Μια πρόταση (απαραίτητα) επιστημοκεντρικών προσεγγίσεων της εκπαιδευτικής διαδικασίας των φυσικών επιστημών, στο πλαίσιο της επιστημονικής μεθόδου και της συστημικής ανάλυσης, αξιοποιώντας τις ψηφιακές τεχνολογίες

Καλκάνης Θ. Γ., Στράγκα Σ. (*), Ιμβριώτη Δ., Δενδρινός Κ., Δημόπουλος Β., Πατρινόπουλος Μ., Τσαγκογέωργα Α.

Καλκάνης Θ. Γ. kalkanis@primedu.uoa.gr, Στράγκα Σ. sstraga@primedu.uoa.gr (*), Ιμβριώτη Δ. dimvr@cc.uoa.gr, Δενδρινός Κ.kdendrinos@primedu.uoa.gr (*), Δημόπουλος Β. bdimo@primedu.uoa.gr, Πατρινόπουλος Μ., mpatrin@primedu.uoa.gr, Τσαγκογέωργα Α. atsagar@primedu.uoa.gr

Θεματική Ενότητα: Προσομοιώσεις και Ειδικά περιβάλλοντα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών
Επίπεδο Εκπαίδευσης: Δεύτερη Σχολική Ηλικία (Δημοτικό), Γυμνάσιο, Λύκειο, Τριτοβάθμια εκπαίδευση
Κατηγορία Εργασίας: Εμπειρική - Πειραματική έρευνα

Περίληψη: Στην εργασία αυτή επιχειρείται μια πρώτη, σύντομη καταγραφή της εξέλιξης των διαφόρων προσεγγίσεων απόκτησης της γνώσης, καταλήγοντας στην αναγκαιότητα της διαθεματικής προσέγγισης. Σχολιάζονται ορισμένα από τα πλεονεκτήματα της διαθεματικής-διεπιστημονικής διδακτικής προσέγγισης καθώς και οι προϋποθέσεις εφαρμογής της. Τέλος, δίνεται μια συνοπτική περιγραφή μιας σχετικής/ενδεικτικής εφαρμογής, αξιοποιώντας τις ψηφιακές τεχνολογίες, με κεντρικό θέμα «το ηλεκτρικό φως» το οποίο προσεγγίζεται (και) μέσω συστημικής ανάλυσης.

Λέξεις Κλειδιά: Διαθεματικότητα – Διεπιστημονικότητα, Φυσικές Επιστήμες, Ηλεκτρικό φως, Συστημική ανάλυση.

Abstract: This paper concerns a rough and brief assessement of the evaluation of different approaches in knowledge attainment. The required conclusion is the cross- thematic integration/trans-disciplinary approach. Some of the cross-thematic integration/trans-disciplinary (didactical) approach and its application prerequisites are commented.
Finally, a short description of a pilot application is offered, in order to expose our approach, trans-disciplinary centered (enhanced by the systemic analysis) and the use of new technologies. The (chosen) pilot subject is the "Electric light".

Εισαγωγή

Ένας από τους βασικούς στόχους της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες είναι να δοθεί η δυνατότητα στους μαθητές να γνωρίσουν και να αντιληφθούν τη διασύνδεση Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και καθημερινών πρακτικών, καθώς και τις μεταξύ τους σχέσεις και αλληλεπιδράσεις. Σε αντίθεση με τις πρακτικές και τις μεθόδους της παραδοσιακής διδασκαλίας, όπου τα θέματα μελετώνται και διδάσκονται ξεχωριστά και απομονωμένα μεταξύ τους, με τη διαθεματική-διεπιστημονική προσέγγιση δίνεται η δυνατότητα της ολοκληρωμένης και σφαιρικής (ολιστικής) μελέτης ενός θέματος, χρήσει της οποίας οι μαθητές αποκτούν τις σχετικές γνώσεις αλλά και τις δεξιότητες που θα τους βοηθήσουν να συνδέουν τόσο τα διάφορα γνωστικά αντικείμενα μεταξύ τους όσο και την επιστημονική γνώση με την καθημερινή ζωή, ώστε να μπορούν στη συνέχεια να επιλύουν προβλήματα αξιοποιώντας τις γνώσεις και τις εμπειρίες που έχουν αποκτήσει από τη διδασκαλία.
Η *διαθεματική προσέγγιση στη διδασκαλία* χαρακτηρίζεται από τη "συνένωση" θεμάτων και μαθημάτων διαφορετικών επιστημονικών κλάδων, τα οποία στην παραδοσιακή πρακτική διδάσκονται ξεχωριστά, ξεκομμένα το ένα από το άλλο. Οι υποστηρικτές της διαθεματικής μεθόδου θεωρούν ότι η διδασκαλία διαφορετικών κλάδων ξεχωριστά και απομονωμένα δημιουργεί δυσκολίες στους μαθητές στο να κατανοήσουν και να ανακαλύψουν τις σχέσεις που συνδέουν τα «διαφορετικά» πεδία γνώσης (Μαυρόπουλος, 2002).
Διαθεματικότητα (cross-thematic integration) ονομάζεται ο τρόπος οργάνωσης του Αναλυτικού Προγράμματος σύμφωνα με τον οποίον καταργούνται τα διακριτά μαθήματα και η γνώση αντιμετωπίζεται ως ενιαία ολότητα η οποία προσεγγίζεται μέσα από συλλογική συνήθως διερεύνηση θεμάτων, ζητημάτων ή προβλημάτων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον με τα κριτήρια των μαθητών.
Διεπιστημονικότητα (Interdisciplinarity) είναι ο τρόπος οργάνωσης του Αναλυτικού Προγράμματος που διατηρεί τα διακριτά μαθήματα, αλλά επιχειρεί με ποικίλους τρόπους να συσχετίσει μεταξύ τους το περιεχόμενο των διακριτών μαθημάτων (Ματσαγγούρας, 2002).

Προϋποθέσεις-Μεθοδολογία

Η προσέγγιση της επιστήμης μέσα από ένα διαθεματικό πλαίσιο θέτει ορισμένα προβλήματα τα οποία σχετίζονται τόσο με τον τρόπο εφαρμογής (μεθοδολογία) όσο και τις προϋποθέσεις εφαρμογής ενός τέτοιου τρόπου προσέγγισης και μελέτης διαφόρων θεμάτων και προβλημάτων. Το παρελθόν των Φ.Ε. δηλώνει την αρχική κυριαρχία της μονοδιάστατης (μονο-θεματικής "mono-disciplinary") προσέγγισης ή τουλάχιστον την έμφαση που δίδεται σε μια κυριαρχούμενη αρχή / θέμα / επιστήμη, (συχνά) ανάλογα με τη γνώση ή την

προτίμηση του εκπαιδευτικού. Στη συνέχεια, η μονοδιάστατη αυτή διαδικασία, αντικαθίσταται από τη διευρυμένη πολυ-θεματική ("multi-disciplinary") προσέγγιση, αποτελούμενη από την παράθεση αρκετών μονο-θεματικών προσεγγίσεων, όπως και από τη δι-επιστημονική ("inter-disciplinary") προσέγγιση, η οποία εμπεριέχει μεν τους συσχετισμούς των επί μέρους αρχών, αλλά διατηρεί τα διακριτά τους πλαίσια, εστιάζοντας στα ευρήματα και αποτελέσματα, αγνοώντας θεωρίες και μεθόδους.

Η διεπιστημονική / διαθεματική ("trans-disciplinary") προσέγγιση φαίνεται να βοηθά στο κρίσιμο θέμα «γνώση» ενός προβλήματος, αλλά και στην ανάδυση νέων προβλημάτων αφού αρκετά από αυτά δεν εκτιμούνται ή δεν εμφανίζονται λόγω της έλλειψης μιας ικανοποιητικής δομής της γνώσης. Ως προϋπόθεση αυτής της προσέγγισης είναι η εννοιολογική ενοποίηση των επιστημών, με επαναπροσδιορισμό των μεθοδολογικών τους εργαλείων, όπου οι βάσεις της κάθε αρχής / επιστήμης / θέματος οφείλουν να επανακαθορίζονται, για χάρη της «επίλυσης του προβλήματος».

Για την έκφραση της διεπιστημονικότητας και της διαθεματικότητας στις Φ.Ε., αναφέρουμε τους τρεις βασικούς μεθοδολογικούς τύπους σχεδίων (project) (Sauvé 1992, Στράγκα 2001) (τα οποία δεν αφορούν μόνο τις Φ.Ε.) η σύνθεση των οποίων, εμπλουτισμένο με την συστημική ανάλυση, μορφοποιεί ένα παιδαγωγικό μοντέλο με διαθεματική διάσταση.

(1) *Τα σχέδια έρευνας*. Αυτά χαρακτηρίζονται από την επιστημονική τους διάσταση και την επικέντρωσή τους στην επιστημονική έρευνα.

(2) *Σχέδια που αφορούν στην επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων* —όπως των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Εδώ αξίζει να αναφέρουμε ότι θα μπορούσαν να ενταχθούν τρεις τύποι περιβαλλοντικών σχεδίων: αυτά που προκύπτουν από την επίδραση των φυσικών φαινομένων στο περιβάλλον, αυτά που προκύπτουν από την επίδραση του ανθρώπου σε ένα περιβάλλον και αυτά που προκύπτουν από τη συνεργική αλληλεπίδραση και των δύο. Τα σχέδια αυτού του τύπου χαρακτηρίζονται από την κοινωνική και πολιτική τους διάσταση.

(3) *Σχέδια που αφορούν την ενεργοποίηση* δηλαδή τις ενέργειες που οδηγούν σε δράση. Εδώ το ζητούμενο είναι το αποτέλεσμα.

Η διαθεματική διάσταση, το κατεξοχήν χαρακτηριστικό της σύνθεσης των παραπάνω μοντέλων ενισχύεται με τη συστημική ανάλυση, δηλαδή την καταγραφή, αλληλεξάρτηση και αλληλεπίδραση των παραμέτρων του κάθε φορά εξεταζόμενου θέματος/συστήματος. Η συστημική προσέγγιση, ως μεθοδολογική προσέγγιση μελέτης και ανάλυσης ενσωματώνει σε μια λειτουργική ενότητα τους ποικίλους παράγοντες, τις σχέσεις και τις αλληλεπιδράσεις που εμπλέκονται σε μια σύνθετη και πολύπλοκη κατάσταση και θα μπορούσε να αποτελέσει το κατάλληλο εργαλείο στις φυσικές επιστήμες ώστε ο μαθητής, από μικρή ηλικία να συνειδητοποιήσει την αλληλεξάρτηση των εμπλεκόμενων παραγόντων σε συγκεκριμένο πρόβλημα, όπως λόγου χάρη μια περιβαλλοντική κατάσταση (Ράγκου, 2000).

Η διαθεματική διάσταση και η συστημική προσέγγιση/ανάλυση εκμαιεύεται από τους εκπαιδευόμενους/μαθητές από τον εκάστοτε εκπαιδευτικό, καταγράφονται οι παράμετροι/συνιστώσες και εξετάζονται/προτείνονται οι συνδέσεις και οι αλληλοεξαρτήσεις.

Πλεονεκτήματα της διαθεματικής προσέγγισης στη διδασκαλία

Δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να συγκροτήσουν ένα ενιαίο σύνολο γνώσεων και δεξιοτήτων, μια ολιστική αντίληψη της γνώσης που θα του επιτρέπει να διαμορφώνει προσωπική άποψη για θέματα που σχετίζονται μεταξύ τους (Δ.Ε.Π.Π.Σ., ΦΕΚ 1366 τ.Β΄).

Αξιοποιούνται οι γνώσεις και οι εμπειρίες που έχουν αποκτήσει ήδη οι μαθητές από τη διδασκαλία άλλων γνωστικών αντικειμένων. Έτσι, τα επιμέρους γνωστικά αντικείμενα λειτουργούν υποστηρικτικά το ένα του άλλου.

Αναδεικνύεται η διασύνδεση μεταξύ των διαφόρων γνωστικών αντικειμένων και της κοινωνίας καθώς και της επιστημονικής γνώσης με την καθημερινή ζωή.

Προωθούνται και αναπτύσσονται δεξιότητες χρήσης και αξιοποίησης ποικίλων πηγών και εργαλείων πληροφόρησης και επικοινωνίας με στόχο κυρίως την εύρεση, ανάλυση, αξιολόγηση και παρουσίαση πληροφοριών.

Καλλιεργούνται οι ικανότητες συνεργασίες με άλλα άτομα σε ομαδικές εργασίες.

Αναπτύσσεται η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων.

Αξιοποιούνται γνώσεις και δεξιότητες κατάλληλες για τη διαμόρφωση προσωπικής άποψης στη λήψη αποφάσεων.

Καλλιεργούνται δεξιότητες και στάσεις που θεωρούνται σημαντικές για τους μαθητές - πολίτες (όπως συμμετοχή, συνεργασία, επικοινωνία, εμπλοκή, δράση, αλληλοϋποστήριξη, αλληλεγγύη, αποδοχή της διαφορετικότητας, προσαρμοστικότητα (Μαυρόπουλος, 2002).

Ενισχύεται η πρωτοβουλία, η διερευνητική στάση, η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη.

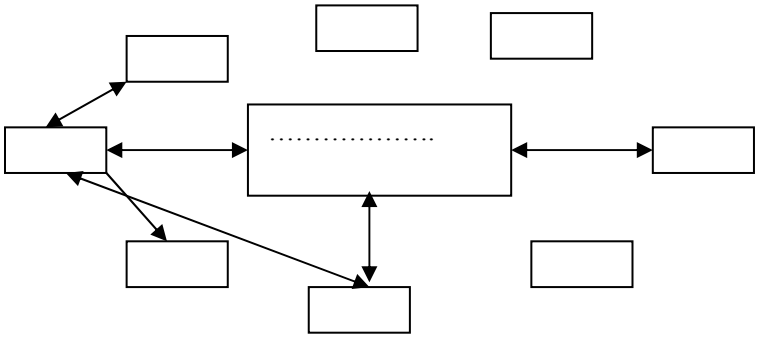
Αυξάνεται το ενδιαφέρον και τα κίνητρα των μαθητών για μάθηση, γιατί συνδέεται το σχολείο με τη ζωή, τα ενδιαφέροντα και τις σύγχρονες και πιθανές μελλοντικές ανάγκες του μαθητή (επιλέγονται και διαπραγματεύονται ποικίλα περιεχόμενα, από την τρέχουσα πραγματικότητα -καθημερινή ζωή, τα οποία έχουν νόημα για τους μαθητές) (Huber, 2002).

Χρησιμοποιούνται πολλές και διαφορετικού είδους πηγές μάθησης (βιβλία, περιοδικά, Διαδίκτυο, βιντεοταινίες, εκπαιδευτικά λογισμικά, διάφορες μορφές άτυπης εκπαίδευσης, τόποι εργασίας, ιδρύματα κ.ά.).

Συστημική προσέγγιση – η περίπτωση του ηλιακού φωτός.

Η φυσική επιστήμη δεν είναι η καθαρή αντανάκλαση του φυσικού κόσμου· είναι μια πολιτισμική, διανοητική, νοολογική παραγωγή που οι αναπτύξεις της εξαρτώνται από τις κοινωνικές αναπτύξεις και από τις τεχνικές παρατήρησης και πειραματισμού που παράγονται από μια συγκεκριμένη κοινωνία (Στράγκα, 2001). Η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες λοιπόν οφείλει να οδεύσει από το φυσικό στο κοινωνικό και επίσης στο ανθρωπολογικό, και να καταδείξει τις σχέσεις-ρίζες της φυσικής και βιολογικής γνώσης σε μια κοινωνία.

Ως εφαρμογή μιας τέτοιας προσέγγισης επιλέχθηκε η περίπτωση του ηλιακού φωτός. Το υπό μελέτη ζήτημα διαχωρίστηκε σε επιμέρους θεματικές ενότητες, αφενός μεν για την εννόηση της πολυπλοκότητας του θέματος, αφετέρου δε για την πληρέστερη επεξεργασία και μελέτη του κάθε ειδικού και σε σχετική αυτοτέλεια υφιστάμενου θέματος (σύμφωνα με τις επιδιώξεις της συστημικής προσέγγισης, η οποία προτείνει την αναμόρφωση των αρχών οργάνωσης και λειτουργίας της διανοητικής μας δραστηριότητας). Υιοθετούμε μια σχηματική παράσταση, "μετάφραση" του κειμένου που αφορά το κάθε φορά εξεταζόμενο ζήτημα (Στράγκα, 2001), που επιτρέπει την αναπαράσταση (βασισμένη στην μοντελοποίηση Souchon & Giordan, 1992, Ράγκου, 2000) ενσωματώνοντας τα στοιχεία που σχετίζονται με το ζήτημα, τις μεταξύ τους σχέσεις και αλληλεπιδράσεις.



Θεωρούμε το κεντρικό πλαίσιο ως το ζήτημα που εξετάζεται, τα περιφερειακά ως τις παραμέτρους / στοιχεία που το συνθέτουν και το χαρακτηρίζουν, ενώ τα βέλη παριστούν τις σχέσεις / αλληλεξαρτήσεις των παραμέτρων / στοιχείων με το ζήτημα και μεταξύ τους. Τα βέλη / σχέσεις και αλληλεπιδράσεις, χρησιμοποιούνται και ως σύμβολα ροής ενέργειας, πληροφορίας, γνώσεων και θα μπορούσαν να σημανθούν και χρωματικά για την διευκόλυνση της κατανόησης της κάθε μιας σχέσης / λειτουργίας.

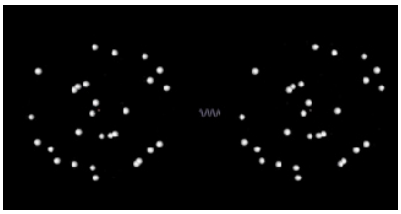
Αρχικά έγινε οριοθέτηση των πεδίων τα οποία αφορούν, επηρεάζουν και επηρεάζονται από το συγκεκριμένο θέμα που επιλέχθηκε να αναλυθεί εκτενώς.

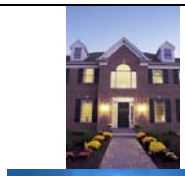
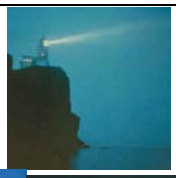
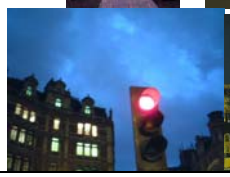
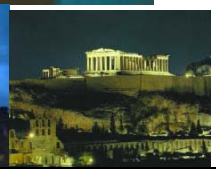
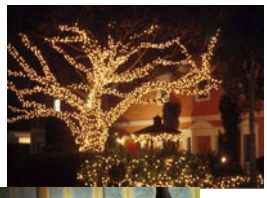
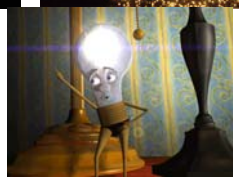
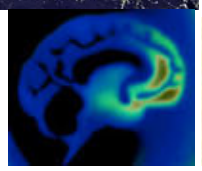
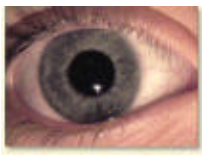
Ενδεικτικά μελετήθηκε το ηλεκτρικό φως σε σχέση με τα εξής ευρύτερα πεδία:

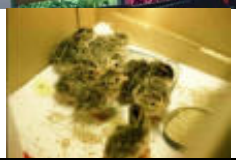
Φυσικές αρχές, Τεχνολογία, Πολιτική/ Νομοθεσία, Κοινωνία, Εκπαίδευση, Ιστορία, Περιβάλλον, Οικονομία.

Σε επομένο βήμα, το κάθε πεδίο αναλύθηκε σε επιμέρους παραμέτρους για την καλύτερη μελέτη του. Εντοπίστηκαν οι σχέσεις ανάμεσα σ'αυτές τις παραμέτρους και στο κεντρικό θέμα αλλά και στις παραμέτρους μεταξύ τους. Φυσικές αρχές: Διαδικασίες παραγωγης φωτός Τεχνολογία: Λειτουργία, Είδη λαμπτήρων, Υλικά Πολιτική/ Νομοθεσία: Ρυθμίσεις σχετικές με παραγωγή, διανομή, κατανάλωση Κοινωνία: Χρήσεις, Εφαρμογές, Ποιότητα ζωής, Ψυχαγωγία, Τέχνη Εκπαίδευση: Εκπαίδευση του χρήστη Ιστορία: Ιστορική αναδρομή Περιβάλλον: Θετικά και αρνητικά αποτελέσματα Οικονομία:. Εξοικονόμηση χρημάτων – ενέργειας /καλλιέργειες/ εμπόριο	

Κύρια βαρύτητα δόθηκε στα πεδία των Φυσικών αρχών, της Τεχνολογίας και της Εκπαίδευσης, θεωρώντας ότι η μελέτη του ηλεκτρικού ρεύματος στην συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται κυρίως από την οπτική γωνία των φυσικών επιστημών σε συνάρτηση με την εκπαιδευτική διαδικασία.
Πληθώρα πληροφοριών, όμως, συγκεντρώθηκε αναφορικά και με τα υπόλοιπα πεδία, ώστε να είναι εφικτή μια ενιαία και διαθεματική προσέγγιση του θέματος.
Επιλεκτικά αναφέρονται κάποιες θεματικές ενότητες οι οποίες περιγράφονται και αναλύονται στο συγκεκριμένο εκπαιδευτικό λογισμικό.

Διαδικασίες παραγωγής φωτός	
Διέγερση με αλληλεπίδραση ιόντων με ελεύθερα ηλεκτρόνια Διέγερση με αλληλεπίδραση ατόμων με φωτόνια υπεριώδους (φθορισμός)	
Λειτουργία / Είδη λαμπτήρων Υλικά	
Λαμπτήρες πυράκτωσης Βολφράμιο Λαμπτήρες φθορισμού Ατμοί υδραργύρου / Αδρανή αέρια / Φθορίζουσες ουσίες	
Ρυθμίσεις σχετικές με: Παραγωγή, Διανομή, Κατανάλωση	Νομοσχέδια Συνέδρια / Ημερίδες

Χρήσεις, Εφαρμογές, Ποιότητα ζωής, Ψυχαγωγία, Τέχνη	   
Φωτισμός χώρων (εσωτερικών / εξωτερικών, ιστορικών μνημείων). Συγκοινωνίες (φάροι, διάδρομοι προσγείωσης, φωτεινοί σηματοδότες) Στολισμός (χώροι αναψυχής, εορταστικές εκδηλώσεις) Τέχνη	 
Εκπαίδευση του χρήστη	Αναλυτικό πρόγραμμα (μαθητές) Ενημέρωση πολιτών (φυλλάδια)
Ιστορική αναδρομή	
Συσκευές φωτισμού από την προϊστορία έως σήμερα Εφεύρεση και εξέλιξη του λαμπτήρα πυράκτωσης Ηλεκτρικό φως - Χριστιανισμός	
Θετικά και αρνητικά αποτελέσματα	
Θετικά: Βελτίωση ποιότητας ζωής, επιμήκυνση χρόνου ανθρώπινων δραστηριοτήτων Αρνητικά: Φωτορύπανση, Προβλήματα Υγείας (Αϋπνία, Ημικρανία, Αλλοιώσεις του ματιού)	 

Εξοικονόμηση χρημάτων/ ενέργειας	
Εμπόριο Γεωργία / Κτηνοτροφία Επιλογή κατάλληλου τύπου λαμπτήρα	

Οι οπτικοποιήσεις των αντίστοιχων μικροσκοπικών φυσικών διαδικασιών εκπομπής φωτός δημιουργήθηκαν εξαρχής με το πρόγραμμα 3D-Studio MAX. Οι σχετικές πληροφορίες καθώς και το οπτικό υλικό συγκεντρώθηκε από το Διαδίκτυο και τη σχετική βιβλιογραφία.

Η πιλοτική εφαρμογή σε προπτυχιακούς φοιτητές έδειξε ότι το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στην εκπαίδευση, καθώς κινητοποιεί το ενδιαφέρον των μαθητών, συγκεντρώνει ένα μεγάλο αριθμό πληροφοριών από διαφορετικά γνωστικά πεδία, αναδεικνύοντας τις μεταξύ τους σχέσεις και αλληλεπιδράσεις. Γενικότερα, ωστόσο, θα πρέπει να δίνεται έμφαση στη σύνδεση των επιμέρους θεμάτων με την επιστήμη και να μην επιχειρείται απλή παράθεση δεδομένων / πληροφοριών.

Βιβλιογραφία

Kuhn, T. "Η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων", Σύγχρονα θέματα, Θεσσαλονίκη, 1981

Laszlo, E. "The Systems view of the world", Oxford Univ. Press 1972

Sauve, L. "Proposition d' un supramodèle pédagogique en èducation relative a l' énvironment", thesis, 1992

Ράγκου, Π. "Η συστημική προσέγγιση ως εργαλείο μάθησης και αξιολόγησης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση", Διεθνές Συνέδριο "Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης του 21ου αιώνα, Προοπτικές και Δυνατότητες", Λάρισα, Ελλάδα, 2000.

Raichvarg, D., Souchon, C., "Environmental education as a part of a Citizenship Education for Action" Διεθνές Συνέδριο, "Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης του 21ου αιώνα, Προοπτικές και Δυνατότητες", Λάρισα, Ελλάδα, 2000

Straga, S., Kalkanis, G. "The scientific method enhanced by systemic analysis –fieldwork - educational material - information technologies, as a sequence of supportive approaches in present and future Environmental Education", Workshop on Environmental Education for Sustainable Future, Indian Environmental Society, New Delhi, India, 1999

Στράγκα. Σ. «Πρότυπο εκπαιδευτικό πλαίσιο / Υλικό και Λογισμικό για τις Δασικές Πυρκαγιές —Μια Επιστημονική και Μεθοδολογική Προσέγγιση (προ-)Σχεδίων Περιβαλλοντικών Δραστηριοτήτων — Εφαρμογές, Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα, 2001.

Ματσαγγούρας Η., Εισήγηση στην ημερίδα της ΕΔΙΦΕ για τα Αναλυτικά Προγράμματα , Αθήνα, 2002.

Μαυρόπουλος, Μια διαθεματική διδακτική προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών, Εισήγηση στο Συνέδριο της ΕΔΙΦΕ, Αθήνα 2002.

Δ.Ε.Π.Π.Σ., ΦΕΚ 1366 τ.Β΄.

Huber L., From general education to interdisciplinary studies, Higher Education Policy, 15, (19), 2002.

Scholz R.W., et al. Transdisciplinarity in groundwater management —Towards mutual learning of Science and Society, Water, Air, and Soil Pollution 123: 477–487, 2000.