



Συμπόσιο 3: Η σημασία της αυθεντικότητας, των συμμετοχικών διεργασιών και της αναστοχαστικής έρευνας στην αξιοποίηση ερευνητικών πορισμάτων για σχεδιασμό εκπαιδευτικών επινοήσεων: το παράδειγμα του έργου Materials Science

**Οργανωτές: Κωνσταντίνου Κ., Ψύλλος Δ., Καριώτογλου Π.
Συζητητής: Τσελφές Β.**

Αυτό το συμπόσιο διεξάγεται με αφετηρία ένα ερευνητικό πρόγραμμα με έμφαση στην ανάπτυξη διδακτικού υλικού, το οποίο έχει χρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω του προγράμματος Επιστήμη και Κοινωνία. Στόχος του προγράμματος είναι η δημιουργία ενός μηχανισμού ο οποίος θα αξιοποιεί τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, με σκοπό τη διαμόρφωση αρχών και παραδειγμάτων επιτυχούς πρακτικής για τη διδακτική διαχείριση συγκεκριμένων θεματικών ενοτήτων. Για σκοπούς προτυποποίησης έχει επιλεγεί ο τομέας της Επιστήμης Υλικών και των ιδιοτήτων τους, για ανάπτυξη διδακτικών ακολουθιών οι οποίες απευθύνεται σε μαθητές 11-17 χρόνων. Στο πρόγραμμα υπάρχει πρόνοια για ανταλλαγή των διδακτικών ακολουθιών μεταξύ των συνεργατών, με στόχο την προσαρμογή, εφαρμογή και αξιολόγηση των ενοτήτων σε σχολικές τάξεις διάφορων κρατών. Η μεθοδολογία βασίζεται σε ομάδες εμπειρών ερευνητών και εκπαιδευτικών που έχουν την ευθύνη να σχεδιάσουν, να εφαρμόσουν και να αξιολογήσουν διδακτικό υλικό σε συγκεκριμένους τομείς της Επιστήμης Υλικών. Κατά την εφαρμογή του διδακτικού υλικού χρησιμοποιούνται διαθέσιμα και νέα εργαλεία μοντελοποίησης, προσομοίωσης καθώς και εικονικά εργαστήρια, όπως είναι για παράδειγμα το ThermoLab, ώστε να επιτευχθούν διδακτικές προσεγγίσεις που προωθούν αρχές της διερώτησης με έμφαση στην ενεργό εμπλοκή των μαθητών και τη συνεργατική αλληλεπίδραση. Το διδακτικό υλικό περιλαμβάνει επίσης σειρά δραστηριοτήτων καθώς και συγκεκριμένες διαδικασίες και όργανα μέτρησης για την αξιολόγηση των μαθησιακών επιτευγμάτων. Ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στην αξιολόγηση της μεταφοράς γνώσης και των δεξιοτήτων των μαθητών σε καταστάσεις για τις οποίες δεν είχαν προηγούμενη εξοικείωση. Στο συμπόσιο θα παρουσιάσουμε το μεθοδολογικό πλαίσιο και αποτελέσματα από τις ερευνητικές ομάδες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα. Θα δώσουμε έμφαση σε τρία ζητήματα τα οποία έχουν προκύψει ως σημαντικές παράμετροι στην προσπάθεια αξιοποίησης ερευνητικών πορισμάτων κατά το σχεδιασμό εκπαιδευτικών επινοήσεων: η αυθεντικότητα των μαθησιακών δραστηριοτήτων, η ουσιαστική συμμετοχή εκπαιδευτικών και ερευνητών σε διαδικασίες σχεδιασμού και η έρευνα ως μια διεργασία ανάλυσης και αξιολόγησης της επινοήσεως.

Εισαγωγή

Η πολυπλοκότητα και η μεταβλητότητα που επικρατεί σήμερα στην Ευρώπη σχετικά με το τρόπο που οργανώνεται και εφαρμόζεται η εκπαίδευση είναι τεράστια. Παρ' όλες τις τοπικές διαφορές, τα προβλήματα στη διδακτική των φυσικών επιστημών είναι σε μεγάλο βαθμό κοινά ανάμεσα στα διάφορα εκπαιδευτικά συστήματα και συνοψίζονται στα πιο κάτω:

- Επικρατεί ένα χάσμα ανάμεσα στον τρόπο που διδάσκεται η επιστήμη στο σχολείο και στον τρόπο που διεξάγεται η επιστήμη σε ερευνητικό επίπεδο.



- Μια σημαντική πλειοψηφία των παιδιών χάνει το ενδιαφέρον της στην επιστήμη ή την τεχνολογία από την ηλικία των 14 χρόνων.
- Πολλοί εκπαιδευτικοί διδάσκουν επιστήμη μέσα από αποσπασματικές δραστηριότητες που προσφέρουν τη χαρά του πειραματισμού χωρίς απαραίτητα οι μαθητές να εμπλέκονται σε διαδικασίες εξαγωγής νοήματος, επιχειρηματολογίας και διερευνητικής σκέψης που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη μακροχρόνιων αντιλήψεων και θετικών στάσεων προς την επιστήμη. Υπάρχουν αδιαμφισβήτητες ενδείξεις ότι οι πρακτικές δραστηριότητες (συμπεριλαμβανομένων των πειραματικών επιδείξεων και αλληλεπιδραστικών εκθέσεων εμπλουτισμένων με τεχνολογικά εργαλεία) δεν είναι επαρκείς ώστε τα παιδιά να εμπλακούν ενεργά με την επιστημονική διεργασία.
- Η ανάπτυξη γνώσεων δεν προκύπτει μέσα από τις συμβατικές διδακτικές μεθόδους που παρουσιάζουν το περιεχόμενο με μη κατανοητό τρόπο για τους πλείστους μαθητές, όπως επίσης δεν προκύπτει μέσα από ρομαντικές πρακτικές που προωθούν την ενίσχυση και διατήρηση του ενδιαφέροντος για την επιστήμη μέσα από ευχάριστες δραστηριότητες.

Φαίνεται ότι στα εκπαιδευτικά συστήματα υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί που ποικίλουν σε τοπικό επίπεδο: αναλυτικά προγράμματα, βαρύτητα μεθόδων και διαδικασιών αξιολόγησης, παιδαγωγικές προσεγγίσεις, τρόποι υποστήριξης των εκπαιδευτικών, σχολικά εγχειρίδια και πηγές διδακτικού υλικού, ευκολία πρόσβασης σε διαδικτυακό υλικό, αξιοποίηση διαδικτυακού υλικού. Λόγω των τοπικών διαφορών, κρίνεται αδύνατη η ανάπτυξη μιας ενιαίας εκπαιδευτικής λύσης που να μπορεί να εφαρμοστεί παντού με επιτυχία. Κατά παρόμοιο τρόπο, είναι επίσης σχεδόν αδύνατο να μεταφερθούν ήδη υπάρχουσες προσπάθειες από το ένα εκπαιδευτικό σύστημα στο άλλο και να αναμένεται ο ίδιος βαθμός επιτυχίας.

Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί είναι επαγγελματίες που καταβάλλουν αξιόλογες προσπάθειες να ανταποκριθούν στους στόχους και τις προτεραιότητες του συστήματος, πολλές φορές μάλιστα με αρκετές δυσκολίες. Οι προσπάθειες που καταβάλλονται στα σχολεία και προκύπτουν από εξωτερικές πηγές συχνά δεν έχουν διάρκεια επειδή αποτυγχάνουν να λάβουν υπόψη τους περιορισμούς του συστήματος. Αυτός είναι συνήθως ο λόγος που πολλές ερευνητικές προσπάθειες που σχετίζονται με την ανάπτυξη καινοτόμων προγραμμάτων περιθωριοποιούνται μετά την επίτευξη μιας δημοσίευσης. Η βιωσιμότητα και η επίδραση των εκπαιδευτικών επινοήσεων φαίνονται να προϋποθέτουν εισαγωγή νέας τεχνογνωσίας σε διάφορα επίπεδα και, ταυτόχρονα, ουσιαστικές προσπάθειες λειτουργίας εντός των πλαισίων της εκάστοτε εκπαιδευτικής πολιτικής.

Το ερευνητικό πρόγραμμα

Στο ερευνητικό πρόγραμμα *Materials Science*, έχει δημιουργηθεί ένα πλαίσιο στενής συνεργασίας μεταξύ (α) έμπειρων ερευνητών που έχουν ενδιαφέρει στην επιστήμη της μάθησης αλλά και φέρουν ένα αίσθημα ευθύνης απέναντι στο εκπαιδευτικό σύστημα και την κοινωνία, (β) εκπαιδευτικών που καλωσόρισαν τρίτους στην τάξη τους, ως μια ευκαιρία να ενισχύσουν την τεχνογνωσία τους και να εμπλακούν σε μια διαδικασία συλλογής δεδομένων που αφορούν στα μαθησιακά επιτεύγματα των μαθητών, ώστε να βελτιώσουν τη διδακτική πρακτική τους, και, (γ) ατόμων που έχουν εμπλοκή στον καθορισμό εκπαιδευτικής πολιτικής, τα οποία ενέκριναν και μερικές φορές ενθάρρυναν συνεργασίες συμπληρωματικής τεχνογνωσίας. Το σκεπτικό είναι ότι μέσα από τέτοιες συνεργασίες προκύπτουν αυξημένες πιθανότητες να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ εκπαιδευτικής έρευνας και πρακτικής, αναγνωρίζοντας τη σημαντικότητά τους ως μέσο μακροχρόνιας ενίσχυσης της ποιότητας της εκπαίδευσης αλλά και ως διαδικασίας προώθησης της επιστήμης για όλους. Ο κύριος στόχος των συνεργασιών μεταξύ



Πανεπιστημίου-σχολείων είναι η δημιουργία ενός μηχανισμού που να στοχεύει στο συνδυασμό των συνεργατικών προσπαθειών έμπειρων ερευνητών στον τομέα της διδακτικής των φυσικών επιστημών και εκπαιδευτικών της επιστήμης, ώστε να γίνεται χρήση καθιερωμένων αρχών και γνώσεων στη λύση προβλημάτων διδασκαλίας και μάθησης στον τομέα της Επιστήμης Υλικών.

Το ερευνητικά σχεδιασμένο διδακτικό υλικό που αναπτύσσεται αποτελείται από δραστηριότητες που (α) λαμβάνουν υπόψη τις προηγούμενες γνώσεις των μαθητών καθώς και προϋπάρχουσες ιδέες ή εναλλακτικά γνωσιολογικά πλαίσια που μπορεί να έχουν, (β) προκαλούν το ενδιαφέρον ενώ ταυτόχρονα είναι δομημένες ώστε να διευκολύνουν την κατασκευή νοήματος, βοηθώντας τους μαθητές να διατηρήσουν ενεργό εμπλοκή και να υπερπηδήσουν γνωσιολογικές, συλλογιστικές και επιστημολογικές δυσκολίες, οι οποίες έχουν επίσης προσδιορισθεί μέσα από την επιστημονική βιβλιογραφία, (γ) είναι σχεδιασμένες ώστε να προάγουν την ενεργοποίηση συλλογιστικών μοντέλων, στρατηγικών επιχειρηματολογίας και κατανόησης μέσα από τη συνεργατική επεξεργασία θεωρίας και δεδομένων (δ) προκύπτουν μέσα από ένα κυκλικό μεθοδολογικό πλαίσιο εφαρμογής, αξιολόγησης και αναθεώρησης κατά το οποίο είναι εφικτή η εφαρμογή τους στη σχολική τάξη με τρόπο που να προάγει τη μάθηση για όλους τους μαθητές.

Η σημασία της αυθεντικότητας των μαθησιακών δραστηριοτήτων

Η διερώτηση, ως πλαίσιο διδασκαλίας και μάθησης, αποκτά σημασία σε προσπάθειες πρόσδοσης διαστάσεων αυθεντικότητας στο μαθησιακό περιβάλλον των φυσικών επιστημών. Με άλλα λόγια, η διερώτηση επιχειρεί να απευθυνθεί στο ζήτημα της διάστασης μεταξύ αυθεντικών επιστημονικών διεργασιών και συμβατικής σχολικής επιστήμης. Ως εκ τούτου, αντλεί ιδέες από την εν δράσει επιστήμη αλλά επίσης προσανατολίζεται σε πιο ολιστικές εκδοχές της σχολικής επιστήμης οι οποίες δεν απευθύνονται απλά στη διάχυση του εδραιωμένου πλαισίου γνώσεων αλλά φανερώνουν ταυτόχρονα τον δυναμικό και μεταβαλλόμενο χαρακτήρα της επιστήμης.

Η σημασία των συμμετοχικών διεργασιών και της ουσιαστικής συνεργασίας μεταξύ εκπαιδευτικών και ερευνητών

Οι διαδικασίες σχεδιασμού και ανάπτυξης διδακτικού υλικού οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη πέραν από τη διαθέσιμη γνώση η οποία έχει προκύψει από την έρευνα στη διδακτική των φυσικών επιστημών (εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών, συλλογιστικές και άλλες δυσκολίες που προκύπτουν σε προσπάθειες επεξεργασίας πληροφοριών, διδακτικές στρατηγικές και μοντέλα), τόσο τις πραγματικές συνθήκες προσδοκώμενης εφαρμογής μιας ακολουθίας όσο και τις αντιλήψεις, τις δυνατότητες και τις προσδοκίες των εκπαιδευτικών οι οποίοι θα εμπλακούν κατά την υλοποίηση. Ο συμμετοχικός σχεδιασμός στον οποίο συμμετέχουν εκπαιδευτικοί και ερευνητές, με το σκεπτικό της συνεισφοράς εναλλακτικών πλαισίων τεχνογνωσίας, συνιστά μια προσπάθεια να γίνει αυτό εφικτό ώστε, τουλάχιστον, να αποφεύγεται το ενδεχόμενο επίπλαστων παρεμβάσεων οι οποίες έχουν τη χρησιμότητα της επινόησης αλλά, από την αρχή, απέχουν κατά πολύ από την πιθανότητα να έχουν βιώσιμο αντίκτυπο στην εκπαίδευση.

Η σημασία της αναστοχαστικής έρευνας

Σε οποιαδήποτε προσπάθεια σχεδιασμού και ανάπτυξης διδακτικού υλικού, ως μιας μορφής εκπαιδευτικού εργαλείου, η συνεχιζόμενη έρευνα μπορεί να υποστηρίξει τη μεθοδική εφαρμογή κύκλων υλοποίησης, αξιολόγησης και αναθεώρησης του υλικού. Για παράδειγμα, η διαμορφωτική αξιολόγηση των μαθησιακών επιτευγμάτων μας δίνει τη δυνατότητα να εντάξουμε μηχανισμούς ανατροφοδότησης προς τους μαθητές για την εξέλιξη της όλης πορείας,



αλλά ταυτόχρονα μας επιτρέπει να προσαρμόζουμε το ρυθμό και το περιεχόμενο της διδακτικής προσπάθειας ώστε να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα. Η έρευνα σε αυτό το στάδιο της σταδιακής βελτιωτικής ρύθμισης του διδακτικού υλικού προσλαμβάνει εμπειρικό χαρακτήρα και προσαρμόζεται στις ανάγκες που προκύπτουν ώστε να εξετάσει εκείνα τα διδακτικά και μαθησιακά φαινόμενα τα οποία αναφέρονται ως σημαντικά μέσα από τις προσπάθειες εφαρμογής. Ως τέτοια, μας δίνει τη δυνατότητα να την αξιοποιήσουμε ως ένα μέσο βελτίωσης της επινόησης και σταδιακής προσέγγισης μιας κατάστασης όπου η εκπαιδευτική επίδραση να είναι πιο αποτελεσματική.

Βιβλιογραφία

- Blumenfeld, P., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E., Geier, B., et al. (2004), Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform, *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1063-1080.
- Crawford, B. A. & Cullin, M. J. (2004). Supporting prospective teachers' conceptions of modelling in science. *International Journal of Science Education*, 26, 1379-1401.
- Crawford, B. A. (2005). Critical Issues in Supporting Science Teachers' Modeling Understandings. Paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, Dallas, Texas, April 4-7.
- Halloun, I. (1996). Schematic modeling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 1019-1041.
- Halloun, I., & Hestenes, D. (1987). Modeling instruction in mechanics. *American Journal of Physics*, 55, 455-462.
- Harlen, W. (1999). *The Effective Teaching of Science: A Review of Research*
- Harlen, W. (2000). *Teaching, Learning and Assessing Science*
- Hestenes, D. (1992). Modeling games in the Newtonian world. *American Journal of Physics*, 60, 732-748.
- Hestenes, D. (1997). Modeling methodology for physics teachers. In *The changing role of physics departments in modern universities: Proceedings of International Conference on Undergraduate Physics Education* (eds E.F. Redish & J.S. Rigden), pp. 935-957. The American Institute of Physics, NY.
- Hestenes, D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141-151. Revised 1995 I. Halloun, R. R. Hake, E. P. Mosca, & D. Hestenes.
- J. Gilbert, C. Boulter and M. Rutherford, Models in explanations, part 1: Horses for courses, *International Journal of Science Education* 20 (1998), pp. 83-97
- Goldberg, F., & Bendall, S. (1995). Making the Invisible Visible: A Teaching/Learning Environment that Builds on a New View of the Physics Learner. *American Journal of Physics* 63(11), 978-991
- Gorsky, P. and Finegold, M. (1992) Using computer simulations to restructure students' conceptions of force. *Journal of Computers in Mathematics and Science Education*, v11, 163-178
- Jong, T., & Njoo, M. (1992). Learning and instruction with computer simulations: learning processes involved. In E. de Corte, M. Linn, H. Mandl, & L. Verschaffel (Eds.) *Computer-based learning environments and problem solving*



- Linn, M.C. (2003, December 4). Promise of Technology for Science Learning. Presentation at the Technology Enhanced Learning in Science (TELS) Inaugural Meeting, Durham, NC.
- L. Louca, Z. Zacharia, C. P. Constantinou, Describing the construction process of models of physical phenomena: A discourse-based analysis of elementary student modeling conversations, ed. G.M. Chapman), pp. E4 1–10. University of Twente, Enschede
- Mandinach, E. B., & Cline, H. F. (1994). Classroom dynamics: Implementing a technology-based learning environment. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003) 'Attitudes towards science: a review of the literature and its implications'. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Osborne, J. F., & Collins, S. (2000). Pupils' and Parents' views of the school science curriculum (London: Kings' College London).
- Tao, P. K., & Gunstone, R. F. (1999). The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 859-882.
- Schwarz, C., & White, B. (2005). Meta-modeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205
- Van Heuvelen, "Using Interactive Simulations to Enhance Conceptual Development and Problem Solving Skills," in *The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities: Proceedings of ICUPE*, eds. E.F. Redish and J.S. Rigden, The American Institute of Physics, 1119-1136 (1997)
- Wang, Y-M. and Holthaus, P. (1997). Student Teachers Computer Use During Practicum. Eric Document, ED 409-879
- Zacharia, Zacharias, and O. Roger Anderson. (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. *American Association of Physics Teachers* 71 (6): 618–29.