΡΙΤΣΙ



ΑΡΧΙΚΟ ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (1)

1) Τι θα συμβεί με το νερό, αν αφήσουμε μια κατσαρόλα πολλή ώρα στο αναμμένο μάτι της κουζίνας;.....

2) Επέλεξε και κύκλωσε τη σωστή απάντηση στην παρακάτω ερώτηση:

Η στάθμη του νερού, αφού αυτό βράσει για αρκετά λεπτά:

α) ανεβαίνει

β) κατεβαίνει

γ) παραμένει σταθερή. Δικαιολόγησε την απάντησή σου.....

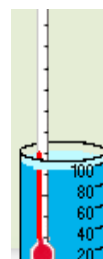
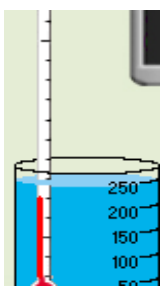
3) Επέλεξε και κύκλωσε τη σωστή απάντηση στην παρακάτω ερώτηση:

Αν κατά τη διάρκεια του βρασμού μιας ποσότητας νερού δυναμώσουμε ή αυξήσουμε απότομα το ρυθμό παροχής θερμότητας (για παράδειγμα τη φλόγα στο γκαζάκι ή την ένδειξη στο ηλεκτρικό μάτι), η θερμοκρασία του νερού: α) θα μεγαλώσει

β) θα μικρύνει

γ) θα παραμείνει η ίδια. Δικαιολόγησε την απάντησή σου.....

4) Έχουμε ένα μεγάλο (250 ml) και ένα μικρό δοχείο (100 ml), τα οποία γεμίζουμε με νερό. Βάζουμε μέσα στο καθένα από ένα ίδιο θερμόμετρο και τα θερμαίνουμε με δυο ίδια γκαζάκια (με την ίδια παροχή θερμότητας – ίδια φλόγα).



ΜΕΓΑΛΟ ΔΟΧΕΙΟ



ΜΙΚΡΟ ΔΟΧΕΙΟ

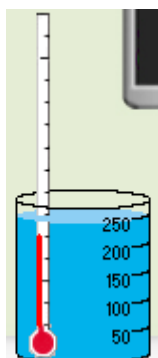
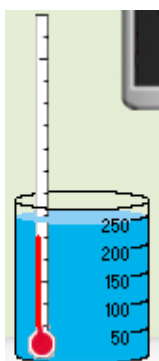


α) Ποια θερμοκρασία θα δείξει το θερμόμετρο (σε βαθμούς Κελσίου - °C) στο μεγάλο δοχείο και ποια στο μικρό δοχείο, όταν αρχίζει να βράζει το νερό στα δυο δοχεία;

β) Θα είναι ίδια ή διαφορετική η θερμοκρασία του νερού που θα δείχνουν τα θερμόμετρα σε καθένα από τα δυο δοχεία; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

5) Έχουμε δυο ίδια (σε όγκο) δοχεία τα οποία τα γεμίζουμε με την ίδια ποσότητα νερού. Μέσα στα δοχεία βάζουμε από ένα ίδιο θερμόμετρο.

Το ένα δοχείο το θερμαίνουμε με ένα μικρό γκαζάκι (δηλαδή του δίνουμε χαμηλή παροχή θερμότητας (φλόγα)) και το άλλο με ένα μεγάλο γκαζάκι (δηλαδή του δίνουμε περισσότερη - υψηλή παροχή θερμότητας (φλόγα)).



ΜΙΚΡΟ ΓΚΑΖΑΚΙ -
ΜΙΚΡΗ ΦΛΟΓΑ



ΜΕΓΑΛΟ ΓΚΑΖΑΚΙ -
ΜΕΓΑΛΗ ΦΛΟΓΑ

Στη συνέχεια, αφήνουμε για κάποια λεπτά να βράσει το νερό και στα δυο δοχεία.

α) Ποια θερμοκρασία θα δείξει το θερμόμετρο που βρίσκεται στο δοχείο που θερμαίνεται με το μικρό γκαζάκι (με τη χαμηλή φλόγα) και ποια στο δοχείο με το μεγάλο γκαζάκι (με τη μεγάλη φλόγα), όταν αρχίζει να βράζει το νερό στα δυο δοχεία;

β) Θα είναι ίδια ή διαφορετική η θερμοκρασία του νερού που θα δείχνουν τα θερμόμετρα σε καθένα από τα δυο δοχεία; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.....

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (2):

Το Φύλλο εργασίας (2) περιέχει ακριβώς τις ίδιες δραστηριότητες με το φύλλο εργασίας (3), με τη διαφορά ότι σε αυτό καλούνται οι μαθητές να κάνουν τις προβλέψεις των πειραμάτων.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (3)

Το Φύλλο εργασίας (3) περιγράφεται στο κύριο σώμα της εργασίας όπου αναφερόμαστε στα τρία πειράματα αναλυτικά.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (4)

Το Φύλλο εργασίας (4) είναι πανομοιότυπο με το Φύλλο εργασίας (1)

Στοιχεία επικοινωνίας

Κώτσης Κωνσταντίνος

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

T.K. 45110, Ιωάννινα

Τηλ: 2651005785

e-mail: kkotsis@cc.uoi.gr