



## Η ένταξη της Συστημικής / Διαθεματικής Μελέτης στο μάθημα των Φυσικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

**Στράγκα Σ., Βυθοπούλου Ε.**

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος, Π.Τ.Δ.Ε.,  
Πανεπιστήμιο Αθηνών sofiastraga@gmail.com, evithoroulou@gmail.com

Μια από τις βασικές προτάσεις του διαθεματικού ενιαίου πλαισίου προγραμμάτων σπουδών και του αναλυτικού προγράμματος για το μάθημα των Φυσικών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι η διαθεματική προσέγγιση / μελέτη κάθε φυσικού φαινομένου το οποίο διδάσκεται. Στο πλαίσιο αυτής της προσέγγισης στο βιβλίο μαθητή «Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε' και Στ' τάξης περιλαμβάνεται σε κάθε διδασκόμενη ενότητα ένα πλήθος διαθεματικών αναφορών με τη μορφή κειμένων, εικόνων και προτεινόμενων δραστηριοτήτων. Η ένταξη αυτής της διαθεματικής μελέτης στην εκπαιδευτική διαδικασία διευκολύνεται από την εφαρμογή της προτεινόμενης στο βιβλίο επιστημονικής / εκ-παιδευτικής μεθοδολογίας και επιτυγχάνεται με το βέλτιστο δυνατό τρόπο όπως αποδεικνύει έρευνα η οποία δημοσιοποιείται. Εκτός από τον τρόπο εφαρμογής και τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται, επίσης, ιδέες για την πληρότητα και βελτιστοποίηση της διαθεματικής μελέτης μέσω της –προτεινόμενης εφαρμογής της– συστημικής ανάλυσης κάθε θέματος.

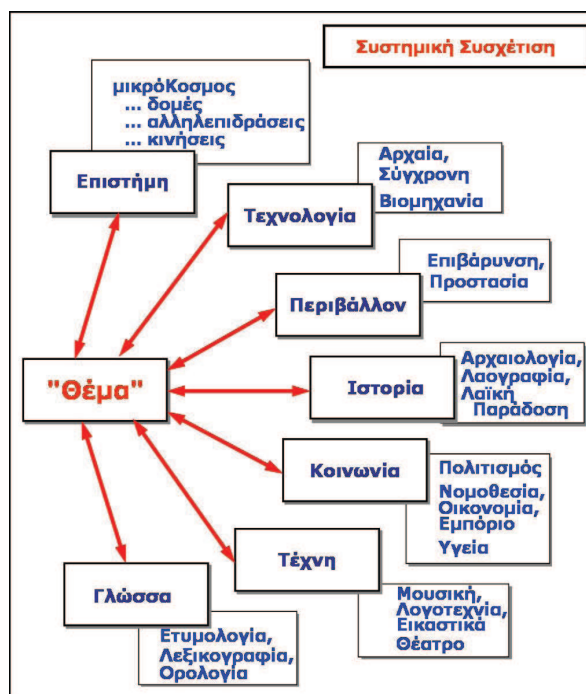
### Εισαγωγή

Σύμφωνα με το Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών των Φυσικών Επιστημών (για το Δημοτικό και το Γυμνάσιο) και το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο» (ΔΕΠΠΣ και ΑΠΣ, 2003), επιδιώκεται η οριζόντια διασύνδεση των μαθημάτων μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει κατάλληλη οργάνωση της διδακτέας ύλης κάθε γνωστικού αντικειμένου, με τρόπο με τον οποίο να εξασφαλίζεται η επεξεργασία θεμάτων από πολλές οπτικές γωνίες, ώστε αυτά να "φωτίζονται πολύ πρισματικά" και να αναδεικνύεται η γνώση και η σχέση της με την πραγματικότητα. Γι' αυτό πρέπει να αναζητώνται, στο μέτρο του εφικτού, οι προεκτάσεις και οι συσχετίσεις εκείνες τις οποίες έχουν τα εξεταζόμενα θέματα των αυτοτελών μαθημάτων στο πεδίο των επιστημών, της τέχνης, της τεχνολογίας, αλλά και στη διαμόρφωση στάσεων και αξιών. Η γενικότερη αυτή προσέγγιση, δηλαδή η Διαθεματική Προσέγγιση, είναι ένας όρος γενικότερος του όρου διεπιστημονικότητα και δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να συγκροτήσει ένα ενιαίο σύνολο γνώσεων και δεξιοτήτων, μια ολιστική εν πολλοίς αντίληψη της γνώσης, η οποία του επιτρέπει να διαμορφώνει προσωπική άποψη για τη συσχέτιση των θεμάτων των επιστημών μεταξύ τους και με την καθημερινή ζωή. Η διαθεματική προσέγγιση υποστηρίζεται από μεθόδους ενεργητικής απόκτησης της γνώσης, οι οποίες εφαρμόζονται κατά τη διδασκαλία κάθε γνωστικού αντικειμένου και εξειδικεύονται στις διαθεματικές δραστηριότητες οι οποίες πραγματοποιούνται στο πλαίσιο της διδασκαλίας κάθε θεματικής ενότητας. Η οργάνωση διαθεματικών δραστηριοτήτων διευκολύνεται από τη διάχυση της διαθεματικότητας στο κείμενο των σχολικών βιβλίων –όπου είναι εφικτό– (Βιβλία Αναφοράς, 2003). Η διαθεματική αυτή προσέγγιση του πλαισίου σπουδών είναι συμβατή με την «διττή» στόχευση της εκ-παίδευσης στις-με τις φυσικές επιστήμες: εκπαιδευτική / γνωσιακή και παιδευτική / μορφωτική (Καλκάνης, 2007).

Η ολιστικότητα της διαθεματικής, όμως, προσέγγισης πρέπει να εξασφαλίζεται με συγκεκριμένες πρακτικές και η εφαρμογή της σε κάθε γνωσιακό αντικείμενο να διευκολύνεται από τη μεθοδολογία η οποία προτείνεται σε κάθε μάθημα.

### Η Πρόταση – Η Συστημική Ανάλυση / Συσχέτιση και Μελέτη

Η πρότασή μας για την εξασφάλιση της ολιστικότητας της διαθεματικής προσέγγισης συνίσταται στην εφαρμογή της Συστημικής Ανάλυσης / Συσχέτισης (Straga, 1999) σε κάθε γνωσιακό αντικείμενο / «θέμα» (και) των φυσικών επιστημών κατά την εκπαιδευτική διαδικασία του μαθήματος «Ερευνά το Φυσικό Κόσμο». Συγκεκριμένα, για την πληρέστερη δυνατή διαθεματική προσέγγιση –προτείνεται να– επιχειρείται μια Συστημική Ανάλυση / Συσχέτιση του μελετώμενου θέματος / φυσικού φαινομένου με τις παραμέτρους του (ή τους παράγοντες οι οποίοι το επηρεάζουν), ώστε να εξασφαλίζεται η ευρύτερη –δυνατή– Διαθεματική Αντιμετώπιση και Ολιστική Προσέγγισή του. Αυτή η συστημική ανάλυση / συσχέτιση του θέματος –προτείνεται να– σχηματοποιείται (με τετραγωνίδια) από τον/την εκπαιδευτικό κατά την προετοιμασία της εκπαιδευτικής διαδικασίας, θέτοντας το υπό εξέταση / μελέτη θέμα στο κέντρο (στο κεντρικό τετραγωνίδιο), ενώ περιφερειακά (στα περιφερειακά τετραγωνίδια) σημειώνονται οι όποιες παράμετροι του θέματος ή οι παράγοντες οι οποίοι αλληλεπιδρούν –κατά τη γνώμη του εκπαιδευτικού ή/και των μαθητών...– με το θέμα. (Οι αναφορές στο παρακάτω σχήμα είναι ενδεικτικές και εναλλακτικές, εκτός βέβαια της επιστήμης). Οι επιμέρους διαθεματικές αναφορές (στην τεχνολογία, στο περιβάλλον, στην ιστορία, στην κοινωνία, στην τέχνη αλλά και στη γλώσσα, ...) είναι δυνατό (/ προτείνεται) να επιλέγονται από τις περιεχόμενες στο Βιβλίο του Μαθητή πληροφορίες –στις αντίστοιχες του εξεταζόμενου θέματος σελίδες– και κάποιες να αποτελούν αντικείμενο διαθεματικών δραστηριοτήτων.

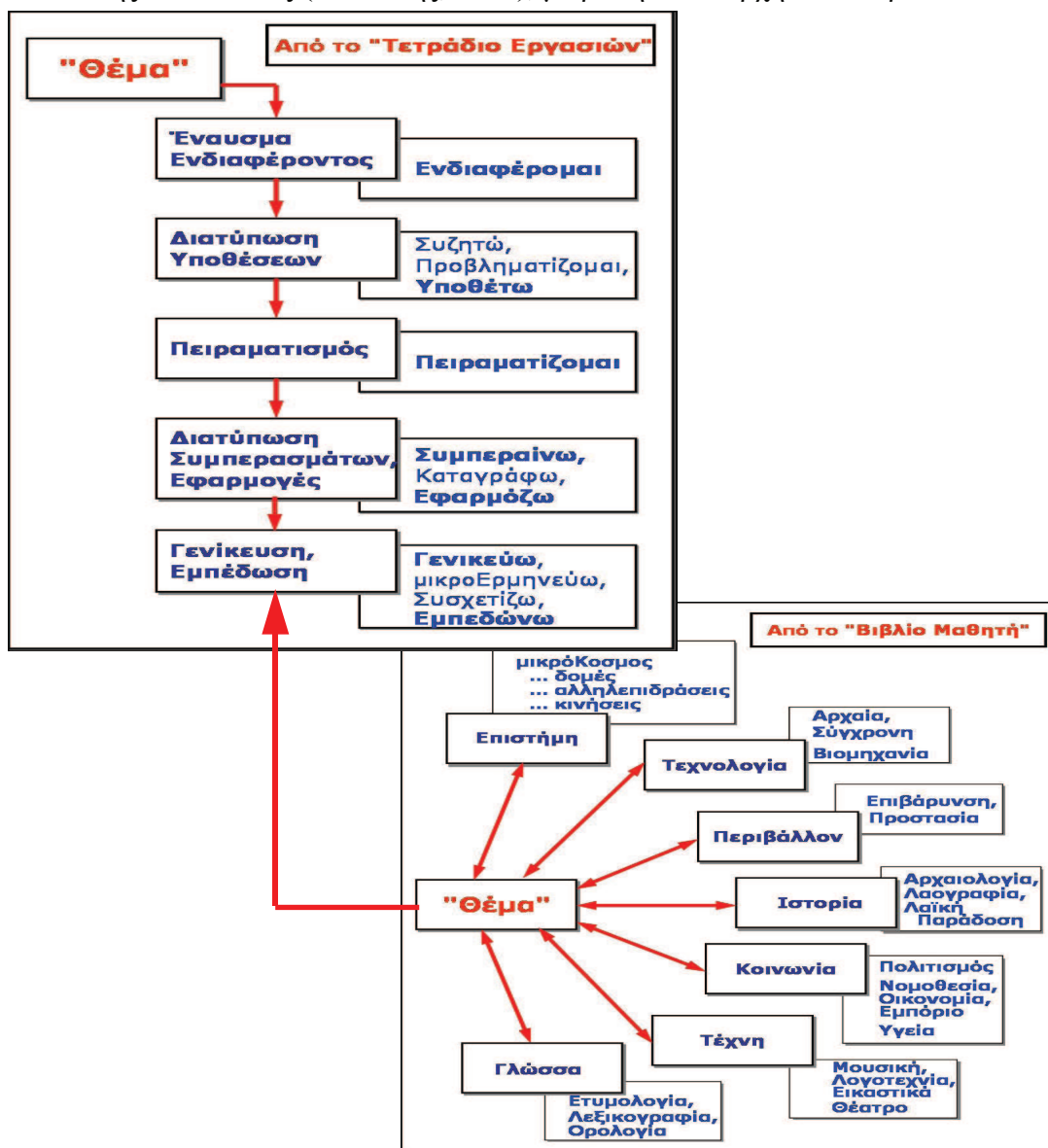


Προφανώς, στο μάθημα των φυσικών επιστημών –(και) με το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα– η εκπαιδευτική διαδικασία πρέπει να είναι –πρωτίστως– επιστημοκεντρική και –δευτερευό-ντως– διαθεματική.



## Η Ένταξη στην Εκπαιδευτική Μεθοδολογία και Διαδικασία

Η εφαρμογή της παραπάνω συστημικής ανάλυσης / συσχέτισης κάθε μελετώμενου θέματος / φυσικού φαινομένου στο μάθημα των φυσικών, αλλά και η εξασφάλιση μιας –πρωτίστως– επιστημοκεντρικής και –δευτερευόντως– διαθεματικής διαδικασίας, διευκολύνεται από την προτεινόμενη (από τα βιβλία) και εφαρμοζόμενη Επιστημονική / Εκ-Παιδευτική Μεθοδολογία (Καλκάνης, 2007) η οποία αναφέρεται στα βιβλία του δημοτικού σχολείου ως ερευνητικά εξελισσόμενο μεθοδολογικό πρότυπο. Η επιστημονική / εκ-παιδευτική μεθοδολογία σχηματίζεται με τα εξής βήματα: Έναυσμα Ενδιαφέροντος, Διατύπωση Υποθέσεων, Πειραματισμός, Διατύπωση Συμπερασμάτων, Εφαρμογές, Γενίκευση και Ερμηνεία. Η ένταξη της συστημικής ανάλυσης / συσχέτισης και μελέτης κάθε μελετώμενου θέματος / φυσικού φαινομένου προτείνεται να γίνεται στο τελευταίο μεθοδολογικό βήμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Καλκάνης, 2008), με βάση –κατ’αρχήν– το Βιβλίο του Μαθητή.



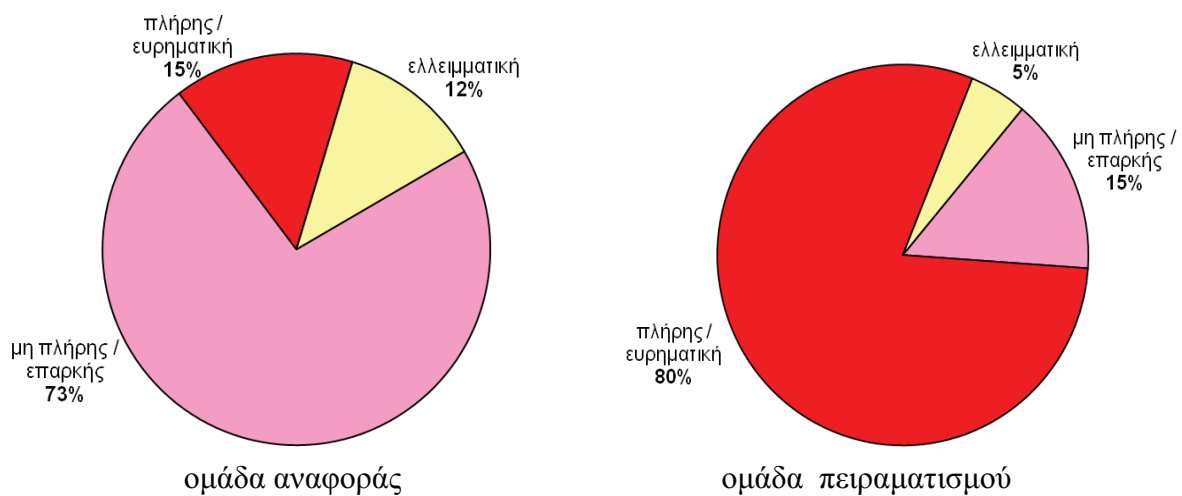
Ευκαταίο είναι η διαθεματική μελέτη να μην περιορίζεται στις διαθεματικές αναφορές και πληροφορίες του Βιβλίου του Μαθητή αλλά να διευρύνεται και με διαθεματικές δραστηριότητες. Οι όποιες διαθεματικές δραστηριότητες είναι δυνατό να αφορούν σε



αναζήτηση / συγκέντρωση / επιλογή / αξιολόγηση σχετικής και πολύμορφης (κείμενα, εικόνα, ήχος...) πληροφορίας σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων ή/και στο διαδίκτυο, ερωτήσεις σε ειδικούς (ερευνητές, επιστήμονες, τεχνικούς...), συγκέντρωση και εξέταση υλικών ή συσκευών, μετρήσεις, συμμετοχή σε παιχνίδια ή δραματοποιήσεις σχετικές με το μελετούμενο θέμα.

## Η Έρευνα – Η Αξιολόγηση

Για τη διερεύνηση της εφαρμοσιμότητας και της αποτελεσματικότητας της προτεινόμενης συστημικής / διαθεματικής μελέτης κάθε θέματος, με ένταξη της στο παραπάνω μεθοδολογικό πλαίσιο, σχεδιάσαμε και εφαρμόσαμε ένα σχετικό ερευνητικό πρόγραμμα. Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε (κατά το ακαδημαϊκό έτος 2007-2008) στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών σε 144 φοιτητές / μελλοντικούς δασκάλους στο πλαίσιο της υποχρεωτικής εργαστηριακής άσκησης τους με πειράματα φυσικών επιστημών, στα οποία περιλαμβάνονται (και) όλα τα πειράματα του Τετραδίου Εργασιών και των δύο τάξεων του δημοτικού σχολείου. Οι φοιτητές είχαν χωρισθεί, με τυχαίο τρόπο, σε δύο ομάδες: σε αυτούς οι οποίοι έπρεπε να μελετήσουν διαθεματικά κάθε θέμα εργαστηριακής άσκησης χωρίς οποιαδήποτε αναφορά στην παραπάνω πρόταση συστημικής συσχέτισης (ομάδα αναφοράς) και σε αυτούς οι οποίοι έπρεπε να μελετήσουν διαθεματικά κάθε θέμα εργαστηριακής άσκησης με βάση την παραπάνω πρόταση συστημικής συσχέτισης (ομάδα πειραματισμού). Ο έλεγχος έγινε με τη συμπλήρωση εργαστηριακής έκθεσης από κάθε φοιτητή/φοιτήτρια μετά την ολοκλήρωση 4 εργαστηριακών ασκήσεων με θεματικές οι οποίες αφορούσαν σε διάφορα φυσικά και χημικά φαινόμενα / θέματα με την προσέγγιση και τα πειράματα των βιβλίων του δημοτικού σχολείου. Η αξιολόγηση έγινε με τη διάκριση της εφαρμογής της συστημικής / διαθεματικής μελέτης των θεμάτων σε "πλήρη και ευρηματική" (όταν η μελέτη εκτεινόταν σε όλες σχεδόν τις παραμέτρους του θέματος και είχε πρωτότυπα / ευρηματικά στοιχεία), "μη πλήρη αλλά επαρκή" (όταν η μελέτη περιοριζόταν στις όποιες διαθεματικές αναφορές και πληροφορίες του βιβλίου του μαθητή) και "ελλειμματική" (όταν η μελέτη δεν ανέφερε καν τις διαθεματικές αναφορές του βιβλίου του μαθητή). Τα αποτελέσματα της έρευνας για τις δύο ομάδες φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα:





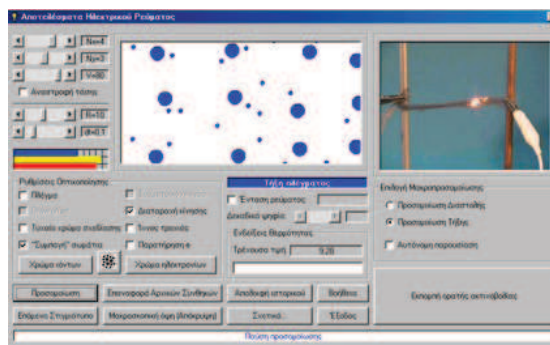
## Τα Συμπεράσματα – Οι Προτάσεις

Ένα πρώτο συμπέρασμα από τα αποτελέσματα της έρευνας αφορά στην εφικτότητα της διαθεματικής μελέτης με βάση το Βιβλίο Μαθητή και με ένταξή της στο βήμα της γενίκευσης της εφαρμοζόμενης επιστημονικής / εκ-παιδευτικής μεθόδου. Αυτό προκύπτει από το μεγάλο ποσοστό της "επαρκούς" εφαρμογής της διαθεματικής μελέτης στην ομάδα αναφοράς, με βάση τις διαθεματικές αναφορές, πληροφορίες και προτεινόμενες δραστηριότητες του Βιβλίου του Μαθητή.

Το δεύτερο συμπέρασμα αφορά στην εφαρμοσιμότητα και υπεροχή της συστημικής ανάλυσης / συσχέτισης σε μια ολιστικότερη διαθεματική μελέτη στο ίδιο μεθοδολογικό βήμα αλλά συμπληρωματικά και πέραν από το Βιβλίο του Μαθητή. Αυτό προκύπτει από το μεγάλο, επίσης, ποσοστό της "πλήρους" –αλλά και "ευρηματικής"– εφαρμογής της διαθεματικής μελέτης στην ομάδα πειραματισμού, με βάση το προτεινόμενο διάγραμμα της συστημικής ανάλυσης / συσχέτισης. Παρατίθενται μερικές χαρακτηριστικές "ευρηματικές" αναφορές:

### Το "Ηλεκτρικό" Φως

Επιστήμη –  
Το "Ηλεκτρικό"  
Φως και τα  
Ηλεκτρόνια



Μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές των εκ-παιδευτικών τεχνολογιών είναι ο πειραματισμός με τη σύγχρονη ερμηνευτική λειτουργία προσομοίωσης / οπτικοποίησης του μικροκόσμου.

Τεχνολογία –  
Το Λευκό LED



Οι φωτοεκπέμπουσες δίοδοι (LED), αν και είναι ακόμη πειραματικό στάδιο, διαδίδονται όλο και περισσότερο σε διάφορες εφαρμογές φωτισμού, αφού –σε σχέση με τις συμβατικές ηλεκτρικές πηγές φωτισμού– έχουν μικρότερο κόστος κατασκευής, μεγάλη διάρκεια ζωής και μικρότερη κατανάλωση ενέργειας. Αυτό θα σημάνει και μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος αλλά θα είναι και ένας τρόπος να φωτισθούν τη νύχτα και περιοχές του πλανήτη μας (όπως η Αφρική) οι οποίες παραμένουν "σκοτεινές"...





### Ιατρική – Η Δέσμη Λείζερ



Η "φωτεινή" / ορατή δέσμη λέιζερ υψηλής ενέργειας έχει αντικαταστήσει το κλασικό νυστέρι σε πολλές επεμβάσεις (συγκόλληση αμφιβληστροειδούς, πλαστική χειρουργική κ.τ.λ.), επιτυγχάνοντας τομές με υψηλή ακρίβεια και αναίμακτες.



Η φωτορρύπανση προκαλείται κυρίως από φως που διαχέεται προς τα πάνω. Μελέτες έχουν δείξει ένα μεγάλο μέρος του εξωτερικού φωτισμού στις πόλεις (δρόμοι, κτίρια, κ.λπ.) πάει χαμένο διότι είτε από κακή κατασκευή είτε από κακή τοποθέτηση το 30% του φωτός στοχεύει προς τον ουρανό.

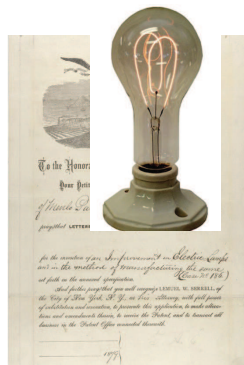
### Περιβάλλον – Η Φωτορρύ- πανση



Όταν τραβήχτηκε η πάνω φωτογραφία στο Πανεπιστήμιο του Τέξας χρησιμοποιούνταν στους εξωτερικούς χώρους λαμπτήρες υδραργύρου 400 W. Στη συνέχεια, η διεύθυνση του Πανεπιστημίου συμφώνησε να αντικατασταθούν οι λάμπες αυτές με λάμπες νατρίου. Όπως παρατηρείτε στην κάτω φωτογραφία, οι σκοτεινές περιοχές στο δρόμο ελαττώθηκαν, οι φωτισμένες αυξήθηκαν, η κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε και το φαινόμενο της διάχυσης του φωτός προς το

νυχτερινό ουρανό περιορίστηκε σημαντικά.

### Ιστορία – Η Ανακάλυψη

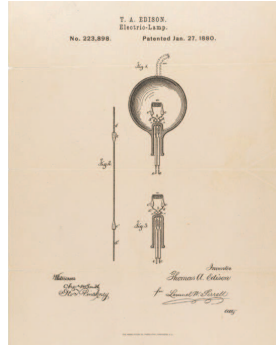


Στις 21 Οκτωβρίου 1879 ο Έντισον, μετά από πολλές προσπάθειες, διοχέτευσε ηλεκτρικό ρεύμα σε νήμα από άνθρακα το οποίο είχε τοποθετήσει σε αερόκενο γυάλινο σωλήνα και "εγένετο ηλεκτρικό φως". Ήταν ο πρώτος ηλεκτρικός λαμπτήρας και λειτούργησε επί 40 ώρες συνεχώς. Με την αλλαγή του έτους, την Πρωτοχρονιά του 1880, ενώπιον χιλιάδων θεατών, ο Έντισον φωτίζει τον κεντρικό δρόμο έξω από το εργοστάσιό του στον Μένλοου



Παρκ με 30 λαμπτήρες πυράκτωσης με νήμα από άνθρακα.

Αυτό είναι το Έντισον για την λαμπτήρα



δίπλωμα ευρεσιτεχνίας του κατασκευή του ηλεκτρικού

Πολιτισμός –  
Οι Νυχτερινές  
Δραστηριότητες



Το ηλεκτρικό φως επιμήκυνε το χρόνο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (εργασία, διασκέδαση, ...), οι οποίες είναι δυνατό να συνεχίζονται άνετα και μετά τη δύση του ηλίου, "φανερώνει" όμως, επίσης, τις περιοχές του πλανήτη μας με μεγάλη οικονομική δραστηριότητα. και ευμάρεια, όπως σε αυτή τη φωτογραφία από δορυφόρο.

Υγεία –  
Η Απολύμανση,  
Η Καταστροφή  
Μικροβίων



Οι λάμπες ιώδους φωτός και υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) χρησιμοποιούνται για την αποστείρωση ιατρικών εργαλείων και οικιακών υλικών αφού η υπεριώδης ακτινοβολία αδρανοποιεί και εμποδίζει την ανάπτυξη βακτηριδίων και παθογόνων μικροοργανισμών καταστρέφοντας τον πυρήνα του DNA τους, ώστε να είναι αδύνατη η αναπαραγωγή τους.



Τέχνη –  
Ο Κινηματο-  
γράφος



Ο μεγάλος ηθοποιός Ηλίας Λογοθετίδης με κερι, με λάμπα πετρελαίου και μπροστά στο άγαλμα το οποίο φωτίζεται από ηλεκτρικό προβολέα.

Προτείνεται, ως εκ τούτου, η διαθεματική προσέγγιση κάθε θέματος στο μάθημα των Φυσικών (της Ε' και Στ' τάξης) να γίνεται (και) από τους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας με εφαρμογή της συστημικής ανάλυσης / συσχέτισης, ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή πληρότητα και ολιστικότητα της διαθεματικής μελέτης.

### **Βιβλιογραφία**

ΔΕΠΠΣ και ΑΠΣ (2003), Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών των Φυσικών Επιστημών (για το Δημοτικό και το Γυμνάσιο) και Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο», ΦΕΚ 303B/13-03-2003 και ΦΕΚ 304B/13-03-2003.

Βιβλία Αναφοράς (2003), "Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω", Βιβλίο Μαθητή, Τετράδιο Εργασιών, Βιβλίο Δασκάλου (Ε' και Στ' Τάξης)

Γ. Θ. Καλκάνης (2007), "Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις-με τις ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ" (I. οι Θεωρίες, II. τα Φαινόμενα), "Εκπαιδευτικό ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Φυσικών Επιστημών, Εκπαιδευτικές ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ και οι Εφαρμογές τους" (I. το Εργαστήριο, II. οι Τεχνολογίες), Αθήνα, 2007

Γ. Θ. Καλκάνης (2008), "Επιστολή προς τους Εκπαιδευτικούς (και τους Γονείς) για τα νέα Βιβλία «Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε' και Στ' Τάξης του Δημοτικού Σχολείου", διαδικτυακός τόπος <http://micro-kosmos.uoa.gr> (=> τα ΦΥΣΙΚΑ Ε' και Στ' Δημοτικού), Αθήνα, 2008

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