

Η κοινωνική διάσταση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στη Μέση Εκπαίδευση

*Επιθυμίες και πραγματικότητα
(Σκέψεις ενός ερασιτέχνη)*

ΣΤΕΦΑΝΟΣ ΤΡΑΧΑΝΑΣ

Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας

Ηράκλειο Κρήτης

www.cup.gr

I. Οι επιθυμίες: *(όχι κατ' ανάγκην όλων μας)*

1. Η καταπολέμηση του επιστημονικού αναλφαριθτισμού.
3. Η διάδοση της επιστημονικής “νοοτροπίας”.
4. Η αναγνώριση και διάδοση του επιστημονικού πολιτισμού.

Δηλαδή (πιο αναλυτικά)...

1. Η καταπολέμηση του “επιστημονικού αναλφαριθτισμού”.

Η στοιχειώδης επιστημονική εγγραμματοσύνη των πολιτών είναι βασικός όρος για την αποτελεσματική λειτουργία μιας σύγχρονης δημοκρατικής πολιτείας στο πλαίσιο της οποίας οι πολίτες καλούνται να αποφασίσουν για ολοένα και περισσότερα ζητήματα μεγάλης κοινωνικής σημασίας που έχουν μια έντονα επιστημονική διάσταση.

Παραδείγματα χάριν, για ζητήματα όπως:

- ▶ η **χημική ρύπανση**,
- ▶ η **καταστροφή του ατμοσφαιρικού όζοντος**,
- ▶ το **φαινόμενο του θερμοκηπίου**,
- ▶ η **πυρηνική ενέργεια**,
- ▶ τα **πυρηνικά κατάλοιπα**,
- ▶ τα **μεταλλαγμένα προϊόντα**,
- ▶ η **κλωνοποίηση οργάνων**,
- ▶ οι **παρενέργειες των κινητών τηλεφώνων** κ.λπ.

2. *Η διάδοση της επιστημονικής “νοοτροπίας”*

(της επιστημονικής στάσης απέναντι στα πράγματα).

Δηλαδή της αντίληψης ότι **πάνω από τις γνώμες και τις πεποιθήσεις μας είναι τα γεγονότα**. Κι ότι πρέπει να είμαστε διαρκώς ανοικτοί στο ενδεχόμενο να έχουμε κάνει λάθος. Η επιστημονική “νοοτροπία” —αυτή που δίνει προτεραιότητα στα γεγονότα και **εμπεριέχει την αμφιβολία ως συστατικό της στοιχείο**— είναι το πιο αποτελεσματικό αντίδοτο στον φανατισμό και τη μισαλλοδοξία που φαίνεται να απειλούν ξανά τον ανθρώπινο πολιτισμό όπως πολλές φορές στο παρελθόν.

3. Η αναγνώριση του επιστημονικού πολιτισμού ως αναπόσπαστου στοιχείου του ανθρώπινου πολιτισμού

Οι απόφοιτοι της Μέσης Εκπαίδευσης —και αυριανοί πολίτες— θα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα κορυφαία επιστημονικά επιτεύγματα —π.χ. τη **Νευτώνεια επανάσταση**, το **κοσμολογικό πρότυπο της Μεγάλης Έκρηξης** ή τη **θεωρία της εξέλιξης**— ως θεμελιώδη επιτεύγματα του ανθρώπινου πολιτισμού ισάξια μόνο με τη μεγάλη τέχνη. ***Η ανάδειξη της πολιτιστικής και ηθικής αξίας της επιστήμης θα πρέπει να είναι συστατικό στοιχείο της διδασκαλίας της στη Μέση Εκπαίδευση.***

II. ...και η πραγματικότητα

Σε μια εποχή υποτιθέμενου θριάμβου της επιστήμης —ή, μήπως, μόνο της τεχνολογίας και του τεχνολογικού καταναλωτισμού;— ένας διαρκώς αυξανόμενος αριθμός πολιτών “βγαίνουν” από το εκπαιδευτικό σύστημα έτοιμοι να παραδοθούν χωρίς αντίσταση στις πιο ακραίες μορφές ανορθολογισμού και παραεπιστήμης.

Η επιστημονική εκπαίδευση που τους προσφέραμε δεν φαίνεται να επιτυγχάνει ούτε καν τον ελάχιστο (;) στόχο που οραματίστηκε ο Ρήγας Φεραίος όταν έγραφε το «Φυσικής απάνθισμα». Δεν τους προστατεύει ούτε από τις πιο «τρελές» δεισιδαιμονίες και προλήψεις. Κι ούτε τους προετοιμάζει για την ορθολογική διαχείριση —ως ατόμων ή ως κοινωνίας— σύγχρονων περιβαλλοντικών κινδύνων ή «καταστροφών».

Αναφέρω δύο μόνο παραδείγματα:

Παράδειγμα 1:

Η πλατειά κοινωνική απήχηση του ανορθολογισμού και της παραεπιστήμης

(α) Τα αποτελέσματα δημοσκόπησης που έγινε στις ΗΠΑ και δείχνει τα ποσοστά των πολιτών της που πιστεύουν σε διάφορα παραφυσικά φαινόμενα:

Προσωπική παραψυχική εμπειρία	67%
Κατακλυσμός του Νώε	65%
Αστρολογία	52%
Εξωαισθητηριακή αντίληψη	46%
Επικοινωνία με τους νεκρούς	35%
Επισκέψεις εξωγήινων	22% *

* Το ποσοστό αυτό εκτοξεύεται στα ύψη αμέσως μετά την προβολή δημοφιλών ταινιών με αυτό το θέμα!

(β) Και για να μην βαυκαλιζόμαστε ότι όλα αυτά συμβαίνουν μόνο κάπου αλλού, ας σκεφτούμε τα εξής:

⇒ την απίστευτη τηλεθέαση που έχουν στη χώρα μας οι τηλεοπτικές εκπομπές μεταφυσικού ή παραφυσικού περιεχομένου

⇒ Το ότι είμαστε η μόνη ευρωπαϊκή χώρα στην οποία η θεωρία της εξέλιξης δεν διδάσκεται στη Μέση Εκπαίδευση. (Κατά τα άλλα διανύουμε το «έτος Δαρβίνου»!)

Και για να πάμε ακόμη πιο κοντά, διερωτηθείτε πόσοι από τους γνωστούς ή φίλους σας (ενδεχομένως κι εσείς!) πιστεύουν σε «ανεξήγητα φαινόμενα», όπως π.χ.

- 1. Η πυροβασία (αναστενάρηδες)*
- 2. Η τηλεπάθεια*
- 3. Η επίδραση των άστρων (αστρολογία)*

Παράδειγμα 2:

Οι παράλογες αντιδράσεις που σημειώθηκαν στη χώρα μας κατά το πυρηνικό ατύχημα του Τσέρνομπιλ

Όταν: Η μόνη σίγουρη “συνέπεια” του πυρηνικού ατυχήματος του Τσέρνομπιλ στη χώρα μας είναι οι **περίπου 3.000 αναίτιες αμβλώσεις που προκάλεσε ο παράλογος πανικός, λόγω παραπληροφόρησης από κοινωνικά ανεύθυνους ανθρώπους**. Ενώ οι συνέπειες που μπορούν να αποδοθούν στο ατύχημα καθ’ εαυτό περιγράφονται από έναν ειδικό –τον διευθυντή του Ινστιτούτου Πυρηνικής Τεχνολογίας και Ακτινοπροστασίας του Δημόκριτου – ως εξής:

«Σε κάθε 10.000 θανατηφόρους καρκίνους που θα εμφανιστούν στην Ελλάδα από όλες τις αιτίες τα επόμενα 50 χρόνια μετά το ατύχημα, εκτιμάται ότι για τρεις από αυτούς ενδέχεται να ευθύνεται το ατύχημα.»

Το κοινωνικό κόστος της “επιστημονικής αγραμματοσύνης” –κοινού και τηλεοπτικών σχολιαστών– ήταν όντως πολύ μεγάλο στην περίπτωση του Τσέρνομπιλ. Σίγουρα πολύ μεγαλύτερο από το ατύχημα το ίδιο.

Παράδειγμα 3:

Η αρνητική κοινωνική πρόσληψη της επιστήμης

Δεν γνωρίζω σχετικές στατιστικές, αλλά από στοιχεία όπως τα προηγούμενα μπορώ να εικάσω ότι η πλειονότητα των πολιτών τρέφει αρνητικά αισθήματα απέναντι στην επιστήμη. Όχι μόνον δεν έχει «προσλάβει» το πολιτιστικό και ηθικό μήνυμα της επιστήμης που αναφέραμε πριν, όχι μόνο δεν την βλέπει ως κορυφαίο επίτευγμα του ανθρώπινου πολιτισμού αλλά, αντίθετα, την θεωρεί (κι όχι τελείως άδικα) ως απλό προσάρτημα της σύγχρονης τεχνολογίας και των συμφερόντων που την διαχειρίζονται και την εμπορεύονται.

III. Τί κάνουμε

α). Δεν ξέρω

β). Μπορώ όμως να μοιραστώ μαζί σας κάποιες σκέψεις από προσωπικές ή συλλογικότερες προσπάθειες που έγιναν στο Φυσικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Κρήτης. [Διότι, βεβαίως, το πρόβλημα ξεκινά από την εκπαίδευση των ίδιων των φοιτητών μας]:

Σκέψη 1. Να ενσωματώσουμε στοιχεία από τα παραπάνω στα κατάλληλα μαθήματα.

Σκέψη 2. Να σχεδιάσουμε ένα νέο διατμηματικό μάθημα με τίτλο *Επιστήμονας-πολίτης* και ανάλογο περιεχόμενο.

Παράδειγμα 1 (της ιδέας #1)

Από ένα μάθημα Σύγχρονης Φυσικής που περιλαμβάνει στοιχεία πυρηνικής Φυσικής)

Μεταξύ άλλων ο φοιτητής καλείται να συζητήσει στην τάξη ή σε μια γραπτή εξέταση ερωτήσεις όπως οι ακόλουθες:

- α) Κάποιος στην παρέα σας ισχυρίζεται ότι κατά το πυρηνικό ατύχημα στο Τσέρνομπιλ εκτεθήκαμε κυρίως σε ακτινοβολία α . Ποια είναι η γνώμη σας;
- β) Στην ίδια παρέα κάποιος άλλος μεταφέρει τη γνώμη τηλεοπτικού σχολιαστή ότι πρέπει να βράζουμε καλά το γάλα ή τα χόρτα για να καταστραφεί η ραδιενέργεια που έχει αποτεθεί σ' αυτά. Συμφωνείτε;
- γ) Κατά τον πρόσφατο πόλεμο στη γειτονική Γιουγκοσλαβία έγινε πολύς λόγος για τις βόμβες απεμπλουτισμένου ουρανίου που χρησιμοποιήθηκαν εκεί. Δύο ερωτήσεις γι' αυτό το θέμα που μπορεί να σας τεθούν σε μια συζήτηση είναι οι εξής: i) Τί είδους βόμβες είναι αυτές; Πυρηνικές ή κάτι άλλο; ii) Τί είναι το απεμπλουτισμένο ουράνιο; Τί θα απαντούσατε;
- δ) Εξηγήστε σε κάποιον που ενδιαφέρεται γι' αυτό το θέμα —και έχει καλή γνώση Φυσικής Λυκείου— τί είναι τα ραδιοϊσότοπα και σε τί συνίσταται η ιατρική τους χρήση. Γνωρίζετε πώς “φτιάχνονται” αυτά τα ιατρικά ραδιοϊσότοπα; Με κατάλληλες χημικές αντιδράσεις ή αλλιώς;

Παράδειγμα 2
**(Από μάθημα Γενικής Φυσικής,
Κεφάλαιο Παγκόσμια έλξη και πλανητική κίνηση)**

Τί απλούστερο από το να ζητηθεί από τους φοιτητές να εκτιμήσουν την βαρυτική (ή άλλη) επίδραση των ουράνιων σωμάτων πάνω μας και να αξιολογήσουν έτσι τους ισχυρισμούς των αστρολόγων ότι τα άστρα καθορίζουν τη μοίρα μας.

Δυο πίνακες που μπορεί να προκύψουν από μια τέτοια συζήτηση είναι οι ακόλουθοι:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Η ένταση του βαρυτικού πεδίου διαφόρων ουράνιων σωμάτων πάνω στη γη ως κλάσμα της έντασης (g_{Γ}) του γήινου βαρυτικού πεδίου στην επιφάνειά της.

Ήλιος	$6 \times 10^{-3} g_{\Gamma}$	~ χίλιες φορές μικρότερη από τη γήινη βαρύτητα
Σελήνη	$3 \times 10^{-6} g_{\Gamma}$	~ εκατομμύρια φορές μικρότερη από τη γήινη βαρύτητα
Δίας	$3 \times 10^{-8} g_{\Gamma}$	~ εκατό εκατομμύρια φορές μικρότερη από τη γήινη βαρύτητα
Άρης	$2 \times 10^{-10} g_{\Gamma}$	~ δέκα δισεκατομμύρια φορές μικρότερη από τη γήινη βαρύτητα
Τυπικό ορατό άστρο	$\sim 10^{-13} g_{\Gamma}$	~ δέκα τρισεκατομμύρια φορές μικρότερη από τη γήινη βαρύτητα
ο “διπλανός μου”	$\sim 10^{-9} g_{\Gamma}$	Ο “διπλανός μου” με επηρεάζει βαρυτικά περίπου 10.000 φορές περισσότερο απ’ ό τι τα άστρα που ... καθορίζουν τη μοίρα μου!

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Η ένταση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του ήλιου και άλλων ουράνιων σωμάτων πάνω στη γη.

Ήλιος	$I_H \sim 1 \text{ Kw/m}^2$	
Σελήνη	$\sim 10^{-5} I_H$	Εκατό χιλιάδες φορές μικρότερη από του Ήλιου
Τυπικός πλανήτης	$\sim 10^{-9} I_H$	Ένα δισεκατομμύριο φορές μικρότερη!
Τυπικό άστρο	$\sim 10^{-10} I_H$	Δέκα δισεκατομμύρια φορές μικρότερη!
ο “διπλανός μου”	$\sim 10^{-5} I_H$	Μόνο εκατό χιλιάδες φορές μικρότερη! Σίγουρα η ακτινοβολία του “διπλανού μου” με επηρεάζει πολύ περισσότερο από την ακτινοβολία των ουράνιων σωμάτων (πλανήτες ή άστρα) που υποτίθεται πως καθορίζουν τη μοίρα μου!

*...και το αναπόφευκτο
ηθικόν δίδαγμα*

Ας μην αναζητούμε
τη “μοίρα” μας στα άστρα.

Ας την ψάξουμε καλύτερα
στους... διπλανούς μας!

*...και κάποια «παιδαγωγικά διδάγματα»
από την εμπειρία τέτοιων «παρεκκλίσεων
από τη συμβατική διδακτέα ύλη»*

Δίδαγμα 1: Αρκετοί φοιτητές –περίπου οι μισοί- έχουν **μεγάλη δυσκολία να εφαρμόσουν τη φυσική που ξέρουν σε καταστάσεις «εκτός πλαισίου»:** Δηλαδή έξω από το συμβατικό περιβάλλον των προβλημάτων που συναντούν στα διδακτικά βιβλία ή στην τάξη. Σαν να μην αναγνωρίζουν καν ότι αυτό που έχουν μπροστά τους –όσο απλό κι αν είναι– είναι ένα πρόβλημα φυσικής!

Δίδαγμα 2: Αρκετοί φοιτητές επίσης –ίσως το 30%- δυσκολεύονται να καταλάβουν ότι, όταν τους ζητείται να καταρρίψουν έναν λανθασμένο ισχυρισμό –π.χ. ότι τα ραδιοϊσότοπα παρασκευάζονται με χημικές μεθόδους– η κατάρριψη δεν συνίσταται στην παράθεση της «ορθής» απάντησης –π.χ. ότι τα ραδιοϊσότοπα παρασκευάζονται σε πυρηνικούς αντιδραστήρες– αλλά **στον εντοπισμό του λάθους.**

...και επειδή δεν φταίνε μόνο οι άλλοι

για τις ανεπάρκειες της επιστημονικής μας εκπαίδευσης –
και την αδυναμία της να εκπληρώσει τους κοινωνικούς της

στόχους– θέλω να κλείσω τούτη

την *ερασιτεχνική παρέμβαση*

μ' έναν στίχο του Ναζίμ Χικμέτ:

«κι εσύ αδελφέ μου φταις λιγάκι»

Τέλος