



Από το βιβλίο "Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στις με τις Φυσικές Επιστήμες - Ι. οι Θεωρίες", Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 2007

Το Πρότυπο του μικροΚόσμου

ΜικρόΚοσμο ονομάζουμε συμβατικά τα δομικά σωματίδια του *Κόσμου* μας που, εκφεύγοντας λόγω των μικροσκοπικών τους διαστάσεων της άμεσης παρατήρησης και εποπτείας μας, συγκροτούν τα μεγαλύτερα, απτά και μετρήσιμα σώματα και σχηματισμούς (και εμάς τους ίδιους!) που, επίσης συμβατικά, ονομάζουμε *ΜακρόΚοσμο*.

Την υπαγωγική/ενοποιητική/ερμηνευτική προσέγγιση του μικροΚόσμου ονομάζουμε συνήθως "**μικροΠροσεγγίσεις**".

... **ΤΙ** ;

Με τον όρο μικροΠροσεγγίσεις εννοούμε κάθε αναφορά και αξιοποίηση των (λίγων και απλών) δομών και διαδικασιών του μικροκόσμου για την ερμηνεία και κατανόηση των (πολύπλοκων και πολύμορφων) φαινομένων του μακροκόσμου. Η *συνεκτική* και *ενοποιητική* αυτή θεώρηση του κόσμου μας από τη σημερινή Επιστήμη, με την αναφορά σε λίγες και απλές δομές που επιβάλλονται από μία και μοναδική αλληλεπίδραση / δύναμη και λειτουργούν κάτω από λίγες και απλές αρχές, είναι συμβατή με την *ομορφιά* του φυσικού μας Κόσμου. Αυτή η ομορφιά αποκαλύπτει την *απλότητα* της Δημιουργίας του αλλά και τη *σοφία* της ευταξίας του. Αποκαλύπτει τη *λειτουργία* του. Η *γνώση* της λειτουργίας του Κόσμου μας είναι πρόκληση για όλους μας. Θα την κατακτήσουμε αν τη διδάξουμε –και τη διδαχθούμε– όπως ακριβώς είναι. Απλή και όμορφη. Όπως ο (μικρός και ΜΕΓΑΛΟΣ) Κόσμος μας...

... **γιατί** ;

Η συνεκτικότητα και ενοποιητική θεώρηση της Επιστήμης, όμως, πρέπει να οδηγήσει στη συνεκτικότητα και στην ενοποιητική θεώρηση και της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες. Για να είναι (και αυτή) απλή και ελκυστική. Με τη μακροσκοπική προσέγγιση, που περιορίζεται στην αισθητηριακή και εμπειρική περιγραφή των φυσικών φαινομένων ή / και στην εργαστηριακή επανάληψή τους (μόνο), ο εκπαιδευτικός διαπιστώνει απλώς και κωδικοποιεί. Ο μαθητής, με τη σειρά του, αποκομίζει απλώς μια αποσπασματική γνώση που είτε δυστυχώς είναι προσωρινή είτε μη αξιοποιήσιμη περαιτέρω. Αντίθετα, (και) με τη μικροσκοπική προσέγγιση, συμπληρωματική της μακροσκοπικής (φαινομενολογικής και εργαστηριακής), είναι δυνατό ο δάσκαλος να οδηγήσει το μαθητή σε μια συνεκτική άποψη για το μάθημα (και το φυσικό κόσμο) αλλά και σε μια ερμηνευτική (στο βαθμό που επιχειρείται) δυνατότητα που αποκαλύπτει και την απλότητα και την ομορφιά. Αυτό επιτυγχάνεται με τη γνωριμία των λίγων και απλών μικροσκοπικών δομών και διαδικασιών (του *μικροσκοπικού μοντέλου*) που ερμηνεύουν (αλλά και προβλέπουν!) όλα ή τα περισσότερα από τα –φαινομενικά ασύνδετα– φαινόμενα που περιέχονται στο αναλυτικό πρόγραμμα. Αλλά και επιτυγχάνει την ανάδειξη και αξιοποίηση της γνώσης των διαδικασιών (πέραν της γνώσης των εννοιών και των ορισμών), αναπτύσσει την ικανότητα της σύνθεσης και της κρίσης (με το χειρισμό του συγκεκριμένου μοντέλου), προσφέρει δε τη δυνατότητα της μεταφοράς και γενίκευσης της γνώσης και σε άλλα, καθημερινά και μη, φαινόμενα (με το ίδιο μοντέλο).

... **πώς** ;

Αυτονόητη, βέβαια, προϋπόθεση είναι ότι το –σήμερα αποδεκτό– *επιστημονικό* πρότυπο ή μοντέλο του μικροκόσμου θα –πρέπει να– παρουσιάζεται στην απλούστερη δυνατή *εκπαιδευτική* προσέγγισή του, χωρίς όμως την υποκατάστασή του από υπεραπλουστευτικές ανακρίβειες που συνήθως δημιουργούν εσφαλμένες αντιλήψεις, συχνά μη αναστρέψιμες στους μετέπειτα χρόνους. (Σημειώνεται εμφαντικά ότι είναι προτιμητέα, πάντοτε, η αναβολή και η σπειροειδής αντιμετώπιση, αντί μιας βεβιασμένης, αναποτελεσματικής και επιβλαβούς πρώιμης εμμονής μας...) Απαραίτητη, επίσης, προϋπόθεση είναι ότι (και) αυτή η εκπαιδευτική προσέγγιση –πρέπει να– εντάσσεται στα βήματα της προτεινόμενης εκπαιδευτικής

μεθοδολογίας. Έτσι μεγιστοποιούνται τα προαναφερθέντα αναμενόμενα αποτελέσματα της (μικρο-)προσέγγισης αλλά και υποβοηθάται και βελτιστοποιείται η ίδια η εκπαιδευτική διαδικασία. Όσον αφορά στην ένταξη και συμβολή της μικροσκοπικής προσέγγισης στην προτεινόμενη επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση, αυτή είναι δυνατό να διακριθεί σε όλα τα ακόλουθα βήματα:

- προσφέρει ένα πρόσθετο *έναυσμα* του ενδιαφέροντος των μαθητών, αφού αναφέρεται στον άγνωστο στους «πολλούς», άρα μυστηριώδη και ελκυστικό, μικρόκοσμο.
- εμπλουτίζει τον *προβληματισμό* τους και τη διατύπωση *υποθέσεων*, αφού η γνώση και η εντωμεταξύ επαγωγική αξιοποίηση του μικροσκοπικού μοντέλου, έχει δημιουργήσει μία βάση συνεκτικών ιδεών και τρόπου σκέψης.
- βοηθά στην επιλογή του κατάλληλου *πειραματισμού* (στο εργαστήριο ή στο πεδίο), αφού έχει συνδέσει και συνδυάσει διαδικασίες και φαινόμενα που αλληλεπιδρούν και αλληλεξαρτώνται.
- βελτιστοποιεί τη διατύπωση και την κατανόηση των *συμπερασμάτων* αφού τα εντάσσει σε ένα γενικότερο μοντέλο λειτουργίας του κόσμου μας που συγχρόνως το επιβεβαιώνει και το εμπλουτίζει «ανακαλυπτικά».
- επιτυγχάνει τη *μεταφορά* και τη *γενίκευση* των συμπερασμάτων, αφού είναι δυνατό να εντάσσει και άλλα φαινόμενα της, καθημερινής ή μη, ζωής στο γενικότερο αυτό μοντέλο, να τα ερμηνεύει και να τα προβλέπει με βάση τις υποκρυπτόμενες αρχές και διαδικασίες, ικανοποιώντας και δικαιώνοντας έτσι το αρχικό –και εν δυνάμει ανανεούμενο– ενδιαφέρον των μαθητών.

(Πρέπει να επισημάνουμε ότι το ενδιαφέρον των σημερινών ανθρώπων –των ήδη ενήμερων των περισσότερων φαινομένων από τις τόσες ευκαιρίες παρατήρησης και πηγές πληροφόρησης– δεν είναι πλήρως ή απαραίτητα εξασφαλισμένο αν η εκπαιδευτική διαδικασία των φυσικών επιστημών εξαντλείται με την απλή επανάληψη και κωδικοποίηση...)

... πότε ;

Όσον αφορά στο χρονισμό της εφαρμογής της μικροσκοπικής προσέγγισης, όταν προκρίνεται η ένταξή της στην εκπαιδευτική διαδικασία, τότε προτείνεται να επιχειρείται η αξιοποίησή της σε όλα τα βήματα της μεθόδου, ή τουλάχιστον σε όποια είναι δυνατό να επιχειρηθεί και να έχει θετική συμβολή παράλληλα με τη μακροσκοπική προσέγγιση. Αυτό αφορά στις περισσότερες θεματικές ενότητες και φαινόμενα. Η ελάχιστη αξιοποίησή της είναι δυνατό να αφορά στην κατανόηση και ερμηνεία των συμπερασμάτων της μακροσκοπικής προσέγγισης, ή/και στη γενίκευσή τους, οπότε και πρέπει να έπεται. Είναι δυνατό επίσης να επιχειρείται η αξιοποίησή της όταν ολοκληρώνεται μια θεματική ενότητα ή κύκλος φαινομένων. Σε κάθε περίπτωση, όμως, προτείνεται αρχικά μια γενική παρουσίαση των βασικών δομών, αλληλεπιδράσεων και κινήσεων του μικροκόσμου στην αρχή των μαθημάτων. Έτσι σταδιακά εμπλουτίζεται το μικροσκοπικό μοντέλο και χρησιμοποιείται επαγωγικά σε κάθε νέα θεματική ενότητα. Είναι δυνατό δε να παρουσιάζεται σε κάθε ενότητα και με τη δραματοποίηση βιωματικού παιχνιδιού (με όλες τις επιφυλάξεις που αφορούν στα βιωματικά παιχνίδια, στις υπερβολικές προσδοκίες που καλλιεργούν, αλλά και στις ενδεχόμενες εσφαλμένες αντιλήψεις που η άμετρη χρήση τους είναι δυνατό να δημιουργήσει).

Όσον αφορά στην ηλικιακή παράμετρο του εκπαιδευτικού της στόχου, θεωρούμε ότι η μικροσκοπική προσέγγιση δεν είναι απαγορευτική –αντίθετα αποδεικνύεται εφικτή και αποτελεσματική– (ακόμα και) για τους μαθητές της ύστερης πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ή/και για τους μαθητές της πρώιμης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η αφαιρετική ικανότητα των τελευταίων, που αμφισβητείται από πολλούς, δεν τους εμποδίζει να φανταστούν, για παράδειγμα, το πλανητικό μας σύστημα όπως είναι (ηλιοκεντρικό) και όχι όπως φαίνεται (γεωκεντρικό) από τη γη μας. (Υπενθυμίζουμε ότι το πλανητικό μας σύστημα είναι γνωσιακό αντικείμενο που προτείνεται και από τα παλαιότερα αλλά και από τα ισχύοντα αναλυτικά προγράμματα, ακόμη και για μικρότερους μαθητές...) Ούτε η αναπόφευκτη (και για τα παλαιότερα αλλά και για τα ισχύοντα αναλυτικά προγράμματα) αναφορά στα μόρια και στα άτομα, ακόμη και στα ηλεκτρόνια, με αποσπασματικό (έστω) και χρησιμοθηρικό (όπου «απαιτείται») τρόπο, τους δημιουργεί προβλήματα.

Αντίθετα, οι αναφορές στα μικροσκοπικά άτομα και μόρια –είναι δυνατόν να– είναι όχι μόνο κατανοητές από τους μαθητές αλλά και ενδιαφέρουσες και –γενικότερα– χρήσιμες. Κατά τη γνώμη μας, όμως, όχι όπως παρουσιάζονται έως τώρα, εκλαμβανόμενες ως

στείρα και αποσπασματική γνώση, αλλά χρησιμοποιούμενες περαιτέρω για την κατανόηση και ερμηνεία των διαδικασιών που υποκρύπτονται σε όλα τα μακροσκοπικά φυσικά φαινόμενα. Η καταγραφή της φαινομενολογίας αλλά και η εργαστηριακή επιβεβαίωση της (καλής) ηλεκτρικής και θερμικής αγωγιμότητας των μετάλλων, για παράδειγμα, περιορίζονται σε καταγραφές και διαπιστώσεις. Αντίθετα, η αναφορά στη «ροή» ελεύθερων ηλεκτρονίων (από σημεία υψηλότερου ηλεκτρικού δυναμικού ή θερμοκρασίας σε σημεία χαμηλότερου ηλεκτρικού δυναμικού ή θερμοκρασίας, αντίστοιχα) ερμηνεύει τα φαινόμενα. (Με τις δυνατότητες μάλιστα των σύγχρονων τεχνολογιών πληροφόρησης, αυτές οι διαδικασίες είναι δυνατό να αναπαράγονται / προσομοιώνονται και να οπτικοποιούνται στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή, προσφέροντας και τη δυνατότητα παρακολούθησής τους). Η ίδια αναφορά στη «ροή» ελεύθερων ηλεκτρονίων στα μέταλλα (και στις δύο περιπτώσεις, της καλής ηλεκτρικής και θερμικής αγωγιμότητάς τους) ενοποιεί τη λειτουργία του φυσικού κόσμου (και) για τα δύο φαινόμενα και προσφέρει ένα κοινό «μηχανισμό» ή διαδικασία, μια κοινή ερμηνεία (και) για τα δύο (φαινομενικά ασύνδετα και διδασκόμενα σε διαφορετικά «κεφάλαια») φαινόμενα, αποκαλύπτοντας ένα κοινό επιστημονικό πρότυπο.

... ΠΟΙΕΣ ;

Αναφέρθηκε ήδη ότι οι προτεινόμενες εκπαιδευτικές μικρο-προσεγγίσεις αφορούν στην απλούστερη δυνατή παρουσίαση και εκπαιδευτική αξιοποίηση του επιστημονικού προτύπου ή μοντέλου του μικροκόσμου. Το ερώτημα είναι ποιες προσεγγίσεις προτείνονται και πώς οριοθετούνται. Όσον αφορά στο επίπεδο των μικροπροσεγγίσεων, διακρίνουμε αυτές που απευθύνονται πρώτα στην / στον εκπαιδευτικό και, μέσω αυτής / αυτού, επεξεργασμένες στους μαθητές. Και αυτές που απευθύνονται κατ' ευθείαν στους μαθητές, ως «ελεύθερα μικρο-αναγνώσματα», αλλά η χρησιμοποίησή τους τίθεται στη διακριτική ευχέρεια και πάλι της / του εκπαιδευτικού. Όσον αφορά στην έκταση και στο βάθος των μικροπροσεγγίσεων, αυτές περιορίζονται τόσο από τις ηλικιακές, γνωσιακές και άλλες παραμέτρους της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όσο και από τις επιταγές του αναλυτικού προγράμματος. Σε κάθε περίπτωση όμως δεν υπερβαίνουν τις φιλοδοξίες του αναλυτικού προγράμματος.

Οι προτεινόμενες μικρο-προσεγγίσεις περιορίζονται επίσης:

- Ως προς τις μικρο-δομές: στα σωματίδια μόνο που προβλέπει το αναλυτικό πρόγραμμα. Έτσι ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στα μόρια των οποίων οι θέσεις, οι αλληλεπιδράσεις / δυνάμεις και οι κινήσεις, επηρεάζουν άμεσα (αλλά και διαμορφώνουν) τα μεγαλύτερα σώματα και σχηματισμούς. Απλή μόνο αναφορά γίνεται στα άτομα που συγκροτούν τα μόρια, στους πυρήνες και στα ηλεκτρόνια που συγκροτούν τα άτομα, όπως και στα υποπυρηνικά σωματίδια (στοιχειώδη και μη) για να είναι συνεπής και κατανοητή στη συνέχεια η ιδιαίτερη αναφορά στα ηλεκτρόνια (όπως προβλέπεται από το αναλυτικό πρόγραμμα), που βέβαια είναι απαραίτητα για την ερμηνεία πολλών μακροσκοπικών ιδιοτήτων και φαινομένων (που επίσης προβλέπονται από το αναλυτικό πρόγραμμα).
- Ως προς τις μικρο-διαδικασίες: στις αλληλεπιδράσεις και στις κινήσεις των μορίων και των ηλεκτρονίων (μόνο) που εξηγούν τις δομές και τη συμπεριφορά των μεγαλύτερων σωμάτων και σχηματισμών.
- Ως προς τις φυσικές αρχές: στην αρχή της ελάχιστης ενέργειας και στην αρχή διατήρησης της ενέργειας (μόνο), για να γίνει η αξιοποίησή τους τόσο στο λόγο της συγκρότησης των μη στοιχειωδών σωματιδίων και σωμάτων, όσο και στις ενεργειακές μεταμορφώσεις. Επισήμανση γίνεται στο ότι πολλές μικροσκοπικές διαδικασίες απαιτούν για την κατανόησή τους αρχές της κβαντικής φυσικής και (προσοχή!) δεν πρέπει να επιχειρείται η ερμηνεία τους με πρότυπα της κλασικής φυσικής (όπως για παράδειγμα, το ατομικό μοντέλο και οι κινήσεις των δέσμιων ηλεκτρονίων).
- Ως προς τα φυσικά φαινόμενα, τέλος: σε αυτά που προβλέπονται από το αναλυτικό πρόγραμμα (μόνο), με εξαίρεση το φως, όπου ο δυϊσμός του (φωτόνια / ηλεκτρομαγνητικό κύμα) δεν είναι εφικτό να αντιμετωπισθεί μικροσκοπικά επί του παρόντος.

Αυτό όμως αποδεικνύει ότι (και) ο εκπαιδευτικός αντιμετωπίζει θέματα που άπτονται των σύγχρονων απόψεων της επιστήμης. Ευκαταία είναι, γι' αυτό, η συνεχής του ενημέρωση και – κυρίως– η καλλιέργεια στους μαθητές του της αντίληψης μιας διαρκώς εξελισσόμενης επιστήμης...