

Ανάπτυξη και εφαρμογή μιας κυκλικής διαδικασίας μοντελοποίησης: Η προσαρμογή και ο επανασχεδιασμός μιας διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας για τις οπτικές ιδιότητες των υλικών

Περίληψη

Στην εργασία αυτή, παρουσιάζεται μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (DMA), η οποία επανασχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε στα πλαίσια ενός ευρωπαϊκού προγράμματος για τις οπτικές ιδιότητες των υλικών. Βασικό σημείο επανασχεδιασμού της DMA αποτέλεσε, ανάμεσα σε άλλα, η εισαγωγή, αναθεώρηση και επέκταση του μοντέλου της οπτικής ακτίνας, μέσω μιας κυκλικής διαδικασίας μοντελοποίησης. Αρχικά, η επανασχεδιασμένη DMA εφαρμόστηκε σε μια ομάδα 16 υποψηφίων δασκάλων και στη συνέχεια, αφού αξιολογήθηκε, επανασχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε ξανά σε μια άλλη ομάδα 22 υποψηφίων δασκάλων. Τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων κατέδειξαν τους παράγοντες που διαμορφώνουν τις επιστημολογικές αντιλήψεις για τα μοντέλα και την εννοιολογική κατανόηση για τα φαινόμενα του φωτός.

Abstract

In this paper, we presented a Teaching Learning Sequence (TLS), which was redesigned and implemented as part of a European program for the optical properties of materials. The TLS redesign key point was, among other things, the introduction, revision and expansion of the optical ray model, through a cyclic modelling procedure. Initially, the redesigned TLS implemented to a group of 16 student teachers and then once evaluated, redesigned and re-implemented in a different group of 22 student teachers. The results of the interventions highlighted the factors shaping epistemological beliefs about models and conceptual understanding of light phenomena.

1. Εισαγωγή

Μια Διδακτική Μαθησιακή ακολουθία (DMA) αποτελεί, συνήθως, τόσο μια διαδικασία έρευνας, όσο και ως ένα προϊόν που περιλαμβάνει καλά τεκμηριωμένες δραστηριότητες διδασκαλίας και μάθησης. Αναπτύσσεται σταδιακά, ως μια διαρκώς εξελισσόμενη προσεγγιστική ερευνητική διαδικασία, προσαρμόζοντας τα εμπειρικά δεδομένα που προκύπτουν από την εκάστοτε εφαρμογή της στις αντιλήψεις και την αιτιολογική σκέψη των μαθητών, καθώς και στους παράγοντες του περιεχομένου μάθησης (Kariotoglou & Psillos 2016).

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η σταδιακά εξελισσόμενη διαδικασία της προσαρμογής και του επανασχεδιασμού μιας DMA, η οποία υλοποιήθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος *Materials Science Project*¹ και αφορούσε τις οπτικές ιδιότητες των υλικών. Η αρχική DMA αναπτύχθηκε στην Ιταλία, εφαρμόστηκε σε μαθητές Λυκείου και αφορούσε μια διερευνητική διαδικασία με στόχο την ανάπτυξη και σύζευξη της επιστημονικής και τεχνολογικής γνώσης σχετικά με τις ιδιότητες των οπτικών ινών (Mongroγ & Testa 2016). Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα έρευνα επιχειρεί να απαντήσει στο ερώτημα, αν και με ποιο τρόπο η ενσωμάτωση πρακτικών κυκλικής μοντελοποίησης στην προσεγγιστική ερευνητική διαδικασία μπορεί να βελτιώσει τις επιστημολογικές αντιλήψεις

¹ © Materials Science Project, SAS6-CT-2006-042942-Material Science (042942)

των υποψηφίων δασκάλων για τη φύση, το σκοπό και τη δυνατότητα αλλαγής των μοντέλων, καθώς και την εννοιολογική τους κατανόηση για τα φαινόμενα του φωτός.

2. Μεθοδολογία

Η αρχική ΔΜΑ, επανασχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε σε Έλληνες υποψηφίους δασκάλους ακολουθώντας μια σταδιακά εξελισσόμενη προσεγγιστική ερευνητική διαδικασία, η οποία περιλάμβανε δυο φάσεις. Κατά την πρώτη φάση, βασικό στοιχείο επανασχεδιασμού της ΔΜΑ αποτέλεσε, ανάμεσα στα άλλα, η ενσωμάτωση στην διερευνητική διαδικασία μιας κυκλικής παιδαγωγικής μεθόδου μοντελοποίησης (ΚΠΜΜ) που συνδυάζει διερευνητικές, εκφραστικές και πειραματικές διαδικασίες μοντελοποίησης με στόχο τη βελτίωση των επιστημολογικών αντιλήψεων για τη φύση, το σκοπό και την αλλαγή των μοντέλων και τη βελτίωση της εννοιολογικής και τεχνολογικής γνώσης για τις ιδιότητες των οπτικών ινών και για τα φαινόμενα του φωτός (Campbell et al. 2013, Soulios & Psillos 2016). Η ΚΠΜΜ συμπεριλάμβανε και ενέπλεκε τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις μοντελοποίησης όπως: α) της *εκφραστικής μοντελοποίησης*, όπου οι μαθητές κατασκεύαζαν δικά τους μοντέλα εκφράζοντας και ελέγχοντας τις δικές τους ιδέες π.χ. σχεδιάζοντας την πορεία του φωτός στο χαρτί ή πάνω σε ψηφιακές εικόνες των πραγματικών πειραμάτων στο περιβάλλον δυναμικής γεωμετρίας του Cabri, β) της *διερευνητικής μοντελοποίησης*, όπου οι μαθητές διερευνούν και θέτουν σε δοκιμασία έτοιμα επιστημονικά μοντέλα π.χ με τη βοήθεια προσομοιώσεων του Optilab (Hatzikraniotis et al. 2007) για την ερμηνεία του πώς βλέπουμε ή για τη διατύπωση της αρχής του Fermat και γ) της *πειραματικής μοντελοποίησης* όπου οι μαθητές διατυπώνουν υποθέσεις και προβλέψεις με τη βοήθεια των μοντέλων και τις ελέγχουν μέσω του πειραματισμού (Soulios & Psillos 2016). Η ΚΠΜΜ στην περίπτωση αυτή αποτέλεσε υπόρρητη διαδικασία, υπό την έννοια ότι, αν και οι μαθητές εμπλέκονται στην κατασκευή, χρήση, αναθεώρηση και βελτίωση μοντέλων, καμία ρητή αναφορά δεν έγινε σχετικά με τη φύση, το σκοπό και τη δυνατότητα αλλαγής των μοντέλων.

Κατά τη δεύτερη φάση λαμβάνοντας υπόψη τα ερευνητικά αποτελέσματα της πρώτης εφαρμογής, η ΔΜΑ επανασχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε ξανά. Στην περίπτωση αυτή, η ΚΠΜΜ ενδυναμώθηκε με ρητή αναφορά στη φύση, το σκοπό και τη δυνατότητα αλλαγής των μοντέλων μέσω κατάλληλων προτροπών αναστοχασμού.

Την πρώτη εφαρμογή της ΔΜΑ που εμπειρείχε την υπόρρητη ΚΠΜΜ παρακολούθησαν 16 υποψήφιοι δάσκαλοι. Αντίστοιχα, την δεύτερη εφαρμογή της ΔΜΑ με την ρητή ΚΠΜΜ παρακολούθησε μια διαφορετική ομάδα 22 υποψηφίων δασκάλων.

Πριν και μετά την εφαρμογή κάθε ΔΜΑ, οι επιστημολογικές αντιλήψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη φύση, λειτουργία και αλλαγή των μοντέλων διαπιστώθηκαν μέσω ημι-δομημένων συνεντεύξεων και κατηγοριοποιήθηκαν ως προς 3 επίπεδα (1= Απλοϊκές, 2= Ενδιάμεσες, 3= Εξελιγμένες), ενώ η εννοιολογική κατανόηση μέσω ενός γραπτού ερωτηματολογίου που περιλάμβανε 5 έργα εφαρμογής του μοντέλου της οπτικής ακτίνας τα οποία βαθμολογήθηκαν σύμφωνα με μια κλίμακα 1 έως 3: (1= Αδυναμία εφαρμογής, 2= Περιορισμένη εφαρμογή και 3= Ορθή εφαρμογή). Ελλιπίεις ή καθόλου απαντήσεις βαθμολογήθηκαν με 0.

3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, μετά την εφαρμογή της προσαρμοσμένης όσο και της επανασχεδιασμένης ΔΜΑ, οι υποψήφιοι δάσκαλοι αυξάνουν το επίπεδο των επιστημολογικών τους αντιλήψεων για τη φύση, τη λειτουργία και τη δυνατότητα αλλαγής των μοντέλων και βελτιώνουν την εννοιολογική τους κατανόηση σχετικά με τα φαινόμενα του φωτός.

Η εφαρμογή της ρητής κυκλικής παιδαγωγικής μεθόδου μοντελοποίησης φαίνεται να βελτιώνει ακόμη περισσότερο τις επιστημολογικές αντιλήψεις των υποψηφίων δασκάλων. Αντίθετα, η εννοιολογική τους κατανόηση δεν φαίνεται να διαφοροποιείται ως προς τον υπόρρητο ή ρητό τρόπο εφαρμογής της κυκλικής παιδαγωγικής μεθόδου μοντελοποίησης.

4. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία ενισχύουν την άποψη ότι και στις δυο εφαρμογές της ΔΜΑ η αύξηση της ενημερότητας των υποψηφίων δασκάλων για τα μοντέλα, όπως επιχειρείται επιτευχθεί μέσα από την κυκλική παιδαγωγική μέθοδο μοντελοποίησης, είτε με υπόρρητο, είτε με περισσότερο ρητό τρόπο, μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερη και βαθύτερη επιστημολογική κατανόηση των υποψηφίων δασκάλων για τη φύση, τη λειτουργία και τη δυνατότητα αλλαγής των μοντέλων. Αξίζει να επισημανθεί, ωστόσο, ότι η ρητή διαδικασία, όπως αυτή υλοποιείται μέσω της επίδρασης του αναστοχασμού φαίνεται να βελτιώνει ακόμη περισσότερο το επίπεδο των επιστημολογικών αντιλήψεων των υποψηφίων δασκάλων για τη φύση και χρήση των μοντέλων.

Επίσης, τα αποτελέσματα από την αποτίμηση της ΔΜΑ συνηγορούν ως προς την πιθανότητα η ΚΠΜΜ και στις δυο περιπτώσεις εφαρμογής της ΔΜΑ, να βοηθά τους υποψήφιους δασκάλους να επιτύχουν βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση. Ακόμη περισσότερο, η επίδραση του αναστοχασμού φαίνεται βοηθά στην διαμόρφωση μιας περισσότερο συνεκτικής σχέσης ανάμεσα στις επιστημολογικές αντιλήψεις για τα μοντέλα και την εννοιολογική κατανόηση των υποψηφίων δασκάλων για τα φαινόμενα του φωτός που εξετάζονται.

Τα συμπεράσματα αυτά μας επιτρέπουν να υποθέσουμε ότι, η ανάπτυξη μιας ΔΜΑ, η οποία ενσωματώνει πρακτικές αύξησης της μεταγνωστικής ενημερότητας των υποψηφίων δασκάλων για φύση και το ρόλο των επιστημονικών μοντέλων, είναι δυνατόν να αυξήσει την εμπρόθετη και ενσυνείδητη εμπλοκή των μαθητών σε μια ποικιλία διερευνητικών έργων με σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα.

5. Βιβλιογραφία

Campbell, T., Oh, P. S., & Neilson, D. (2013). Reification of five types of modeling pedagogies with model-based inquiry (MBI) modules for high school science classrooms. In M. S. Khine & I. M. Saleh (Eds.), *Approaches and strategies in next generation science learning* (pp. 106–126). Hershey, PA: IGI Global.

Hatzikraniotis, E., Bisdikian, G., Barbas, A., & Psillos, D. (2007). Optilab: Design and development of an integrated virtual laboratory for teaching optics. In C. P. Constantinou, Z. C. Zacharia, & M. Papaevripidou (Eds.), *Proceedings of the 7th International Conference on Computer Based Learning in Science, CBLIS*, (pp. 523-530). Greece: Technological Educational Institute of Crete.

Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical issues related to designing and developing teaching learning sequences. In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative design of teaching-learning sequences: Introducing the science of materials in European schools*. Dordrecht: Springer.

Soulios, I., & Psillos, D. (2016). Enhancing student teachers' epistemological beliefs about models and conceptual understanding through a model-based inquiry process. *International Journal of Science Education*, 38(7), 1212-1233.

Testa I., & Monroy, G. (2016). The iterative design of a teaching-learning sequence on optical properties of materials to integrate science and technology. In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences: Introducing the Science of Materials in European Schools*, (pp. 233-286). Dordrecht: Springer.