

## Επιστημολογική και Διδακτική Προσέγγιση της Έννοιας της «Ύλης».

Κωνσταντίνος Δ. Σκορδούλης

Παιδαγωγικό Τμήμα ΔΕ, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Α. Στο πρώτο μέρος αυτής της εργασίας θα δώσουμε ένα περίγραμμα των καταστάσεων εκείνων που καθιστούν αναγκαία την επιστημολογική και διδακτική προσέγγιση της έννοιας της ύλης ως βασικής συνιστώσας της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες.

1. Σε ένα εσωτερικό έγγραφο του Ινστιτούτου Discovery που συνδέεται με τους υποστηρικτές της θεωρίας του ευφυούς σχεδιασμού δημοσιεύτηκε η ανάλυση της στρατηγικής της «σφήνας» που ακολουθεί το κίνημα αυτό: «Οι κοινωνικές επιπτώσεις του υλισμού είναι καταστροφικές... Έχουμε πειστεί ότι για να ηττηθεί ο υλισμός πρέπει να τον αποκόψουμε από τις πηγές του, και η βασική πηγή του είναι ο επιστημονικός υλισμός. Αυτή ακριβώς είναι η στρατηγική μας. Αν φανταστούμε την κατά κύριο λόγο υλιστική επιστήμη σαν ένα γιγάντιο δέντρο, η στρατηγική μας είναι να σπρώξουμε μια σφήνα σε μια ρωγμή στο αδύνατο σημείο και να πιέσουμε με δύναμη... Και αυτή η ρωγμή στον κορμό του δέντρου δεν είναι άλλη από τη θεωρία της εξέλιξης...». Και παρακάτω ξεκαθαρίζει ότι οι τελικοί στόχοι είναι: « α) να ηττηθεί ο επιστημονικός υλισμός και τα καταστροφικά ηθικά, πολιτιστικά και πολιτικά αποτελέσματά του και β) να αντικατασταθούν οι υλιστικές εξηγήσεις της επιστήμης με τη θεϊστική κατανόηση ότι η φύση και οι άνθρωποι δημιουργήθηκαν από το Θεό».

2. Το δεύτερο σημείο έχει να κάνει με την αποδοχή του δυισμού ως κυρίαρχη οντολογία μεταξύ των φιλοσόφων. Προφανώς αυτό δεν είναι άμοιρο με τον παραγκωνισμό της φιλοσοφίας του υλισμού στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση αλλά ιδιαίτερα στα πανεπιστημιακά τμήματα φιλοσοφίας. Αν αυτό εγκαθιδρυθεί και μεταξύ των επιστημόνων τότε θα βρεθούμε σε μια τραγελαφική κατάσταση όπου στα τμήματα φυσικής θα διδάσκεται ότι ο φυσικός κόσμος αποτελείται από πνευματικές και όχι υλικές οντότητες.

Βέβαια και τώρα τα πράγματα δεν είναι ευχάριστα. Αν ανατρέξουμε σε ένα εγχειρίδιο φυσικής τριτοβάθμιας ή δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι αναφορές στην έννοια της «ύλης» είναι πολύ περιορισμένες ή ανύπαρκτες. Αυτό εν μέρει είναι κατανοητό από την άποψη ότι η ύλη θεωρείται ως μια γενική οντολογική κατηγορία και δεν υπάρχει μια γενική θεωρία της ύλης στη φυσική κατά τον ίδιο τρόπο που δεν υπάρχει μια θεωρία της μεθόδου ή των διαδικασιών (Bunge 2010).

3. Το τρίτο σημείο έχει να κάνει με το τι διδάσκουμε. Αυτό που διδάσκουμε είναι στην ουσία οι δομικές και σωματιδιακές ιδιότητες της ύλης και συγκεκριμένα την ατομική δομή της ύλης όπως φάνηκε και στο πρόσφατο συνέδριο που έγινε στην Αθήνα και κατέληξε στην έκδοση του τόμου «Concepts of Matter in Science Education». Βεβαίως είναι ενθαρρυντικό ότι και αυτή η πλευρά προσεγγίζεται μέσα από την Ιστορία και τη φιλοσοφία των επιστημών, βέβαια όχι χωρίς προβλήματα. Ενδεικτικά θα αναφέρουμε τα ερωτήματα που θέτει ο Alan Chalmers (2009) στο βιβλίο του «The Scientist's Atom and the Philosopher's Stone: How Science Succeeded and Philosophy Failed to Gain Knowledge of Atoms» και την οξυδερκή κριτική απάντηση του Michael Matthews (2009) στις απόψεις που εκφράζονται εκεί. Το άρθρο μας: «Investigating The Historical Development of the Concept of Matter: Controversies About/In Ancient Atomism» αναλύει την έννοια του ατόμου και του κενού στην αρχαία φυσική φιλοσοφία θέτοντας διαχωριστικές γραμμές ανάμεσα στη θεωρησιακή φιλοσοφία και στην πειραματική επιστήμη.

Β. Στόχος μας είναι ο σχεδιασμός μιας διεπιστημονικής διδακτικής ενότητας που θα προσεγγίζει την έννοια της ύλης και θα μπορεί είτε να αποτελέσει ένα εισαγωγικό μάθημα για τη «φύση της επιστήμης» το οποίο θα αποτελεί και μία εισαγωγή στη φυσική ή μία αυτοδύναμη ενότητα σε μια εννοιολογική προσέγγιση στη διδασκαλία της φυσικής (Conceptual Physics).

Μια τέτοια διδακτική ενότητα θα βασίζεται στην ιστορία της επιστήμης και όχι όπως είθιστε στην ιστορία της φιλοσοφίας. Θα προχωρήσει από την ιστορική εξέταση των επιστημονικών θεωριών για τη δομή και τις ιδιότητες της ύλης και θα καταλήγει στον να θεμελιώνει μια γενική θεωρία της ύλης στο έδαφος της φιλοσοφίας.

Αυτό δεν σημαίνει ότι υποβαθμίζεται η φιλοσοφία. Απλά, η ύλη είναι η πιο θεμελιώδης έννοια και είναι αδύνατο να συγκροτηθεί ένας ορισμός της πάνω σε

άλλες βασικές έννοιες. Για παράδειγμα, σε πολλά εγχειρίδια φυσικής συναντάμε τον ορισμό της ύλης ως εξής: «Υλη είναι μία οντότητα που έχει μάζα και καταλαμβάνει χώρο». Αυτομάτως προκύπτει το ερώτημα: τί είναι μάζα; Τι είναι χώρος; Αντί λοιπόν να αναζητάμε ένα ορισμό της ύλης ακολουθούμε μια διαφορετική προσέγγιση όπου εξετάζουμε τις αλληλεπιδράσεις και αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ των διαφόρων μορφών ύπαρξής της. Σημειώνεται ότι δεν αρκεί μόνο αυτό αλλά θα πρέπει να προχωρήσουμε και σε μια επιστημολογία της ύλης: Πως μπορούμε να γνωρίσουμε τις διάφορες μορφές της ύπαρξής της; Με άλλα λόγια για την κατανόηση της έννοιας της ύλης δεν μπορούμε να υιοθετήσουμε ένα αυστηρό διαχωρισμό ανάμεσα στην οντολογία και την επιστημολογία.

Γ. Σε μια πρώτη προσέγγιση της ιστορικής χρονοσειράς της έννοιας της ύλης στο πλαίσιο της φυσικής μπορούμε να διακρίνουμε τις εξής περιόδους: α) αρχαία φυσική φιλοσοφία όπου εμφανίζονται οι 2 απόψεις περί συνέχειας ή ασυνέχειας της ύλης. Δηλαδή η αριστοτελική άποψη των 4 στοιχείων και η ατομική θεωρία των αρχαίων ατομικών φιλοσόφων β) η κλασική μηχανική του 17<sup>ου</sup> αιώνα όπου επικρατεί η μηχανική αντίληψη για την ύλη ως οντότητας με έκταση, σχήμα, μάζα και κίνηση γ) η ηλεκτροδυναμική θεωρία του 19<sup>ου</sup> αιώνα όπου η πρωταρχική υλική οντότητα είναι το πεδίο δ) η σχετικιστική άποψη όπου εισάγεται η μάζα συσχετίζεται με την ενέργεια και τέλος ε) η κβαντομηχανική άποψη όπου εισάγεται η δυαδική φύση της ύλης (σωματίδιο – κύμα) και από την πλευρά της σχολής της Κοπεγχάγης η σύνδεση μεταξύ της πραγματικότητας με την αναπαράστασή της από τον παρατηρητή.

Μια τέτοια προσέγγιση ανοίγει το δρόμο για τη διατύπωση θεμελιωδών ερωτημάτων:

- Ποια είναι η σχέση μεταξύ ύλης, μάζας και ενέργειας;
- Είναι η μάζα και η ενέργεια ισοδύναμες ή η ενέργεια είναι ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό της ύλης;
- Είναι το πεδίο μια υλική οντότητα;
- Τι σημαίνει δυαδική φύση της ύλης;

Οι απαντήσεις στα ερωτήματα αυτά συνήθως συζητιούνται στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση στο μάθημα της φιλοσοφίας της φυσικής, όπου και όταν αυτό

διδάσκεται. Είναι όμως βάσιμη πεποίθηση μας ότι αποτελούν βασικά αφηγηρικά σημεία για μια κατανόηση των βασικών εννοιών της φυσικής.

Δ. Ως μαθησιακά αποτελέσματα μπορούμε να υιοθετήσουμε τα εξής:

1. Η έννοια της ύλης έχει ιστορικά αλλάξει κατά την εξέλιξη της επιστήμης ή ακόμα καλύτερα έχει υπάρξει μια ιστορική σειρά εννοιολογήσεων για την ύλη. Δεν υπάρχει ιδιαίτερος λόγος να πιστεύουμε ότι οι σημερινές απόψεις των επιστημόνων για την ύλη είναι οι τελικές. Σε τελική ανάλυση η ύλη είναι αυτό που μελετά η επιστήμη και όσο συνεχίζεται η έρευνα, οι ιδέες μας για την ύλη θα αλλάζουν.

2. Σωματίδια, κύματα, πεδία, φωτόνια, είναι μορφές ύπαρξης της ύλης. Η ύλη είναι συνυφασμένη με την κίνηση. Η ενέργεια είναι αυτή η ιδιότητα της ύλης που ευνοεί την κίνηση κίνηση ενώ η αδράνεια είναι ιδιότητα της ύλης που αντιτίθεται στη κίνηση. Η ύλη οργανώνεται σε διάφορα επίπεδα: υποατομικό, ατομικό, μοριακό, χημικές ενώσεις –μακρομόρια, κύτταρα, βιοσυστήματα.

3. Η επιστήμη είναι η μελέτη των υλικών οντοτήτων δηλαδή των διαφόρων μορφών ύπαρξης της ύλης αλλά και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων. Αυτή η μελέτη γίνεται με τη βοήθεια της επιστημονικής μεθόδου και με σκοπό να βρεθούν κανονικότητες πίσω από τις διάφορες συμπεριφορές.

4. Η επιστημονική έρευνα προϋποθέτει την υλιστική οντολογία.

#### ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Bunge, M. (2010), *Matter and Mind: A Philosophical Inquiry*, ((*Boston Studies in the Philosophy of Science*, 287), Dordrecht / Heidelberg / London / New York: Springer.

Chalmers, A.F. (2009), *The Scientist's Atom and the Philosopher's Stone: How Science Succeeded and Philosophy Failed to Gain Knowledge of Atoms*, (*Boston Studies in the Philosophy of Science*, 279), Dordrecht / Heidelberg / London / New York: Springer.

Matthews, M. R. (2009), "Review of A. Chalmers' *The Scientist's Atom and the Philosopher's Stone*", *Newsletter of the IHPST Group*, September, pp. 15-32 <<http://ihpst.net/newsletters/sept2009.pdf>>.

Skordoulis, C. D. and Koutalis, V. (2013), Investigating The Historical Development of the Concept of Matter: Controversies About/In Ancient Atomism in Tsaparlis, G. and Syvian, H. (Eds), *Concepts of Matter in Science Education*, Innovations in Science Education and Technology Series Vol.19, Springer pp. 463-483