

# Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

**13<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

**Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία  
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες**

**10 - 12 Νοεμβρίου 2023**

**Διοργάνωση**  
Εργαστήριο Εκπαίδευσης και Διδασκαλίας της Φυσικής,  
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,  
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

**Πληροφορίες**  
synedrio2023.enephet.gr

Τόπος διεξαγωγής  
Παιδαγωγικό Τμήμα  
Δημοτικής Εκπαίδευσης

**ΠΡΑΚΤΙΚΑ**  
Επιμέλεια έκδοσης:  
Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Γεώργιος Στύλος,  
Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου

Ιωάννινα  
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023

**ΕΝΕΦΕΤ**  
Ποιότητα για την Εκπαίδευση προς  
Καινουργές Μετασχηματισμό και Τεχνολογία



## Ετοιμότητα και στάσεις εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών ως προς τη διδασκαλία της Κβαντικής Φυσικής

Πηνελόπη Χούσου, Θωμάς Σίμος

doi: [10.12681/codiste.6815](https://doi.org/10.12681/codiste.6815)

# ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΚΒΑΝΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Πηνελόπη Χούσου<sup>1</sup>, Θωμάς Σίμος<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός Α/θμιας Εκπ/σης, <sup>2</sup>Ερευνητής

[pxousou@yahoo.gr](mailto:pxousou@yahoo.gr)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το 2023 οι μαθητές της Γ' Λυκείου της ομάδας προσανατολισμού θετικών σπουδών και σπουδών υγείας εξετάζονται για πρώτη φορά πανελλαδικά σε στοιχεία κβαντικής φυσικής (ΚΦ). Η διδασκαλία της ΚΦ μπορεί ωστόσο να χαρακτηριστεί ως μια πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς, γιατί η παραδοσιακή αφηγηματική προσέγγιση στο συγκεκριμένο θέμα ίσως δεν επαρκεί, ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν μια εννοιολογική κατανόηση των θεμελιωδών αρχών αλλά και γιατί οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί βρίσκονται αντιμέτωποι με την διδασκαλία της για πρώτη φορά. Στην παρούσα μελέτη γίνεται προσπάθεια να εξακριβωθεί το επίπεδο ετοιμότητας και να καταγράφουν οι στάσεις των εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών στην διδασκαλία της ΚΦ. Πραγματοποιήθηκε ποσοτική μελέτη με δείγμα 84 καθηγητών Φυσικής και Χημείας. Ως ερευνητικό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε το *Teacher Readiness to teach Quantum Physics (TRQP)* με αξιοπιστία 0,81. Τα ευρήματα της μελέτης δείχνουν ότι η ετοιμότητα των φυσικών είναι υψηλή, ενώ των χημικών μέτρια και ότι και οι δυο ειδικότητες διαθέτουν θετικές στάσεις όσο αφορά την διδασκαλία της ΚΦ. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης μπορούν να βοηθήσουν τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και το Υπουργείο Παιδείας να κατανοήσουν καλύτερα την τρέχουσα κατάσταση σχετικά με την διδασκαλία της ΚΦ.

Λέξεις κλειδιά: ετοιμότητα, στάσεις, εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών, κβαντική φυσική

## SCIENCE TEACHERS' READINESS AND ATTITUDES TOWARDS TEACHING QUANTUM PHYSICS

Chousou Pinelopi<sup>1</sup>, Simos Thomas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Primary School Teacher, <sup>2</sup>Researcher

[pxousou@yahoo.gr](mailto:pxousou@yahoo.gr)

## ABSTRACT

In year 2023, the senior students at Greek high school who follow the science or medical studies program will be examined nationwide, for the first time, in Quantum Physics (QP). The purpose of this study is to determine

*the level of readiness and attitudes of science teachers to apply QP in secondary school physics curriculum. A quantitative survey method was used to gather data from a sample of 84 Physics and Chemistry teachers. The research tool was "The Teacher Readiness to teach Quantum Physics" (TRQP). The results of the study revealed that Physics teachers have a high level of readiness while Chemistry teachers have moderate level of readiness. Finally, both physicists and chemists have positive attitudes regarding teaching QP.*

*Key words:* readiness, attitudes, Quantum Physics

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Τον Ιούλιο του 2022 δημοσιεύεται το ΦΕΚ 3731/2022 στο οποίο καθορίζεται η εξεταστέα ύλη για το έτος 2023 των μαθημάτων που εξετάζονται πανελλαδικά για την εισαγωγή στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση αποφοίτων Γ' τάξης Ημερησίου Γενικού Λυκείου και Γ' τάξης Εσπερινού Γενικού Λυκείου. Αναφορικά με το μάθημα της φυσικής εισάγεται για πρώτη φορά στην εξεταστέα ύλη ενότητα η οποία αφορά την κβαντική φυσική. Συγκεκριμένα οι μαθητές στις πανελλήνιες εξετάσεις του 2023 μεταξύ άλλων ενοτήτων φυσικής θα εξεταστούν στα εξής στοιχεία κβαντομηχανικής: α) ακτινοβολία μέλανος σώματος, β) φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, γ) φαινόμενο Compton, δ) κυματική φύση της ύλης, ε) αρχή της αβεβαιότητας, και στ) κυματοσυνάρτηση και εξίσωση Schrödinger.

Παράλληλα με τους μαθητές ωστόσο οι οποίοι για πρώτη φορά θα εξεταστούν στις έννοιες που αναφέρθηκαν και οι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών καλούνται να διδάξουν τις ίδιες έννοιες για πρώτη φορά. Επιπρόσθετα σύμφωνα με απόφαση (Αριθ. 85980/Δ2) ΦΕΚ 2737/2020 του Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων οι εκπαιδευτικοί του κλάδου ΠΕ04 (01,02,03,04,05) (Φυσικοί, Χημικοί, Φυσιολογιστές, Βιολόγοι και Γεωλόγοι) είναι υποχρεωμένοι να διδάσκουν πέραν των μαθημάτων ειδικότητας και τα υπόλοιπα μαθήματα του κλάδου τα οποία ορίζονται ως μαθήματα β' ανάθεσης, στις ομάδες προσανατολισμού θετικών σπουδών και σπουδών υγείας.

Λαμβάνοντας υπ' όψη τις εξελίξεις στην εξεταστέα ύλη της φυσικής και το ήδη υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο για την διδασκαλία της στην Γ λυκείου προκύπτει το ερώτημα κατά ποσό οι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών είναι έτοιμοι να διδάξουν τις έννοιες της ΚΦ. Βασιζόμενοι στην περιγραφή της παρούσας κατάστασης και στο νομοθετικό πλαίσιο που διέπει το Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα επιχειρείται μια καταγραφή των απόψεων των εκπαιδευτικών για την διδασκαλία της ΚΦ στην γ λυκείου η οποία μπορεί να αναδείξει προβλήματα τα οποία μπορούν να προκύψουν. Επομένως βασικός σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει τις αντιλήψεις, τις στάσεις, τα συναισθήματα και τις γνώσεις των εκπαιδευτικών του κλάδου ΠΕ04 σχετικά με τη διδασκαλία εννοιών κβαντομηχανικής.

## **Ετοιμότητα και στάσεις εκπαιδευτικών**

Στις αρχές του 20ου αιώνα, η κβαντομηχανική άλλαξε για πάντα την εικόνα του κόσμου, αφού δεν ανακαλύφθηκε μια νέα θεωρία αλλά ένας καινούριος κλάδος της φυσικής. Διανύοντας τις αρχές του 21 αιώνα οι Mullera και Wiesnerb (2021) πιστεύουν ότι δεν πρέπει μόνο οι φυσικοί να έχουν το προνόμιο να κατανοούν πώς λειτουργεί ο κόσμος. Θεωρούν ότι μορφωμένοι πολίτες θα πρέπει τουλάχιστον να έχουν τη δυνατότητα να έχουν κάποια επαφή με την ΚΦ. Σε αυτή την κατεύθυνση κινείται και το υπουργείο παιδείας αν και λίγο καθυστερημένα σε σχέση με άλλες χώρες. Για παράδειγμα στη Δανία η ΚΦ εισήχθη στο πρόγραμμα σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το 2016 (Stadermann, 2022), ενώ στη Μαλαισία το 2021 (Sungkim & Ishak, 2022).

Επομένως όταν ένα νέο θέμα εισάγεται στο πρόγραμμα σπουδών, η ετοιμότητα του εκπαιδευτικού να ανταποκριθεί είναι κρίσιμη (Sungkim, 2021). Η ετοιμότητα μπορεί να οριστεί ως η γνωστική και συναισθηματική τάση ενός ατόμου να αποδεχτεί, και να υιοθετήσει ένα συγκεκριμένο σχέδιο για να αλλάξει σκόπιμα μια τρέχουσα κατάσταση (Kariri et al., 2022). Σύμφωνα με τους Huoy et al., (2020) ο τρόπος με τον οποίο ανταποκρίνονται οι εκπαιδευτικοί στα νέα θέματα τα οποία πρέπει να διδάξουν εξαρτάται από την ετοιμότητα τους στο να διδάξουν τα συγκεκριμένα θέματα. Οι ίδιοι ερευνητές διαπιστώνουν επίσης ότι η γνώση των νέων θεμάτων οδηγεί σε υψηλά επίπεδα ετοιμότητας της διδασκαλίας τους.

Παράλληλα σύμφωνα με έρευνα των Siddiqui και Singh (2017) η διεθνής βιβλιογραφία για τις στάσεις και οι προσεγγίσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την διδασκαλία της ΚΦ επικεντρώνεται κυρίως σε πανεπιστημιακό επίπεδο. Υποστηρίζοντας ότι κύριος στόχος των μαθημάτων ΚΦ είναι να διασφαλιστεί η κατανόηση του μαθηματικού φορμαλισμού που σχετίζεται με τη ΚΦ. Η ετοιμότητα των εκπαιδευτικών στο να διδάξουν θέματα ΚΦ στο Λύκειο θα είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχία του νέου προγράμματος σπουδών. Για το σκοπό αυτό στην παρούσα μελέτη επιχειρείται να προσδιοριστεί το επίπεδο ετοιμότητας των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία της ΚΦ στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Οι Omolara και Adebukola (2015) αναφέρουν ότι οι στάσεις είναι μια νοοτροπία που επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο ένα άτομο σκέφτεται και ενεργεί επηρεάζοντας θετικά ή αρνητικά την απόδοση του. Για παράδειγμα, η αρνητική στάση απέναντι στην εργασία θα έχει ως αποτέλεσμα αρνητική απόδοση. Ομοίως, οι στάσεις θα μπορούσαν επίσης να επηρεάσουν το πόσο καλά ένας εκπαιδευτικός σχεδιάζει και προετοιμάζεται για τα μαθήματά του. Οι στάσεις ενός εκπαιδευτικού, συνειδητά ή ασυνείδητα, επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών. Έχει διαπιστωθεί ότι οι στάσεις των δασκάλων επηρεάζουν επίσης σε μεγάλο βαθμό το ενδιαφέρον των μαθητών για μάθηση.

Έρευνα των Polatdemir et al., (2004) σχετικά με τις στάσεις των εκπαιδευτικών για την διδασκαλία της ΚΦ σε επίπεδο κολεγίου έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν θετικές στάσεις και θεωρούν απαραίτητο το περιεχόμενο της ΚΦ στο αναλυτικό πρόγραμμα των κολεγίων. Επίσης οι ερευνητές υποστηρίζαν ότι εκπαιδευτικοί οι οποίοι έχουν θετικές στάσεις και εμπιστοσύνη στις επαγγελματικές τους δεξιότητες είναι πιο ενημερωμένοι σχετικά με το διδακτικό υλικό και την εφαρμογή νέων εκπαιδευτικών ιδεών όπως εγκαταστάσεις πληροφορικής στην τάξη.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι ο συνδυασμός της καταγραφής των στάσεων εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών και του προσδιορισμού του επιπέδου ετοιμότητας τους να διδάξουν ΚΦ. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί ποσοτική μελέτη. Η έρευνα διεξήχθη τον Μάρτιο και Απρίλιο του 2023 όσο το δυνατόν πιο κοντά χρονικά στις πανελλήνιες εξετάσεις ώστε να έχουν διδαχθεί οι ενότητες της ΚΦ. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με ερωτηματολόγιο το οποίο διανεμήθηκε σε ηλεκτρονική μορφή σε εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών ΠΕ04. Το ερωτηματολόγιο 32 ερωτήσεων περιλαμβάνει τα δημογραφικά στοιχεία των εκπαιδευτικών καθώς και το εργαλείο της ερευνάς.

Για τον καθορισμό του επιπέδου ετοιμότητας των εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών να διδάξουν ΚΦ, επιλέχθηκε έρευνας δημοσκόπησης με χρήση ερωτηματολογίου, η οποία χρησιμοποιείται για να διερευνήσει απόψεις, στάσεις και πεποιθήσεις (Creswell, 2011).

## Εργαλείο

Ως εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο για την ανίχνευση της ετοιμότητας των εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών να διδάξουν έννοιες κβαντομηχανικής. Το εργαλείο το οποίο χρησιμοποιήθηκε ήταν το Teacher Readiness to teach Quantum Physics (TRQP) το οποίο αναπτύχθηκε από τους Sungkim et al., (2021) και μεταφράστηκε στα ελληνικά. Το ερωτηματολόγιο της ετοιμότητας για την διδασκαλία της ΚΦ αφορά σε μια δοκιμασία αυτό-αναφοράς η οποία περιέχει στοιχεία από τη βιβλιογραφία που σχετίζονται με την ΚΦ και την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών όσον αφορά τις γνώσεις και τις στάσεις τους στο περιεχόμενο. Το εργαλείο αποτελείται από 20 στοιχεία σε μια κλίμακα likert διαστήματος 5 σημείων που κυμαίνεται από 1 = διαφωνώ απόλυτα έως 5 = συμφωνώ απόλυτα, το οποίο μετρά τις γνώσεις περιεχομένου, τις στάσεις και την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών. Οι στάσεις και η ετοιμότητα απέναντι στη διδασκαλία της ΚΦ μετρήθηκαν μέσω 10 στοιχείων αντίστοιχα. Για την χρήση του (TRQP) δόθηκε άδεια από τους δημιουργούς του.

## Δείγμα

Το δείγμα της μελέτης αποτελούν εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης των δημόσιων σχολείων της Ελλάδας οι οποίοι μπορεί να δίδαξαν ή να χρειαστεί να διδάξουν στοιχεία κβαντομηχανικής στο μέλλον. Συγκεκριμένα στην έρευνα συμμετείχαν 84 εκπαιδευτικοί από τους οποίους οι 51 ήταν φυσικοί και οι 33 χημικοί.

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα ήταν τα εξής:

1. Ποιο ήταν το επίπεδο ετοιμότητας των εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών στη διδασκαλία της ΚΦ;
2. Ποιες οι στάσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την διδασκαλία ΚΦ;

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η συνολική μέση βαθμολογία για κάθε ενότητα του εργαλείου παρουσιάζεται τόσο για τους φυσικούς όσο και για τους χημικούς στον πίνακα 1. Με βάση τον Πίνακα 1, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων έχουν θετικές στάσεις ( $M = 3,894$ ,  $SD = 0,31$ ) για τους φυσικούς και ( $M = 3,812$ ,  $SD = 0,4528$ ) για τους χημικούς, όσον αφορά τη διδασκαλία θεμάτων ΚΦ. Από την άλλη πλευρά, τα εύρημα δείχνουν υψηλή ετοιμότητα ( $M = 3,536$ ,  $SD = 0,2261$ ) για τους φυσικούς και μέτρια ετοιμότητα για τους χημικούς ( $M = 3,273$ ,  $SD = 0,2212$ ) σχετικά με την διδασκαλία της διδακτέας ύλης της ΚΦ.

Πίνακας 1. Μέση βαθμολογία στάσεων και ετοιμότητας

		M.O.	T.A.
<b>Στάσεις</b>	φυσικοί	3,894	0,3140
	χημικοί	3,812	0,4528
<b>Ετοιμότητα</b>	φυσικοί	3,536	0,2261
	χημικοί	3,273	0,2212

Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 δείχνουν ότι οι φυσικοί θεωρούν ότι υπάρχει δυσκολία στη μετάδοση των γνώσεων της ΚΦ και ότι η πρόθεση τους είναι να χρησιμοποιήσουν παραπάνω από ένα τύπο διδακτικών πηγών. Στον ίδιο πίνακα οι χημικοί παραδέχονται ότι δεν ενδιαφέρονται να ξεκινήσουν κάποια κατάρτιση στην ΚΦ και ότι σκοπεύουν να ετοιμάσω το ίδιο σύνολο ερωτήσεων για όλα τα επίπεδα των μαθητών

Πίνακας 2. Χαμηλότερη μέση βαθμολογία στάσεων και ετοιμότητας

<b>Στάσεις</b>		<b>M.O.</b>	<b>T.A.</b>
Φυσικοί	Νομίζω ότι είναι εύκολο οι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών να μεταδώσουμε τις γνώσεις μας στην κβαντική φυσική	2,96	0,824
Χημικοί	Ενδιαφέρομαι να ξεκινήσω επιπλέον κατάρτιση σε θέματα κβαντικής φυσικής ώστε να βελτιώσω τις διδακτικές μου δεξιότητες.	2,36	1,319
<b>Ετοιμότητα</b>		<b>M.O.</b>	<b>T.A.</b>
Φυσικοί	Σκοπεύω να χρησιμοποιήσω μόνο έναν τύπο διδακτικών πηγών για να τον ευθυγραμμίσω με τις ανάγκες των θεμάτων της ΚΦ.	2,56	1,092
Χημικοί	Σκοπεύω να ετοιμάσω το ίδιο σύνολο ερωτήσεων για όλα τα επίπεδα των μαθητών στην εκμάθηση της κβαντικής φυσικής.	2,64	0,895

Πίνακας 3. Υψηλότερη μέση βαθμολογία στάσεων και ετοιμότητας

<b>Στάσεις</b>		<b>M.O.</b>	<b>T.A.</b>
Φυσικοί	Αξίζει να μελετήσω πριν διδάξω κάποιο θέμα της κβαντικής φυσικής.	4,94	,238
Χημικοί	Αξίζει να μελετήσω πριν διδάξω κάποιο θέμα της κβαντικής φυσικής.	4,73	0,452
<b>Ετοιμότητα</b>		<b>M.O.</b>	<b>T.A.</b>
Φυσικοί	Σκοπεύω να χρησιμοποιήσω βίντεο στη διδασκαλία και μάθηση για να οπτικοποιήσω αφηρημένα κβαντικά φαινόμενα.	4,41	0,698
Χημικοί	Σκοπεύω να χρησιμοποιήσω απλές τεχνικές στη διδασκαλία των θεμάτων της κβαντικής φυσικής.	4,00	0,612

Χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος (πίνακας 4) δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (Mann-Whitney U test) για να ερευνηθεί εάν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσικών και χημικών ως προς τις στάσεις και την ετοιμότητα. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δυο ειδικότητες και διαπιστώνεται ότι οι φυσικοί έχουν θετικότερες στάσεις και υψηλότερη ετοιμότητα για την διδασκαλία της ΚΦ.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα της εφαρμογής του μη παραμετρικού τεστ των Mann-Whitney U

		<b>Mean Rank</b>	<b>Sum of Ranks</b>	<b>Z</b>	<b>Asymp. Sig. (2-tailed)</b>
<b>Στάσεις</b>	φυσικοί	53,12	2709,00	-5,008	0,000
	χημικοί	26,09	861,00		
<b>Ετοιμότητα</b>	φυσικοί	54,35	2772,00	-5,623	0,000
	χημικοί	24,18	798,00		

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα έρευνα είχε ως στόχο να μελετήσει τις στάσεις και το επίπεδο ετοιμότητας εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών αναφορικά με την διδασκαλία ΚΦ. Τα ευρήματα της έρευνας δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν θετικές στάσεις αλλά η ετοιμότητα τους στο να διδάξουν ΚΦ διαφοροποιείται με τους

χημικούς να σημειώνουν μέτρια και τους φυσικούς υψηλή. Το εύρημα αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί ως αναμενόμενο αν λάβουμε υπόψη ότι η ετοιμότητα σχετίζεται με την γνώση περιεχομένου (Huoy et al, 2020). Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι οι φυσικοί έχουν θετικότερες στάσεις για την διδασκαλία της ΚΦ κάτι το οποίο μπορεί να θεωρηθεί επίσης αναμενόμενο. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αναφορικά με την ετοιμότητα των φυσικών διαφοροποιείται από παρόμοια έρευνα της Sungkim (2022) στην Μαλαισία στην οποία καταγράφηκε μέτρια ετοιμότητα των φυσικών. Παρομοίως, οι Stadermann και Goedhart (2021) αναφέρουν το ότι αν και η ΚΦ είχε εισαχθεί στο πρόγραμμα σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ολλανδία η πλειονότητα των εκπαιδευτικών δεν ήταν προετοιμασμένοι να διδάξουν εννοιολογική ΚΦ και δεν είχαν γνώσεις παιδαγωγικού περιεχομένου αναφορικά με την διδασκαλία της. Τα αποτελέσματα της έρευνας των Bungum et al., (2018) ανέδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί λυκείου της Ινδονησίας ένιωθαν άβολα και δεν είχαν εμπιστοσύνη στη ικανότητά τους να διδάξουν ΚΦ αναφέροντας ότι ήταν δύσκολο να υποστηρίξουν την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών επειδή δεν ήταν σε θέση να συζητήσουν λεπτομέρειες του μαθηματικού φορμαλισμού της. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι οι φυσικοί έχουν θετικότερες στάσεις για τη διδασκαλία της ΚΦ κάτι το οποίο μπορεί να θεωρηθεί επίσης αναμενόμενο αφού για αυτούς η ΚΦ είναι μάθημα α' ανάθεσης ενώ για τους χημικούς β' ανάθεσης. Οι εκπαιδευτικοί επίσης σε έρευνα των Sungkim, και Ishak (2022) σημειώνουν θετικές στάσεις σχετικά με την διδασκαλία της ΚΦ σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αυτό δείχνει ότι πολλοί εκπαιδευτικοί παρά το γεγονός ότι η ΚΦ είναι νέα προσθήκη στο πρόγραμμα σπουδών έχουν την επιθυμία να διδάξουν αυτό το νέο μάθημα. Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών πιστεύει ότι είναι απαραίτητο να μελετήσουν κάποιο θέμα ΚΦ πριν διδαχθεί στην τάξη. Αναφορικά με την ετοιμότητα στην διδασκαλία ΚΦ οι φυσικοί έχουν την πρόθεση να χρησιμοποιούμουν οπτικοακουστικό υλικό ώστε να βοηθήσουν τους μαθητές τους να κατανοήσουν καλύτερα αφηρημένα κβαντικά φαινόμενα, ενώ οι χημικοί προτίθεται να χρησιμοποιήσουν απλές μεθόδους στην διδασκαλία τους. Το γεγονός αυτό δείχνει μια διαφορετική προσέγγιση στη διδασκαλία με τους εκπαιδευτικούς των δυο ειδικοτήτων να αισθάνονται ανετά με διαφορετικές συνθήκες διδασκαλίας.

Από τα στοιχεία των στάσεων με την χαμηλότερη βαθμολογία παρατηρείται ότι οι φυσικοί δεν θεωρούν εύκολη την μετάδοση γνώσεων των θεμάτων ΚΦ τα οποία θα διδάξουν. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με έρευνα των Paransucia και Amalia (2022) στην οποία αναφέρουν η ΚΦ δυσκολεύει ορισμένους εκπαιδευτικούς στο να δίνουν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή. Οι χημικοί φαίνεται να μην ενδιαφέρονται για επιπλέον κατάρτιση σε θέματα ΚΦ. Αναφορικά με την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών και την χαμηλότερη βαθμολογία διαπιστώνεται ότι οι φυσικοί δεν σκοπεύουν να χρησιμοποιήσουν ένα τύπο διδακτικών πηγών στη διδασκαλία τους ενώ οι χημικοί δεν έχουν την πρόθεση να ετοιμάσουν το ίδιο σύνολο ερωτήσεων για όλα τα επίπεδα των μαθητών τους.

## ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η παρούσα έρευνα σκοπό είχε να καταγράψει τις στάσεις και την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών όλων των ειδικοτήτων ωστόσο ανταποκρίθηκαν μόνο φυσικοί και χημικοί. Το δείγμα των εκπαιδευτικών αντιπροσώπευε ένα δείγμα ευκολίας παρά ένα τυχαίο και στρωματοποιημένο δείγμα. Παρόλα αυτά εμείς ενθαρρύνουν τη μελλοντική έρευνα που εξετάζει συστηματικά τις επιπτώσεις της διαφορετικής στρατηγικής δειγματοληψίας σχετικά με τον αριθμό, το σχήμα και την πρόβλεψη του προφίλ

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Υπ. Απόφαση 85745/Δ2/2022. Αναθέσεις μαθημάτων Γυμνασίου και Γενικού Λυκείου. (ΦΕΚ 2737/4.7.2022) [https://www.pdv.org.gr/img/Anatheseis\\_gym\\_gel\\_05072020.pdf](https://www.pdv.org.gr/img/Anatheseis_gym_gel_05072020.pdf)
- ΦΕΚ 3731/2022. Καθορισμός εξεταστέας ύλης για το έτος 2023. <https://www.e-nomothesia.gr/kat-ekpaideuse/deuterothemia-ekpaideuse/upourgike-apophase-85745-d2-2022.html>
- Bungum, Berit, Maria Vetleseter Bøe, & Ellen Karoline Henriksen. (2018). Quantum talk: how small-group discussions may enhance students' understanding in quantum physics. *Science Education*, 102 (4), 856–877. <https://doi.org/10.1002/sce.21447>
- Creswell, J. (2011). Η έρευνα στην εκπαίδευση. Σχεδιασμός, διεξαγωγή και αξιολόγηση της ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας (μτφ. Ν. Κουβαράκου). Αθήνα: Ίων/ Έλλη
- Huoy Tyan, P., Abd Rahman, F., & Shafie Sarvestani, M. (2020). Teachers' readiness in implementing and facilitating 21st century learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(1A), 24–29. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081304>
- Kariri, K.A., Cobern, W.W., Al Sultan, A.A. (2022). Investigating high school science teachers' readiness for implementing formative assessment practices. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(12), em2188. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12589>
- Mullera, R., and Wiesnerb, H. (2021). Teaching quantum mechanics on an introductory level. *American Journal of Physics*, 70(3), 200-209. <https://doi.org/10.1119/1.1435346>
- Omolara, S. R., & Adebukola, O. R. (2015). Teachers' attitudes: A great influence on teaching and learning of social studies. *Journal of Law, Policy, and Globalization*, 42, 131–137. <https://bit.ly/2YGnqCo>
- Paransucia, P., & Amalia, I.F. (2022). Physics teachers' difficulties in teaching introduction to quantum physics in senior high school. *Research in Physics Education*, 1(1), 14–24.
- Polatdemir, E., Chin, Y. K., & Martinez, J. C. (2004). Teachers' views on teaching quantum physics at junior college level Teachers' Views On Teaching Quantum Physics At Junior College Level. *ERAS Conference, Singapore, November*, 746–755.
- Siddiqui, S., and C. Singh. (2017). How Diverse are Physics Instructors' Attitudes and Approaches to Teaching Undergraduate Level Quantum Mechanics?. *European Journal of Physics* 38(3): 035703. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aa6131>.
- Stadermann, H. K. E., Van Den Berg, E., & Goedhart, M. J. (2019). Analysis of secondary school quantum physics curricula of 15 different countries: Different perspectives on a challenging topic. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 1–25. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010130>
- Stadermann, H.K.E., & Goedhart, M.J. (2021). Why and how teachers use nature of science in teaching quantum physics: Research on the use of an ecological teaching intervention in upper secondary schools. *Physical review physics education research* 17, 020132. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020132>
- Sungkim, S. (2021). The content knowledge and the teacher readiness of teaching secondary school quantum physics in Sabah. *Borneo International Journal of Education*, 3(4). <https://doi.org/10.51200/bije.v3i.4111>
- Sungkim, S., & Ishak, M.Z. (2022). Teacher Readiness in Terms of the Teacher Attitudes Towards Teaching Secondary School Quantum Physics in Sabah. *International Research Journal of Education and Sciences*, 6(2), 30-35.
- Sungkim, S., Markus, L., Ishak, M.Z. (2021). Teacher Readiness to teach Quantum Physics (TRQP): An Instrument for Form Five Physics Teacher in Secondary School. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 6(5), 146-164. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v6i5.775>