

Δύναμη και πίεση. Καθημερινότητα και επιστήμη: Απόψεις προπτυχιακών φοιτητών παιδαγωγικού τμήματος

<https://doi.org/10.69685/QPPW1646>

Τσιχουρίδης Χαρίλαος

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα ΤΕπΕΚΕ, Πανεπιστήμιο Πατρών
hatsihour@upatras.gr

Αντωνακοπούλου Παρασκευή

Υποψήφια Διδάκτορας, Τμήμα ΤΕπΕΚΕ, Πανεπιστήμιο Πατρών
phy5249@ac.upatras.gr

Μήτρακας Νικόλαος

Υποψήφιος Διδάκτορας, Τμήμα ΤΕπΕΚΕ, Πανεπιστήμιο Πατρών
nmitrakas@upatras.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται ο βαθμός επίδρασης της πολυσημίας των εννοιών «δύναμη» και «πίεση» και του καθημερινού λόγου στη διαμόρφωση των απόψεων των υποψηφίων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τις έννοιες αυτές στο πλαίσιο της Φυσικής. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 69 προπτυχιακοί φοιτητές/τριες 4ου εξαμήνου του Παιδαγωγικού τμήματος και για την ανάλυση των αποτελεσμάτων ακολουθήθηκε η ποιοτική μέθοδος έρευνας. Οι προπτυχιακοί φοιτητές/τριες διατύπωσαν γραπτώς τις απόψεις τους σχετικά με το τι πιστεύουν ότι είναι η δύναμη και η πίεση, ενώ ακολούθησε συζήτηση με focus groups τυχαία επιλεγμένων φοιτητών/τριών. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν τη διαφοροποίηση των απαντήσεων των φοιτητών/τριών, την ποικιλομορφία της σκέψης τους και το γεγονός ότι οι απόψεις τους δεν είναι απαραίτητα επιστημονικά λανθασμένες ή εννοιολογικά διαφορετικές προς τις επιστημονικά ορθές, αλλά σημασιολογικά διαφορετικές, εξετάζοντας τες με αυστηρό κριτήριο την διατύπωσή τους με καθαρά επιστημονικούς όρους.

Λέξεις κλειδιά: Φυσικές έννοιες, Δύναμη, Πίεση, Καθημερινός και Επιστημονικός λόγος

Εισαγωγή

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αποσκοπεί στην ερμηνεία των φυσικών φαινομένων και διευκολύνει την επαφή των μαθητών με το περιβάλλον και τους φυσικούς νόμους. Ωστόσο, στη διδασκαλία της Φυσικής συχνά εντοπίζονται πολύσημες λέξεις, οι οποίες έχουν διαφορετική σημασία στην επιστήμη και την καθημερινή ζωή, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσκολίες, τόσο κατά τη διδασκαλία τους, όσο και κατά την εκμάθησή τους (Sutton, 2002).

Δύο κομβικής σημασίας έννοιες της Φυσικής είναι η δύναμη και η πίεση που περιλαμβάνονται στα αναλυτικά προγράμματα όλων των βαθμίδων κι είναι συνυφασμένες με την κατανόηση κι άλλων εννοιών που άπτονται των Φυσικών Επιστημών. Έρευνες στη διδακτική της Φυσικής αναδεικνύουν τις δυσκολίες λειτουργικής διάκρισης των εννοιών δύναμη και πίεση που συναντούν μαθητές και φοιτητές και την απόδοση σε αυτές χαρακτηριστικών που δεν έχουν, αναφέροντας για παράδειγμα ότι τα κινούμενα σώματα έχουν δύναμη ή χρησιμοποιώντας εκφράσεις όπως η πίεση ασκείται (Akbas & Gencturk, 2011). Το πρόβλημα εντοπίζεται και στα βιβλία της Φυσικής, καθώς περιλαμβάνουν εκφράσεις που δεν αποδίδουν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των εννοιών (Κουμαράς, 2015).

Κατά τη μελέτη της Φυσικής απαιτείται η απόδοση νέας και σε ορισμένες περιπτώσεις τελείως διαφορετικής σημασίας σε έννοιές της, όπως η δύναμη και η πίεση, αφού στην ίδια λέξη ενδέχεται να αποδίδεται διαφορετική σημασία όταν χρησιμοποιείται στην καθημερινή ζωή και διαφορετική όταν αξιοποιείται ως όνομα έννοιας της Φυσικής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υιοθέτηση ποικίλων εναλλακτικών αντιλήψεων από τους μαθητές και τους φοιτητές για τις διάφορες έννοιες και τη δυσκολία μετάβασής τους στο επιστημονικό μοντέλο. Συνεπώς, δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν εάν οι λέξεις-φράσεις (έννοιες) που χρησιμοποιούν έχουν νόημα μόνο στο πλαίσιο της Φυσικής (επιστημονικό), μόνο στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής ή και στα δύο μαζί και να συνοδεύσουν την εκάστοτε έννοια με το κατάλληλο ρήμα (π.χ. ένα σώμα ασκεί, δεν έχει δύναμη, η πίεση απλά υπάρχει, δεν ασκείται). Οι δυσκολίες των μαθητών και των φοιτητών παγκοσμίως στην κατανόηση των εννοιών αυτών μπορεί να ερμηνευθεί κι από το μεγάλο χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε για να οριστούν οι έννοιες δύναμη και πίεση, οι μεταξύ τους σχέσεις και να οικοδομηθεί το επιστημονικό μοντέλο από τους ερευνητές (Κουμαράς, 2015).

Στο πλαίσιο αυτό κρίνεται αναγκαία η σκιαγράφηση της ετυμολογίας, αλλά και της σημασίας των εννοιών δύναμη και πίεση, τόσο στην καθημερινή ζωή, όσο και στην επιστήμη της Φυσικής. Συγκεκριμένα, η λέξη “δύναμη” προέρχεται από την αρχαία ελληνική λέξη “δύναμις”, η ετυμολογία της οποίας ανάγεται στο αρχαίο ελληνικό ρήμα “δύναμαι” που σημαίνει “μπορώ, είμαι ικανός”, το οποίο έχει πρωτο-ινδοευρωπαϊκή ρίζα “dwen” που σημαίνει “είμαι σε θέση, έχω την ικανότητα”. Ο όρος “δύναμη” χρησιμοποιήθηκε την εποχή του Ομήρου για να αποδώσει την ισχύ και τη ρώμη, την εποχή του Θουκυδίδη για να αποδώσει τη στρατιωτική ισχύ ή την πολιτική επιρροή και την αξία ή το αντίτιμο των χρημάτων, την εποχή του Αισχύλου και του Δημοσθένη για να περιγράψει την εξουσία, την εξωτερική δύναμη, την ισχύ, τη βαρύτητα και το αξίωμα, την εποχή του Ηροδότου για να δηλώσει την ποσότητα και την ισχύ, ιδίως σε σχέση με χρήματα και στρατιωτική δύναμη και την εποχή του Ξενοφώντα για να αποτυπώσει τη στρατιωτική δύναμη στον πόλεμο (Liddell & Scott, 2007). Στον παρακάτω πίνακα 1 παρατίθενται η ετυμολογία της λέξης δύναμη, η ερμηνεία της στην ελληνική γλώσσα και η απόδοση της λέξης αυτής στην Αγγλική γλώσσα.

Πίνακας 1: Η λέξη «δύναμη»

Ετυμολογία λέξης	<ul style="list-style-type: none">• “μπορώ, είμαι ικανός” (Λεξ. Ακαδημίας Αθηνών)• πρωτο-ινδοευρωπαϊκή ρίζα “dwen” που σημαίνει “είμαι σε θέση, έχω την ικανότητα” (Λεξ. Ακαδημίας Αθηνών).
Ερμηνεία της έννοιας στη Νέο-Ελληνική Γλώσσα	<ul style="list-style-type: none">• η σωματική και ψυχική ικανότητα κάποιου να ενεργεί με συγκεκριμένο τρόπο για να επιτύχει ένα στόχο, (Λεξικό Ακαδημίας Αθηνών, Λεξικό Μπαμπινιώτη)• η ικανότητα που έχει κάτι άψυχο για την επίτευξη ορισμένου αποτελέσματος ή την επιτέλεση καθορισμένης λειτουργίας, (Λεξικό Ακαδημίας Αθηνών, Λεξικό Μπαμπινιώτη)• η δυνατότητα ελέγχου ή επιβολής, και ως το σύνολο των ανθρώπων ή των τεχνικών μέσων που αξιοποιούνται για να υλοποιηθεί ένα έργο (Λεξικό Ακαδημίας Αθηνών, Λεξικό Μπαμπινιώτη)• η ορμή σε συνδυασμό με το βάρος κάποιου, η σφοδρότητα, η ισχύς (Λεξικό Μπαμπινιώτη)
Απόδοση της έννοιας στην Αγγλική Γλώσσα σύμφωνα με το Oxford English-Greek Learner's	<ul style="list-style-type: none">• Force Η λέξη force προέρχεται από τη λατινική λέξη “fortis”, που σημαίνει “ισχυρός” ή “ισχύς” και χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις δυνάμεις στη φυσική, αλλά και την επιρροή ή την εξουσία.

Dictionary (Stavropoulos & Hornby, 1998)

- **Power** Η λέξη power προέρχεται από τη λατινική “potere”, που σημαίνει “ικανότητα” και αξιοποιείται για την περιγραφή της ικανότητας επίτευξης αποτελέσματος, της εξουσίας, της ενέργειας, και της μηχανικής ισχύος.
- **Strength** Ο όρος strength προέρχεται από τη γερμανική λέξη “Stärke,” που σημαίνει “ισχυρός” ή “δυνατός” και αναφέρεται στη σωματική δύναμη, την αντοχή και τη σταθερότητα.
- **Resilience** (δύναμη, αντοχή, ανθεκτικότητα, σθένος),
- **Mettle** (σθένος, δύναμη, αντοχές),
- **Oomph** (ορμή, ενέργεια, δύναμη, ζωηράδα),
- **Prowess** (δύναμη, υπεροχή),

Bandwidth (ικανότητα, αντοχή, δύναμη)

A vector quantity equal to the derivative of momentum with respect to time:

$$F=dp/dt$$

where **F** = force, **p** = momentum, **t** =time. For constant mass:

$$F = m \cdot a$$

where **F** = force, **m** = mass, **a** = acceleration.

- αιτία μεταβολής της κινητικής κατάστασης ή της μορφής ενός σώματος
- ποσοτική έκφραση της αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο σωμάτων ή μεταξύ ενός σώματος και του περιβάλλοντός του
- διανυσματική ποσότητα
- μονάδα μέτρησης το Νιούτον (N) στο S.I.

Ορισμός σύμφωνα με το Αγγλο Ελληνικό Λεξικό Φυσικών όρων (Emiliani, 1987)

Ορισμός της έννοιας στη Φυσική (Hewitt, 2009) :

Όσον αφορά τη λέξη “πίεση” προέρχεται από την αρχαία ελληνική λέξη “πίεσις”, η ετυμολογία της οποίας ανάγεται στο αρχαίο ελληνικό ρήμα “πιέζω” που σημαίνει “ασκώ δύναμη για να συμπιέσω ή να περιορίσω κάτι”, το οποίο έχει πρωτο-ινδοευρωπαϊκή ρίζα “reh”. Στον Όμηρο και τους Αττικούς συγγραφείς η χρήση του όρου αναφερόταν στην άσκηση δύναμης για να συμπιεστεί ή να πιεστεί σφιχτά κάτι, στον Πίνδαρο και τον Αριστοφάνη για να περιγράψει κάτι που λυγίζει ή υποχωρεί λόγω μεγάλου βάρους, ενώ στον Ηρόδοτο και τον Αισχύλο μεταφορικά για να δηλώσει την καταπίεση, την κατάθλιψη και τη στενοχώρια (Liddell & Scott, 2007).

Πίνακας 2: Η λέξη «πίεση»

Ετυμολογία λέξης	<ul style="list-style-type: none"> • πρωτο-ινδοευρωπαϊκή ρίζα “reh” (Λεξ. Ακαδημίας Αθηνών) • “ασκώ δύναμη για να συμπιέσω ή να περιορίσω κάτι” (Λεξ. Ακαδημίας Αθηνών)
Ερμηνεία της έννοιας στην Ελληνική Γλώσσα	<ul style="list-style-type: none"> • η άσκηση δύναμης πάνω σε κάτι και μεταφορικά (Λεξικό Ακαδημίας Αθηνών) • οι ενέργειες που σκοπό έχουν να επηρεάσουν και να εξαναγκάσουν κάποιον να κάνει κάτι, προξενώντας του άγχος και στρες (Λεξικό Ακαδημίας Αθηνών, Λεξικό Μπαμπινιώτη) • η δυσχερής και αδιέξοδη κατάσταση που επιφέρει αντίστοιχα συναισθήματα σε κάποιον. (Λεξικό Ακαδημίας Αθηνών, Λεξικό Μπαμπινιώτη)

Απόδοση της έννοιας στην Αγγλική Γλώσσα σύμφωνα με το Oxford English-Greek Learner's Dictionary (Stavropoulos & Hornby, 1998)

- **Pressure.** Ο όρος pressure προέρχεται από τη λατινική λέξη "pressus", που σημαίνει "πίεση" και χρησιμοποιείται, τόσο για να περιγράψει την έννοια της πίεσης στη Φυσική (τη δύναμη που ασκείται ανά μονάδα επιφάνειας) όσο και την ψυχολογική πίεση ή το άγχος.
- **Stress:** Ο όρος stress προέρχεται από τη λατινική λέξη "stringere" που σημαίνει σφίγγω, δεσμεύω και συμπιέζω και αναφερόταν στην πίεση, όπως ορίζεται στη Φυσική, ενώ αργότερα αξιοποιήθηκε για την περιγραφή της ψυχολογικής πίεσης ή του άγχους. Άλλοι όροι που χρησιμοποιούνται είναι
- **Strain** (ένταση, πίεση, καταπόνηση),
- **Imposition** (πίεση, επιβολή),
- **Tension** (πίεση, ένταση),
- **Squeeze** (πίεση, σφίξιμο, ζούληγμα), κ.α..

Force per unit of surface:

$$p = dF/dS$$

where p = pressure, F = force, S = surface. Pressure in open vessel or body of water

$$p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

where p = pressure, p_0 = pressure at open surface, ρ = density of fluid in vessel or body of water, g= gravitational acceleration, h = depth below surface

- το πηλίκο της δύναμης που ασκείται κάθετα σε μία επιφάνεια προς το εμβαδόν της επιφάνειας αυτής,
- η κάθετη δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας
- μονάδα μέτρησης είναι το Νιούτον ανά τετραγωνικό μέτρο (N/m^2) που ονομάζεται Πασκάλ (Pa) (S.I.)

Ορισμός σύμφωνα με το Αγγλο Ελληνικό Λεξικό Φυσικών όρων (Emiliani, 1987)

Ορισμός της έννοιας στη Φυσική (Hewitt, 2009) :

Η διαμόρφωση των ιδεών των παιδιών για τον φυσικό κόσμο πραγματοποιείται μέσα σε ένα πολιτισμικό πλαίσιο όπου η γλώσσα παίζει σημαντικό ρόλο. Πολλές φορές οι απαντήσεις των παιδιών σε έρευνες σχετικά με τις ιδέες τους φαίνονται ασυνεπείς βάσει επιστημονικών κριτηρίων γιατί χρησιμοποιούν λέξεις που έχουν νόημα στην καθημερινή τους ζωή. Οι απόψεις αυτές αναλύονται από τους ερευνητές με βάση την επιστημονική θεωρία και χαρακτηρίζονται από αυτούς ως "παρανοήσεις" ή "εναλλακτικές ιδέες" (Σπυράτου, 2007).

Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνηθούν οι απόψεις υποψήφιων δασκάλων παιδαγωγικού τμήματος για τις έννοιες της δύναμης και της πίεσης, υπό το πρίσμα της διαφορετικής σημασίας και της ποικιλίας των ερμηνειών που τους αποδίδονται στην καθημερινή ζωή. Τα ερευνητικά ερωτήματα της ήταν τα εξής:

1. Πώς αποδίδουν γενικά τις έννοιες της δύναμης και της πίεσης υποψήφιοι δάσκαλοι παιδαγωγικού τμήματος;
2. Πώς διαφοροποιούνται οι απαντήσεις τους και πώς σχετίζονται με τη σημασία των εννοιών στην επιστήμη και την καθημερινή ζωή;

Το δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν 69 προπτυχιακοί φοιτητές/τριες τετάρτου εξαμήνου του Παιδαγωγικού τμήματος. Από τους 69 φοιτητές/τριες οι 53 (73.8%) ήταν γυναίκες και οι 16

(23,2%) ήταν άντρες, ενώ 56 φοιτητές/τριες (81,1%) προέρχονταν από την κατεύθυνση των Θεωρητικών Σπουδών στο Λύκειο, τέσσερις (5,8%) προέρχονται από την κατεύθυνση Θετικών Σπουδών και εννιά (13,1%) από την κατεύθυνση Οικονομίας και Πληροφορικής.

Ερευνητικά εργαλεία

Για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας ακολουθήθηκε η ποιοτική προσέγγιση. Τα ερευνητικά δεδομένα κωδικοποιήθηκαν, κατηγοριοποιήθηκαν και ερμηνεύθηκαν χρησιμοποιώντας και ποσοτικές προσεγγίσεις. Αρχικά, στο πλαίσιο του μαθήματος «Βασικές Έννοιες Φυσικής» ζητήθηκε από τους φοιτητές/τριες να διατυπώσουν γραπτώς, υπό τη μορφή μιας ελεύθερης, ανοιχτού τύπου ερώτησης, τις απόψεις τους σχετικά με την ερμηνεία των εννοιών της δύναμης και της πίεσης. Μέσω της διαδικασίας αυτής οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα να εκφράσουν ελεύθερα τις αντιλήψεις και τις σκέψεις τους, χωρίς περιορισμούς, παρέχοντας με τον τρόπο αυτό ένα πλούσιο σύνολο δεδομένων που αντανακλούσε τις αυθεντικές τους αντιλήψεις.

Στη συνέχεια οργανώθηκαν ομάδες εστίασης (focus groups) 15 τυχαία επιλεγμένων φοιτητών/τριών, όπου πραγματοποιήθηκε συζήτηση με τα συμμετέχοντα άτομα για να διερευνηθούν σε βάθος οι απόψεις τους. Κατά τη διάρκεια των συζητήσεων με τις ομάδες εστίασης, οι φοιτητές/τριες κλήθηκαν να αναλύσουν τον τρόπο σκέψης τους και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους. Οι ομάδες εστίασης οργανώθηκαν με τρόπο που διευκόλυνε την προαγωγή του διαλόγου και την αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων. Η συζήτηση με focus group είχε μια ημιδομημένη μορφή και οι ερωτήσεις εστίασαν : α) στον τρόπο σκέψης των φοιτητών/τριών ως προς την απόδοση ερμηνείας των εννοιών της δύναμης και της πίεσης β) στη γενικότερη σχέση τους με τη Φυσική, τόσο στην καθημερινότητα, όσο και κατά τη διάρκεια των σχολικών και πανεπιστημιακών σπουδών τους. Για λόγους δεοντολογίας, οι φοιτητές/τριες είχαν ενημερωθεί εξ αρχής για το σκοπό της έρευνας και για την ανωνυμία των απαντήσεων τους, οι οποίες αποδόθηκαν ως Φ1, Φ2 (Φοιτητής/τρια 1, Φοιτητής/τρια 2, κ.α.).

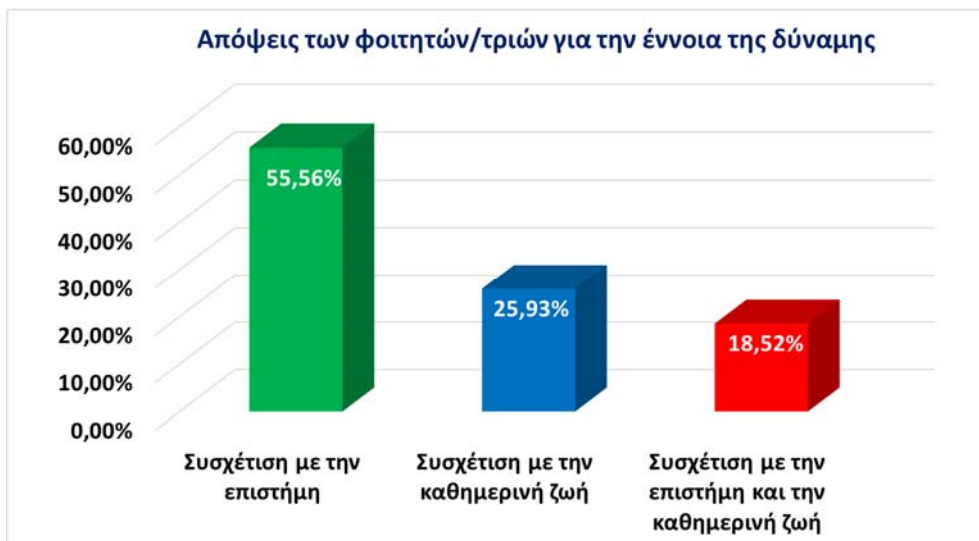
Αποτελέσματα

Αποτελέσματα κωδικοποίησης-κατηγοριοποίησης των ποιοτικών δεδομένων

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις καταγραφές των απόψεων των συμμετεχόντων εξετάστηκαν λεπτομερώς με τη μέθοδο της ανάλυσης περιεχομένου (Krippendorff, 2004). Αρχικά τα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν, δηλαδή εντοπίστηκαν σημαντικές και σχετικές με τις έννοιες της δύναμης και της πίεσης λέξεις και φράσεις, οι οποίες στη συνέχεια ομαδοποιήθηκαν σε θεματικές κατηγορίες που περιλάμβαναν τις απαντήσεις των φοιτητών/τριών που σχετίζονταν με τη σημασία των εννοιών στην επιστήμη, την καθημερινή ζωή ή και στα δύο. Έπειτα, από την ερμηνεία των δεδομένων έγινε αντιληπτός ο διαφορετικός τρόπος σκέψης των φοιτητών/τριών και ο τρόπος με τον οποίο συνδυάζουν τις επιστημονικές γνώσεις με τις πρακτικές τους εμπειρίες. Στον παρακάτω πίνακα 1 παρατίθενται τα κριτήρια με τα οποία ταξινομήθηκαν στις αντίστοιχες ομάδες οι απόψεις των συμμετεχόντων.

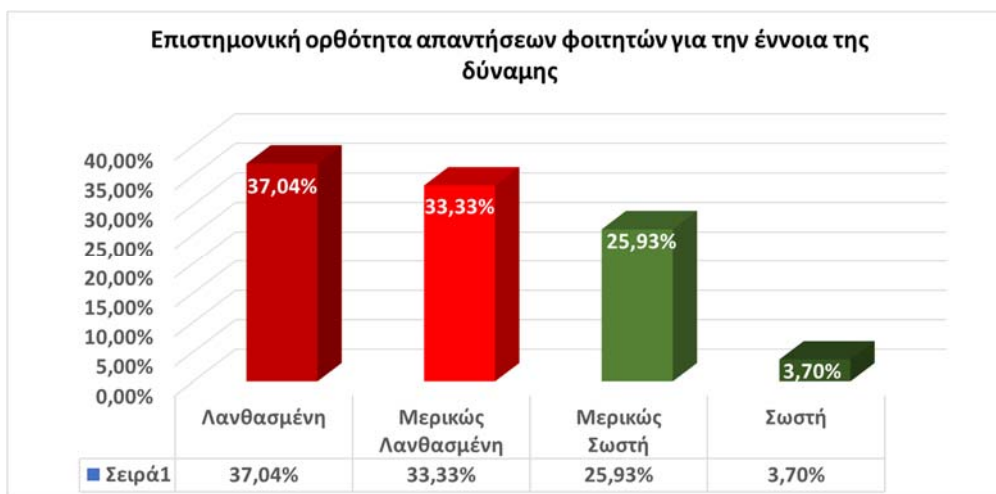
Πίνακας 1

Κατηγορία	Κριτήριο κατηγοριοποίησης
Απόψεις με συσχέτιση με την επιστήμη.	Θεωρητική ερμηνεία των εννοιών της δύναμης και της πίεσης, αξιοποιώντας όρους που συναντώνται στην επιστήμη
Απόψεις με συσχέτιση με την καθημερινή ζωή.	Περιγραφή της δύναμης και της πίεσης αξιοποιώντας παραδείγματα από την καθημερινή ζωή
Απόψεις με συσχέτιση με την καθημερινή ζωή και την επιστήμη.	Συνδυασμός επιστημονικής ορολογίας με πρακτικές εφαρμογές της καθημερινής ζωής.



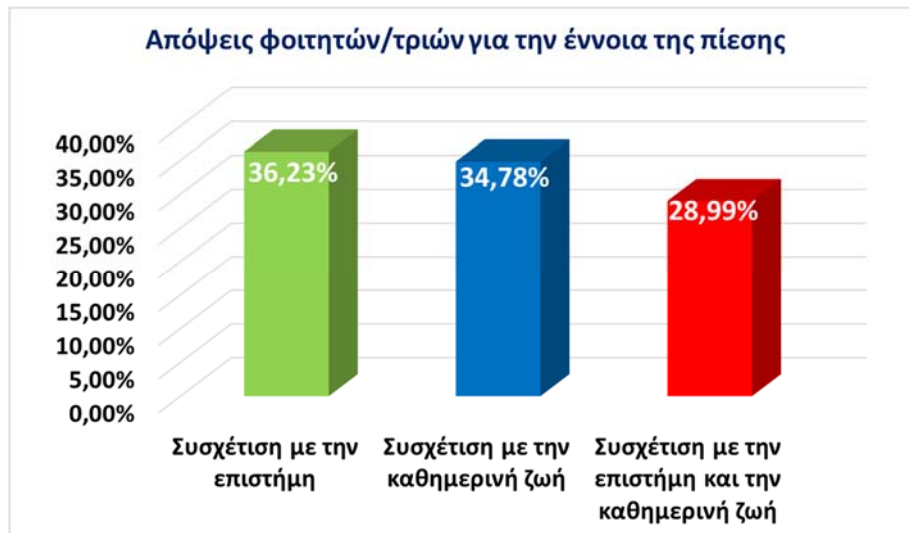
Σχήμα 1: Απόψεις φοιτητών/τριών σχετικά με την έννοια της δύναμης

Από την ανάλυση των απόψεων των φοιτητών/τριών σχετικά με την έννοια της δύναμης (Σχήμα 1) αναδεικνύεται το γεγονός ότι ο μεγαλύτερος αριθμός συμμετεχόντων (55,56%) αποδίδει τις έννοιες της δύναμης με όρους που συσχετίζονται με την επιστήμη, ενώ ένα ποσοστό 25,93% χρησιμοποιούν επιστημονικούς όρους, αλλά εμπλέκουν και όρους καθημερινού λόγου. Επιπλέον, το 18,53% των φοιτητών/τριών προσπάθησαν να περιγράψουν την έννοια της δύναμης με όρους και παραδείγματα της καθημερινής ζωής.



Σχήμα 2: Επιστημονική ορθότητα απαντήσεων φοιτητών/τριών για την έννοια της δύναμης

Η ανάλυση των καταγεγραμμένων απόψεων των φοιτητών/τριών ως προς την επιστημονική ορθότητα (Σχήμα 2) αποκαλύπτει το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (70,37%) των απαντήσεων, ανεξάρτητα με τον χρησιμοποιήθηκε επιστημονική ορολογία ή όχι για την έννοια της δύναμης είναι επιστημονικά λανθασμένο, ενώ το 29,63% των ερωτηθέντων την περιέγραψαν με επιστημονικά ορθό τρόπο.



Σχήμα 3: Απόψεις φοιτητών/τριών σχετικά με την έννοια της πίεσης

Η ανάλυση των απόψεων των φοιτητών/τριών σχετικά με την έννοια της πίεσης (Σχήμα 3) αποκαλύπτει μια κατανομή, όπου παρατηρείται μια σχεδόν ισοκατανομή των ποσοστών σε όλες τις κατηγορίες. Ένα ποσοστό (36,23%) υιοθετεί επιστημονική ορολογία, , ένα σημαντικό ποσοστό (34,78%) συνδυάζει επιστημονικούς όρους με εκφράσεις και παραδείγματα της καθημερινής γλώσσας, ενώ το 28,99% των ερωτηθέντων επιχειρεί να περιγράψει την έννοια της πίεσης βασισμένο αποκλειστικά σε καθημερινά παραδείγματα και μη επιστημονική ορολογία.



Σχήμα 4: Επιστημονική ορθότητα απαντήσεων φοιτητών/τριών για την έννοια της πίεσης

Η αξιολόγηση της επιστημονικής ορθότητας των απόψεων των φοιτητών/τριών (Σχήμα 4), ανεξάρτητα από το αν οι φοιτητές/τριες χρησιμοποίησαν επιστημονική ορολογία ή όχι, αναδεικνύει ότι το 68,52% των απαντήσεων σχετικά με την έννοια της πίεσης κρίνεται επιστημονικά λανθασμένο. Το 31,48% των φοιτητών/τριών περιέγραψαν την έννοια αυτή με επιστημονικά μερικώς ορθό τρόπο, ενώ κανένας από τους συμμετέχοντες δεν διατύπωσε πλήρως επιστημονικά ορθή άποψη.

Ποιοτική ανάλυση δεδομένων

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του focus group η ανάδειξη των τριών μεγάλων κατηγοριών απαντήσεων οφείλεται στο γεγονός ότι οι φοιτητές/τριες του δείγματος είχαν διαφορετικό επιστημονικό υπόβαθρο σε σχέση με τη φυσική, όχι απαραίτητα εξαρτώμενο από την κατεύθυνση σπουδών που είχαν επιλέξει πριν την εισαγωγή τους στο Πανεπιστήμιο. Υπήρχαν οι φοιτητές που προέρχονταν από την κατεύθυνση των Ανθρωπιστικών Σπουδών, αλλά με μειωμένο ενδιαφέρον στη φυσική, γεγονός που επηρέασε τις αντιλήψεις και τις απόψεις τους. Μεγάλος αριθμός των φοιτητών αυτών υποστήριξε ότι η Φυσική δεν ήταν ένα από τα αγαπημένα τους μαθήματα στο σχολείο, καθώς τη θεωρούσαν δύσκολη και πολύπλοκη. Πιο συγκεκριμένα ανέφεραν:

«Η φυσική είναι πολύ δύσκολη, ποτέ δε με ενδιέφερε και ποτέ δεν προσπάθησα να την κατανοήσω», Φ1,

«Η φυσική πάντα μου φαινόταν βαρετή και πολύπλοκη και δε μπορούσα να τη συσχετίσω με την καθημερινή ζωή», Φ2.

Επιπλέον, υπήρχαν φοιτητές/τριες που τόνισαν την έλλειψη ενδιαφέροντος για το μάθημα και τα θετικά μαθήματα γενικότερα, δηλώνοντας ότι

«Ποτέ δεν ήμουν καλός στα μαθηματικά και τη φυσική και απέφευγα να ασχοληθώ με αυτά», Φ3.

«Η φυσική δεν με ενδιέφερε, δεν ασχολήθηκα ξανά με αυτή από το Γυμνάσιο, προτιμούσα την ιστορία και τη λογοτεχνία που μπορούσα να τα καταλάβω πιο εύκολα» Φ4.

Παρόλα αυτά, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του focus group, υπήρχε μια μεγάλη ομάδα φοιτητών/τριών που προέρχονταν από την κατεύθυνση των Ανθρωπιστικών Σπουδών, η οποία υποστήριξε ότι μολονότι τους δυσκόλευε η φυσική, ήταν σε θέση να αντιληφθούν την αξία και τη σημασία της στην καθημερινή ζωή προκαλώντας πάντοτε την περιέργεια τους για την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων. Όπως υποστήριξαν:

« Η Φυσική μου άρεσε πάντα και πότε δεν την παράτησα μέχρι την Γ' Λυκείου που έπρεπε δώσω Πανελλήνιες με την Ανθρωπιστική κατεύθυνση», Φ5.

«Ξέρω πόσο σημαντική είναι η φυσική για την ερμηνεία του κόσμου γύρω μας, αν και πολλές φορές είναι δύσκολο να καταλάβω κάποιες έννοιες της», Φ6.

«... Η Φυσική μου αρέσει ακόμα και τώρα και μου προκαλεί μεγάλο ενδιαφέρον το να προσπαθήσω να καταλάβω τα φυσικά φαινόμενα που συμβαίνουν στην καθημερινότητα...», Φ7.

Η τρίτη ομάδα φοιτητών/τριών που αναδείχθηκε από τις συζητήσεις του focus group ήταν οι προερχόμενοι φοιτητές/τριες από τον προσανατολισμό Θετικών Σπουδών, αλλά και Οικονομίας και Πληροφορικής, οι οποίοι έχοντας περισσότερη επαφή με το μάθημα, εκδήλωναν θετικότερη στάση για τη φυσική. Οι φοιτητές/τριες επισήμαναν:

«Η φυσική πάντα ήταν ένα από τα αγαπημένα μου μαθήματα και οι έννοιές της μου προκαλούσαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον», Φ8.

«Η Φυσική ήταν το μάθημα που ικανοποιούσε την περιέργειά μου και απαντούσε στις ερωτήσεις που είχα από μικρός για τον τρόπο λειτουργίας του κόσμου γύρω μας», Φ9.

Επίσης, ένας φοιτητής που είχε επιλέξει στο Λύκειο και το μάθημα της Βιολογίας, απάντησε ότι:

«Καταλάβαινα τη χρησιμότητα του μαθήματος, καθώς έδινε το υπόβαθρο για την κατανόηση πολλών βιολογικών φαινομένων», Φ10.

Επίσης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του focus group, η προσπάθεια των φοιτητών να χρησιμοποιήσουν επιστημονική ορολογία οφείλεται στο ότι οι απόψεις τους ζητήθηκαν από τον διδάσκοντα/ερευνητή στο πλαίσιο ενός πανεπιστημιακού μαθήματος Φυσικών Επιστημών, γεγονός που επηρέασε τον τρόπο με τον οποίο απάντησαν. Πιο συγκεκριμένα ανέφεραν:

«Προσπάθησα να δώσω έναν ορισμό πιο επίσημο γιατί μου ζητήθηκε να το κάνω στο μάθημα της Φυσικής οπότε έπρεπε να πω κάτι πιο επιστημονικό...», Φ11.

«.. Αν μου ζητούσαν αλλού να πω τι είναι δύναμη μπορεί να έλεγα διαφορετικά πράγματα», Φ12.

«..Προσπάθησα να πω την άποψή μου για το τι είναι πίεση με βάση αυτά που ήξερα από την Φυσική γιατί μου το ζήτησε ο δάσκαλος την ώρα του μαθήματος..», Φ13.

Συζήτηση

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας υπογραμμίζουν τη σημαντική επίδραση της πολυσημίας των εννοιών της δύναμης και της πίεσης στη διαμόρφωση των απόψεων των φοιτητών/τριών σχετικά με τις έννοιες αυτές. Στο πλαίσιο αυτό, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η κατανόηση των παρανοήσεων αυτών, αλλά και των εναλλακτικών αντιλήψεων των φοιτητών/τριών, καθώς μπορεί να οδηγήσει στην υιοθέτηση κατάλληλων εκπαιδευτικών πρακτικών και διδακτικών μεθόδων που θα ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες των μαθητών και των μελλοντικών δασκάλων. Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματική διαχείριση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών από τον εκπαιδευτικό είναι η επιτυχής διαχείριση των δικών του εναλλακτικών αντιλήψεων, καθώς λίγοι δάσκαλοι έχουν κατανοήσει σωστά το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών που θα διδάξουν στο δημοτικό σχολείο, γεγονός που λειτουργεί ως ένα επιπρόσθετο εμπόδιο στην κατανόηση των φυσικών εννοιών από τους μαθητές (Fleury & Bentley, 1991). Οι εμπειρίες από την καθημερινή τους ζωή, έχει αποδειχθεί ότι μπορούν να λειτουργήσουν είτε ως γέφυρες είτε ως εμπόδια στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών (Brown & Clement, 1989). Η έλλειψη γνώσης του διδακτικού αντικειμένου, αλλά και η μη ταύτιση των απόψεων με τις επιστημονικές, θα επηρεάσουν μετέπειτα τις διάφορες διαδικασίες (οργάνωση δραστηριοτήτων, φύση των ερωτήσεων, κατανόηση των προϋπαρχουσών αντιλήψεων των μαθητών) που θα υιοθετήσουν ως μελλοντικοί δάσκαλοι κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Schoon & Boone, 1998).

Από τις ποιοτικές, αλλά και ποσοτικές προσεγγίσεις ανάλυσης των γραπτώς καταγεγραμμένων απόψεων των φοιτητών/τριών του δείγματος προέκυψαν τρεις μεγάλες κατηγοριοποιήσεις σχετικά με τις υπό μελέτη έννοιες ως προς τη συσχέτιση τους με την επιστήμη και την καθημερινή ζωή. Οι τρεις μεγάλες κατηγορίες σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανάλυσης οφείλονται στο διαφορετικό γνωστικό υπόβαθρο των ερωτηθέντων σε σχέση με τη Φυσική, η οποία δε συσχετίζεται απαραίτητα με τον προσανατολισμό σπουδών που είχαν ως μαθητές/τριες πριν την εισαγωγή τους στο Πανεπιστήμιο. Με βάση τις συζητήσεις των ομάδων εστίασης οι τρεις μεγάλες ομάδες που αναδείχθηκαν είναι:

- Η ομάδα φοιτητών/τριών που προέρχονται από τον προσανατολισμό των Ανθρωπιστικών Σπουδών και δεν διατήρησαν κάποια επαφή με το μάθημα της Φυσικής
- Η ομάδα φοιτητών/τριών που προέρχονται από την κατεύθυνση των Ανθρωπιστικών Σπουδών, που διατήρησαν την επαφή τους με τη Φυσική στο πλαίσιο είτε της τυπικής είτε της άτυπης μάθησης αναγνωρίζοντας την αξία και τη σημασία της στην καθημερινή ζωή. Κίνητρο για τη διέγερση της περιέργειάς τους αποτελούσε η προσπάθεια ερμηνείας των καθημερινών φυσικών φαινομένων.
- Η ομάδα φοιτητών/τριών που προέρχονται από τον προσανατολισμό Θετικών Σπουδών, αλλά και Οικονομίας και Πληροφορικής, οι οποίοι διατήρησαν μια μακροχρόνια επαφή με την επιστήμη της Φυσικής και εξέφραζαν τη θετική τους στάση σε όλη τη διάρκεια των σχολικών τους σπουδών.

Οι στάσεις και αντιλήψεις των ερωτηθέντων διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση των απόψεών τους με αποτέλεσμα να παρατηρείται η προσπάθεια απόδοσης των εννοιών της δύναμης και της πίεσης με όρους προσκείμενους στην επιστήμη, παρά το ότι οι περισσότεροι φοιτητές/τριες προέρχονταν από τον προσανατολισμό Ανθρωπιστικών Σπουδών.

Σημαντική επίδραση, όπως αποκάλυψαν τα ευρήματα της έρευνας, στην απόδοση των απαντήσεων των φοιτητών/τριών με την αξιοποίηση επιστημονικών όρων, άσκησε το πλαίσιο του ακαδημαϊκού μαθήματος της Φυσικής εντός του οποίου ρωτήθηκαν. Όπως οι ίδιοι τόνισαν κατά τη διατύπωση των απόψεών τους δε θα χρησιμοποιούσαν επιστημονική ορολογία ή δε θα εξέφραζαν τις ίδιες απόψεις εάν η ερώτηση πραγματοποιούνταν εκτός ακαδημαϊκού πλαισίου, σε έναν άλλο χώρο και σε άλλη χρονική στιγμή.

Αυτή η διαπίστωση υπογραμμίζει τη σημασία του πλαισίου στο οποίο συλλέγονται οι απαντήσεις των φοιτητών/τριών, καθώς μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη γλώσσα και τις έννοιες που χρησιμοποιούν. Σε ένα ακαδημαϊκό περιβάλλον, οι φοιτητές/τριες είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν την τυπική γλώσσα και τα θεωρητικά πλαίσια που σχετίζονται με το αντικείμενο μελέτης. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στις σιωπηρές προσδοκίες και τους κανόνες του ακαδημαϊκού λόγου, που εστιάζουν στην ακρίβεια, τη σαφήνεια και την τήρηση της καθιερωμένης ορολογίας.

Επιπλέον, οι απαντήσεις των φοιτητών για την έννοια της δύναμης και της πίεσης αναλύθηκαν ως προς την επιστημονική ορθότητα τους έχοντας όχι μόνο ως κριτήριο την ορθή χρήση της επιστημονικής ορολογίας, αλλά αξιολογώντας σε γενικότερο πλαίσιο την ορθότητα της επιστημονικής τους σκέψης ακόμα και αν γινόταν χρήση καθημερινής ορολογίας. Διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των απαντήσεων ήταν σαφώς διατυπωμένες, αλλά δεν ήταν επιστημονικά ορθές γεγονός που τεκμηριώνεται και από προγενέστερες έρευνες που αναδεικνύουν τη δυσκολία κατανόησης βασικών επιστημονικών εννοιών από τους φοιτητές/τριες παρά τη συνεχή έκθεσή τους σε αυτές κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής τους (Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994). Αξίζει να σημειωθεί ότι αρκετοί φοιτητές για τον ορισμό της δύναμης αξιοποίησαν όρους, όπως ικανότητα, δυνατότητα, ιδιότητα, ένταση και ισχύς, εκφράσεις που σχετίζονταν με τη σημασία της έννοιας στην καθημερινή ζωή και όχι στην επιστήμη.

Επίσης, αξιοσημείωτο είναι ότι η πλειοψηφία των φοιτητών/τριών για τον ορισμό της πίεσης αναφέρονταν στη δύναμη, γεγονός που αναδεικνύει τη ισχυρή σύγχυση που εντοπίζεται μεταξύ των δύο εννοιών και επεξηγεί την ισοκατανομή των απόψεων τους. Παρόλα αυτά, η ύπαρξη φοιτητών/τριών που απέδωσαν τις έννοιες με μη επιστημονικούς όρους υπογραμμίζει ότι η επιστημονική σκέψη δεν περιορίζεται αποκλειστικά στην τυπική ορολογία. Ιδιαίτερη εντύπωση προκάλεσαν οι αναφορές των συμμετεχόντων για την υδροστατική πίεση ως επηρεαζόμενη από τον όγκο του υγρού που βρίσκεται το σώμα, αντίληψη που αναφέρεται και σε άλλες έρευνες (Firdausi et al., 2019).

Αξίζει να σημειωθεί ότι και το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, όπως είναι δομημένο από το δημοτικό έως το λύκειο, εστιάζοντας στη στείρα απομνημόνευση, δεν προάγει την πλήρη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών. Συγκεκριμένα, στο δημοτικό η εισαγωγή της Φυσικής γίνεται μέσω απλών παραδειγμάτων που σκοπό έχουν να διεγείρουν την περιέργεια των μαθητών, ενώ στο γυμνάσιο απαιτείται η κατανόηση πιο σύνθετων φαινομένων και εννοιών. Στο λύκειο, με την επιλογή κατευθύνσεων, επηρεάζεται η έκταση και η φύση της διδασκαλίας του μαθήματος, αφού οι μαθητές που επιλέγουν τη θεωρητική κατεύθυνση έχουν περιορισμένη επαφή με το μάθημα, ενώ στη θετική και την τεχνολογική κατεύθυνση υπάρχει εντατική ενασχόληση. Η διαφοροποίηση αυτή, σε συνδυασμό με το ενδιαφέρον ή την αδιαφορία που έδειχναν για τις φυσικές επιστήμες οι φοιτητές/τριες ως μαθητές/τριες, αιτιολογεί και τις μεγάλες αποκλίσεις στις γνώσεις και τις αντιλήψεις τους, όπως προκύπτει και από τις καταγεγραμμένες απόψεις τους. Συνεπώς, οι υποψήφιοι δάσκαλοι φέρουν την ακαδημαϊκή γνώση που έλαβαν κατά τη διάρκεια των σπουδών τους, αλλά και κάποιες

εναλλακτικές ιδέες, που σχετίζονται με τον επιστημονικό γραμματισμό, τις οποίες ως ενήλικες διατηρούν, ακόμα και μετά την ολοκλήρωση όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης (Kotsis & Panagou, 2022).

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα αποσκοπούσε στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο προπτυχιακοί φοιτητές/τριες παιδαγωγικού τμήματος αποδίδουν τις έννοιες της δύναμης και της πίεσης πριν τη διδασκαλία τους. Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι η κατανόηση και οι οπτικές των φοιτητών/τριών μπορεί να εκτείνονται πέρα από τα όρια της ακαδημαϊκής γλώσσας και των επιστημονικών εννοιών. Η ευκαιρία έκφρασης απόψεων σε πιο άτυπες καταστάσεις ευνοεί τη χρήση διαφορετικής γλώσσας, αντλώντας δεδομένα από ένα ευρύτερο φάσμα εμπειριών και γνώσεων. Αυτό επισημαίνει την αξία της διαφοροποίησης των μεθόδων αξιολόγησης που ξεπερνούν τα αυστηρά πλαίσια του ακαδημαϊκού λόγου.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας υπογραμμίζουν την ανάγκη βελτίωσης της διδασκαλίας των επιστημονικών εννοιών, αλλά και αναθεώρησης της δομής του αναλυτικού προγράμματος σπουδών των Φυσικών Επιστημών από το δημοτικό έως το λύκειο. Η αναγνώριση και η κατανόηση των παρερμηνειών και των εναλλακτικών νοητικών μοντέλων που διαμορφώνουν οι φοιτητές/τριες κατά τη διάρκεια της μάθησης, αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την υλοποίηση κατάλληλων εκπαιδευτικών πρακτικών και διδακτικών μεθόδων. Η υιοθέτηση τέτοιων μεθόδων, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τις ιδιαίτερες ανάγκες και αντιλήψεις των μαθητών, δύναται να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και να προετοιμάσει καλύτερα τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι μαθητές τους. Η αποτελεσματική διαχείριση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών στις φυσικές επιστήμες στο δημοτικό σχολείο προϋποθέτει την αυτογνωσία και αυτοδιαχείριση του εκπαιδευτικού όσον αφορά τις δικές του αντιλήψεις. Η ελλιπής γνώση των φυσικών επιστημών από πολλούς δασκάλους αποτελεί εμπόδιο στην ουσιαστική κατανόηση των φυσικών εννοιών από τους μαθητές (Fleury & Bentley, 1991).

Συνοψίζοντας, τα ευρήματα της μελέτης υπογραμμίζουν την περίπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ πλαισίου, γλώσσας και κατανόησης των φοιτητών/τριών. Αναγνωρίζοντας την επιρροή του ακαδημαϊκού πλαισίου στις απαντήσεις των φοιτητών/τριών, κρίνεται αναγκαία η δημιουργία περισσότερο συμπεριληπτικών και αυθεντικών πρακτικών αξιολόγησης, ώστε να καταγράφεται το πλήρες εύρος των γνώσεων, των οπτικών και των εμπειριών των φοιτητών/τριών, καθώς αυτό δεν αναιρεί απαραίτητα την ύπαρξη της επιστημονικής σκέψης και φιλοσοφίας των υποψηφίων εκπαιδευτικών.

Αναφορές

Akbas, Y., & Gencturk, E. (2011). The effect of conceptual change approach to eliminate 9th grade high school students' misconceptions about air pressure. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 11(4), 2207-2222.

Brown, D. E., & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18(4), 237-261.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). Making sense of secondary science: *Research into children's ideas*. Routledge.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των μαθητών* (μτφ. Μ. Χατζή). Αθήνα: Τυπωθήτω.

Emiliani, C. (1987). *Dictionary of the Physical Sciences*. Oxford University Press.

Firdausi, F., Yuliati, L., & Parno, P. (2019). Students' Conceptual Errors on Hydrostatic Pressure and Bouyancy Theory. *Journal Pendidikan Sains* 7(1), 29-34.

Fleury, S., & Bentley, M. (1991). Educating elementary science teachers: Alternative conceptions of the nature of science. *Teaching Education*, 3(2), 57-67.

Hewitt, P. (2009). *Οι έννοιες της Φυσικής*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Kotsis, K. T., & Panagou, D. (2022). Using alternative ideas for determining the learning curve on the concept of force. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 495-506.

Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage Publications.

Liddell, H.G., & Scott, R. (2007). *Λεξικό της Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσας* (Επιτομή του Μεγάλου Λεξικού). Εκδόσεις Πελεκάνος.

Schoon, K., & Boone, W. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Science Education*, 82(5), 553-568.

Stavropoulos, D. N & Hornby, A. S. (1998). *Oxford English – Greek Learner’s Dictionary*. Oxford University Press.

Sutton, C. (2002). *Οι Λέξεις, οι Φυσικές Επιστήμες και η Μάθηση*. (Μ. Κασούτας & Δ. Λαθούρης, Μετ.) Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα: τυπωθήτω - Γιώργος Δαρδανός.

Κουμαράς, Π. (2015). *Μονοπάτια της σκέψης στον κόσμο της Φυσικής*. Αθήνα: Gutenberg.

Μπαμπινιώτης, Γ. (2002). *Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας*. Κέντρο Λεξικολογίας. Αθήνα.

Σπυράτου, Ε., Βαρσάμου, Α. & Τσελφές, Β. (2009). Ιδέες μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών: σημασίες λέξεων στη μητρική/ τοπική γλώσσα; Στο Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α. και Ζουπίδης, Α. (επιμ). *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών*, Φλώρινα: ΠΔΜ-ΠΤΝ, 790-797.

Χαραλαμπάκης, Χ. (Επιμ.). (2014). *Χρηστικό Λεξικό της Νεοελληνικής Γλώσσας*. Ακαδημία Αθηνών.