

Διδακτικές προσεγγίσεις εννοιών της Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων σε μαθητές Γυμνασίου

Περίληψη

Σε αυτήν την εργασία περιγράφουμε την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήσαμε για να μελετήσουμε τη δυνατότητα διδασκαλίας σύγχρονων εννοιών της Φυσικής, όπως είναι τα στοιχειώδη σωματίδια, ξεκινώντας από την έννοια του πυρήνα και φτάνοντας έως και στην πρόσφατη ανακάλυψη του σωματιδίου Higgs. Η διερεύνηση έγινε πραγματοποιώντας κατάλληλα σχεδιασμένες διδασκαλίες και τα ερευνητικά δεδομένα προέκυψαν από τις παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών που τις πραγματοποίησαν και τις απαντήσεις των μαθητών σε σχετικά ερωτηματολόγια. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι ορισμένοι μαθητές απέκτησαν ενδιαφέρον ακόμη και για εξειδικευμένες έννοιες, ενώ αρκετοί διεύρυναν τις αρχικές γνώσεις τους για τα στοιχειώδη σωματίδια.

Abstract

This paper describes the experiential research we carried out in order to study the potentiality of teaching Modern Physics concepts such as the fundamental particles, starting from the concept of the nucleus up to the recent discovery of the Higgs boson. The research was carried out conducting appropriately designed teaching sessions while the research data resulted from the instructors' comments and students' answers to relevant questionnaires. According to the research results, there were students who became interested in specialised concepts while others broadened their initial knowledge on fundamental particles.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια πολλοί είναι οι προβληματισμοί και οι συζητήσεις στην επιστημονική κοινότητα για την εισαγωγή σύγχρονων εννοιών της Φυσικής στα προγράμματα σπουδών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης (Χαλκιά 2013 & 2011, Μάνου & Σπύρτου 2013, Wiener et al. 2016). Ενδιαφέρον προκαλούν προτάσεις σχετικές με τη διδασκαλία των στοιχειωδών σωματιδίων, όπως είναι τα κουάρκ, ακόμα και από την ηλικία των 12 ετών (Wiener et al. 2015). Στο πλαίσιο αυτό πραγματοποιήθηκε στη Σχολή Ι.Μ.Παναγιωτόπουλου πειραματικό πρόγραμμα διδασκαλίας «Στα Άδυτα της Γνώσης. Από τη Μεγάλη Έκρηξη έως Σήμερα.», με σκοπό να γνωρίσουν οι μαθητές του Γυμνασίου φαινόμενα και έννοιες που αφορούν τη Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων. Σε αυτήν την εργασία εξετάζουμε τα ερευνητικά ερωτήματα που προέκυψαν κατά την υλοποίηση του προγράμματος: α) Ποιες είναι οι αρχικές ιδέες των μαθητών για τη δομή του ατόμου και τους επιταχυντές των σωματιδίων της ύλης; β) Ποιες είναι οι έννοιες και τα φαινόμενα που κίνησαν το ενδιαφέρον των μαθητών κατά τη διάρκεια υλοποίησης του προγράμματος διδασκαλίας; γ) Ποιες είναι οι γνώσεις που απέκτησαν οι μαθητές για τους επιταχυντές των σωματιδίων, το εσωτερικό των πυρήνων και το σωματίδιο Higgs;

Πλαίσιο της έρευνας

Σχεδιασμός των διδασκαλιών

Λαμβάνοντας υπόψη τον διδακτικό μετασχηματισμό που προτείνει η Χαλκιά (2013), για τον σχεδιασμό των διδασκαλιών πραγματοποιήθηκαν τα παρακάτω βήματα:

α) Αναζητήθηκαν βιβλία και άρθρα που αναφέρονται σε θέματα της Φυσικής των Στοιχειωδών Σωματιδίων και των επιταχυντών υψηλών ενεργειών. Η προσέγγιση των περιγραφών έγινε ποιοτικά, διότι η επεξεργασία από τους μαθητές δύσκολων μαθηματικών εννοιών μπορεί να τους απογοητεύσει και να αδιαφορήσουν.

β) i) Κατασκευάστηκαν διαφάνειες όπου περιγράφονταν με εικόνες και συνοδευτικό κείμενο οι 4 κατηγορίες των δυνάμεων στη φύση, η διάκριση των σωματιδίων σε κουάρκ και λεπτόνια, το μποζόνιο Higgs και οι επιταχυντές.

ii) Επιλέχθηκαν βίντεο που αναφέρονται στην επιτάχυνση των πρωτονίων, καθώς και μία συνέντευξη διάσημου επιστήμονα στην τηλεόραση για την ανακάλυψη του μποζονίου Higgs.

γ) Κατασκευάστηκαν ερωτήσεις από τους ίδιους τους μαθητές για να πραγματοποιηθεί παιχνίδι ερωτήσεων μεταξύ των μαθητών κάθε τμήματος. Σύμφωνα με τις οδηγίες που τους δόθηκαν, θα κατασκεύαζαν ερωτήσεις σχετικές με το εσωτερικό των πυρήνων και τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στο CERN και οδήγησαν στην επιβεβαίωση της ύπαρξης του σωματιδίου Higgs.

Συλλογή ερευνητικών δεδομένων

Τα ερευνητικά δεδομένα συγκεντρώθηκαν από τις απαντήσεις των 54 μαθητών της Γ΄ Γυμνασίου στα ερωτηματολόγια που τους δόθηκαν και τις ερωτήσεις που κατασκεύασαν οι μαθητές για τις ανάγκες του παιχνιδιού. Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η κριτική ανάλυση του περιεχομένου (Holsti 1969), κατά την οποία εντοπίστηκαν τα θέματα που ανέφεραν οι μαθητές.

Ερευνητική διαδικασία

Αρχικά, δόθηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο που στόχευε να καταγραφούν οι ιδέες τους για τη δομή των ατόμων της ύλης και τη σύσταση του πυρήνα και επιπρόσθετα οι γνώσεις τους για τον τρόπο λειτουργίας των επιταχυντών. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε το παιχνίδι των ερωτήσεων μεταξύ των ομάδων που σχηματίστηκαν σε κάθε τμήμα μαθητών. Στο τέλος της ερευνητικής διαδικασίας δόθηκε στους μαθητές ερωτηματολόγιο για να ανιχνευτούν οι γνώσεις που απέκτησαν οι μαθητές για τα στοιχειώδη σωματίδια και τους επιταχυντές.

Αποτελέσματα της έρευνας

Σύμφωνα με τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στο αρχικό ερωτηματολόγιο, οι περισσότεροι ανέφεραν ότι στο εσωτερικό των ατόμων υπάρχουν τα πρωτόνια, τα νετρόνια, κ.λπ. και ορισμένοι τα κουάρκ. Για τους επιταχυντές οι μαθητές αναφέρθηκαν στα είδη τους και στην επιτάχυνση που αποκτούν τα φορτισμένα σωματίδια εξαιτίας των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων. Ορισμένοι μαθητές αναφέρθηκαν στις ταχύτητες των σωματιδίων, στις συγκρούσεις τους και στις τροχιές τους που μπορούν να καταγράψουν οι υπολογιστές.

Η ανάλυση στο περιεχόμενο των ερωτήσεων των μαθητών έδειξε ότι τους ενδιέφεραν: α) οι κατηγορίες των στοιχειωδών σωματιδίων, ο σχηματισμός τους και οι ενέργειές τους, β) τα είδη των επιταχυντών, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία τους και οι κινήσεις των ηλεκτρονίων, γ) ο

ρόλος του σωματιδίου Higgs στον σχηματισμό της μάζας και τα αποτελέσματα της διάσπασής του.

Η επεξεργασία των απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις των εκπαιδευτικών έδειξε ότι το 56% θεωρεί ότι τα 8 γλουόνια κρατούν ενωμένα τα αδρόνια και το 80% ότι τα κουάρκ και τα γλουόνια μέσα στα πρωτόνια συγκρούονται με αρκετή ενέργεια για να δημιουργήσουν το σωματίδιο Higgs. Επίσης, το 71% των μαθητών γνωρίζει ότι άτομα υδρογόνου εισάγονται στον επιταχυντή και με ηλεκτρική εκκένωση απομακρύνουν τα ηλεκτρόνια από το άτομο, και το 62% ότι τα σωματίδια επιταχύνονται με διαφορετική φορά. Για το σωματίδιο Higgs, το 84% των μαθητών θεωρεί ότι είναι σωματίδιο που δίνει μάζα στα υπόλοιπα, το 33% ότι έχει 100 έως 200 φορές τη μάζα του πρωτονίου και το 64% ότι χωρίς την ύπαρξή του δεν θα είχε δημιουργηθεί ύλη.

Συζήτηση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ερευνητικής διαδικασίας, λίγοι ήταν οι μαθητές που γνώριζαν την ύπαρξη στοιχειωδών σωματιδίων κατά την έναρξη του πειραματικού προγράμματος διδασκαλίας. Παρόλα αυτά, οι έννοιες και τα φαινόμενα που ανέφεραν στις ερωτήσεις τους, όπως π.χ. ο ρόλος του σωματιδίου Higgs στον σχηματισμό της μάζας, και οι απαντήσεις που έδωσαν στις ερωτήσεις των εκπαιδευτικών θεωρούμε ότι δίνουν θετική προοπτική στη δυνατότητα εισαγωγής σύγχρονων εννοιών της Φυσικής στο Πρόγραμμα Σπουδών του Γυμνασίου. Θεωρούμε βέβαια απαραίτητο η διερεύνηση της δυνατότητας της εισαγωγής εννοιών σύγχρονης Φυσικής με ανάλογο ή διαφορετικό περιεχόμενο να επεκταθεί και σε άλλες σχολικές μονάδες.

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τη φιλόλογο κ. Ζέφη Τρέσσου για τη γλωσσική επιμέλεια του κειμένου και την κ. Έφη Αλεξανδρή για τη γραμματειακή υποστήριξη.

Βιβλιογραφία

Μάνου, Α. & Σπύρτου, Α. (2013). «Η εισαγωγή της Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας στην υποχρεωτική εκπαίδευση: βιβλιογραφική επισκόπηση του περιεχομένου και σύνδεση του με το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες». Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Επιμέλεια έκδοσης: Δ. Βαβουγιός & Σ. Παρασκευόπουλος, ISBN: 978-618-80580-1-9, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Επιστημών του Ανθρώπου, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, σελ. 658-665.

Χαλκιά, Κρ. (2011). «Διδάσκοντας θεωρίες της φυσικής του 20ου αιώνα στην ανώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση: Θεωρητικά ζητήματα, ερευνητικές κατευθύνσεις, προτάσεις». Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες. Επιμέλεια: Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ., σελ. 110-112, <http://www.7sefepet.gr>.

Χαλκιά, Κρ. (2013). «Η απουσία των μεγάλων κοσμοθεωριών της φυσικής του 20ου αιώνα από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση του 21ου αιώνα: Διλήμματα και προτάσεις». Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Επιμέλεια έκδοσης: Δ. Βαβουγιός & Σ. Παρασκευόπουλος, ISBN: 978-618-80580-1-9, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Επιστημών του Ανθρώπου, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, σελ. 30-39.

Holsti, O.R. (1969). Content analysis for the social sciences and humanities. Reading, MA: Addison-Wesley.

Wiener, G.J., Woithe, J., Brown, A. & Jende, K. (2016). Introducing the LHC in the classroom: an overview of education resources available. *Physics Education*, 51. (<http://iopscience.iop.org/0031-9120/51/3/035001>)

Wiener, G.J., Schmeling, S.M. & Hopf, M. (2015). Can Grade-6 students understand quarks? Probing acceptance of the subatomic structure of matter with 12-year-olds. *European Journal of Science and Mathematics Education*, Vol. 3, No. 4, 313-322.