

# 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



## ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Γεώργιος Στύλος,

Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ  
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



Ιωάννινα  
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Κριτική αποτίμηση του επιστημονικού πεδίου της Φύσης της Επιστήμης (ΦΤΕ) και αναζήτηση συνεργειών με μία εναλλακτική ατζέντα για τη φύση των επιστημών (ΦΤΕν)

Δημήτριος Σχίζας

doi: [10.12681/codiste.6840](https://doi.org/10.12681/codiste.6840)

# ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ (ΦΤΕ) ΚΑΙ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΣΥΝΕΡΓΕΙΩΝ ΜΕ ΜΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΑΤΖΕΝΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΦΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ (ΦΤΕΝ)

Δημήτριος Σχίζας<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Επίκουρος καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Θεσσαλίας

[dschizas@uth.gr](mailto:dschizas@uth.gr)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εξετάζει την βιβλιογραφία γύρω από την τρέχουσα συναινετική ατζέντα της Φύσης της Επιστήμης μέσα από μια επιστημολογική οπτική και συμπεραίνει ότι το εν λόγω επιστημονικό πεδίο στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών δεν έχει αρκετά ισχυρή εξηγητική δύναμη λόγω του τρόπου με τον οποίο είναι δομημένο. Στη συνέχεια, προσπαθεί να δείξει το πώς μια εναλλακτική ατζέντα της Φύσης των Επιστημών που θα επικεντρώνεται στα μοναδικά επιστημολογικά χαρακτηριστικά της κάθε επιστήμης μπορεί να βοηθήσει το πεδίο να ξεπεράσει το επιστημολογικό του αυτό πρόβλημα.

Λέξεις κλειδιά: Φύση της Επιστήμης (ΦΤΕ), Φύση των Επιστημών (ΦΤΕν)

## CRITICAL ASSESSMENT OF THE SCIENTIFIC FIELD OF THE NATURE OF SCIENCE (NOS) AND SEARCH FOR SYNERGIES WITH AN ALTERNATIVE AGENDA FOR THE NATURE OF THE SCIENCES (NOTSS)

Dimitrios Schizas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Primary Education, School of Humanities and Social Sciences, University of Thessaly, Volos, Greece

[dschizas@uth.gr](mailto:dschizas@uth.gr)

## ABSTRACT

*This paper examines the literature around the current consensus-based agenda of the Nature of Science from an epistemological perspective and concludes that this scientific field in the area of Science Education does not have a strong enough explanatory power due to the way it is structured. It then attempts to show how an alternative Nature Of The Sciences (NOTSS) agenda that focuses on the unique epistemological features of each science can help the field overcome this epistemological problem.*

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης (ΦτΕ) από τους εκπαιδευόμενους θεωρείται σημαντική συνιστώσα του επιστημονικού γραμματισμού στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Kampourakis, 2016) και συμπληρώνει τις άλλες δυο συνιστώσες, δηλαδή την εννοιολογική και τη διαδικαστική γνώση.

Ο καθορισμός των ιδεών για τη ΦτΕ που πρέπει να διδάσκονται οι εκπαιδευόμενοι είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα που βρίσκεται σε διαρκή συζήτηση μεταξύ των μελών της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας. Παρά το γεγονός αυτό, μία από τις προτάσεις για τις ιδέες της ΦτΕ που πρέπει να διδάσκονται έχει κυριαρχήσει στη διεθνή σκηνή τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Πρόκειται για την ατζέντα που προτάθηκε από τον Lederman, τον Abd-El Khalick και τους συνεργάτες τους (Lederman et al., 2002), η οποία εμφανίζει πολλές συγκλίσεις με τις σχετικές ατζέντες που προτάθηκαν από άλλους ερευνητές (McComas, 2014; Niaz, 2009; Osborne et al., 2003) και περιλαμβάνει έναν μικρό αριθμό επιστημονικών και μη-επιστημονικών κριτηρίων όπως: (α) η επιστημονική γνώση είναι εμπειρική, προσωρινή, φορτισμένη με θεωρία, ενσωματωμένη σε κοινωνικά και πολιτισμικά πλαίσια και προϊόν μιας επιστημονικής μεθόδου που δεν είναι καθολική και χαρακτηρίζεται από την ανθρώπινη φαντασία και τη δημιουργικότητα, και (β) οι επιστημονικοί νόμοι είναι περιγραφικές δηλώσεις σχετικά με τα πρότυπα που διέπουν τα φυσικά φαινόμενα και διαφέρουν από τις επιστημονικές θεωρίες, οι οποίες είναι εξηγήσεις των εν λόγω προτύπων.

Αυτή η ατζέντα οδήγησε σε ένα μεγάλο αριθμό σημαντικών ερευνητικών μελετών (Lederman, 2007). Ωστόσο, έχει επικριθεί από πολλούς ερευνητές της ΦτΕ ως ανεπαρκής, επειδή δεν μπορεί να περιγράψει πλήρως την επιστήμη σε όλη της την πολυπλοκότητα και ετερογένεια (van Dijk, 2011).

Η ομάδα των Lederman, Abd-El Khalick και συνεργατών έχει απαντήσει σε αυτούς τους επικριτές (Schwartz et al., 2012), αλλά τα επιχειρήματά τους δεν είναι αρκετά πειστικά και η πλειονότητα των ερευνητών παραδέχεται ότι επιστημολογικές ιδέες που εστιάζουν στα μοναδικά χαρακτηριστικά της κάθε επιστήμης θα πρέπει να συμπληρώσουν την τρέχουσα κυρίαρχη ατζέντα (Kampourakis, 2016). Εάν όμως παραδεχτούμε μαζί με αρκετούς ερευνητές της ΦτΕ ότι η τρέχουσα προσέγγιση της ΦτΕ έχει αποδειχθεί αρκετά αποτελεσματική στη διδασκαλία και εκμάθηση ζητημάτων φύσης της επιστήμης, τότε γιατί είναι απαραίτητο η προσέγγιση αυτή να συμπληρωθεί από μια εναλλακτική προσέγγιση της φύσης της επιστήμης που θα εστιάζει στα μοναδικά χαρακτηριστικά της κάθε επιστήμης; Υπάρχουν προβλήματα με την τρέχουσα προσέγγιση; Και πώς μπορεί η εναλλακτική αυτή προσέγγιση να βοηθήσει την πρώτη να ξεπεράσει αυτά τα προβλήματα;

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στο να απαντήσει στα ερωτήματα αυτά. Κατ' αρχάς, θα περιγράψει και θα εξηγήσει ένα από τα επιστημολογικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η τρέχουσα ατζέντα για τη ΦτΕ, το οποίο αναφέρεται στην εξηγητική της δύναμη. Στη συνέχεια, θα επιχειρήσει να ρίξει φως στο πώς μια εναλλακτική πρόταση για τη Φύση των Επιστημών (ΦτΕν) μπορεί να συμπληρώσει την τρέχουσα ατζέντα και να τη βοηθήσει να ξεπεράσει το εν λόγω πρόβλημα.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ/ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Μια προκαταρκτική διερεύνηση από μια κριτική σκοπιά της βιβλιογραφίας για τη ΦτΕ στο χώρο της Διδακτικής των φυσικών επιστημών είναι ικανή να φωτίσει προβλήματα που αντιμετωπίζει η τρέχουσα έρευνα. Πολλές εμπειρικές μελέτες συγκρίνουν τις πραγματικές γνώσεις των μαθητευόμενων για τη ΦτΕ με τις καθιερωμένες γνώσεις της ΦτΕ που επιθυμούν οι ερευνητές από τους μαθητευόμενους να γνωρίζουν. Ενώ αυτές οι μελέτες είναι πολύτιμες επειδή παρουσιάζουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητευόμενων για

τη ΦτΕ, είναι κυρίως περιγραφικές και στερούνται εξηγητικών πλεονεκτημάτων. Αυτό σημαίνει ότι αναγνωρίζουν και περιγράφουν τις παρανοήσεις των μαθητευόμενων σχετικά με τη ΦτΕ χωρίς όμως να παρέχουν εξηγήσεις σχετικά με το γιατί οι μαθητευόμενοι έχουν αυτές ή εκείνες τις παρανοήσεις ή χωρίς να εξετάζουν τις διάφορες δυσκολίες που αυτοί αντιμετωπίζουν στην κατανόηση των καθιερωμένων γνώσεων ΦτΕ. Επιπλέον, το ερώτημα γιατί ορισμένα στοιχεία της ΦτΕ είναι πιο εύκολα κατανοητά από άλλα παραμένει σε μεγάλο βαθμό ανεξερεύνητο (Cofré et al., 2019), παρά το γεγονός ότι πριν από χρόνια, ένας από τους κύριους υποστηρικτές της NOS, ο Raymond Lederman, εισήγαγε παρόμοια ερευνητικά ερωτήματα ως κρίσιμα ερωτήματα για τη μελλοντική έρευνα (Lederman, 2006).

Οι παραπάνω διαπιστώσεις εγείρουν ενδιαφέροντα ερωτήματα: Γιατί οι ερευνητές της ΦτΕ αποφεύγουν να παράσχουν εξηγήσεις για τις παρανοήσεις των μαθητευόμενων; Τι καθορίζει τα διάφορα επίπεδα δυσκολίας των καθιερωμένων γνώσεων της ΦτΕ; Αν η αιτιακή ή εξηγητική γνώση είναι κρίσιμη για την αποτελεσματική διδασκαλία της ΦτΕ, πώς μπορούμε να την επιτύχουμε;

Για να απαντήσουμε στα παραπάνω ερωτήματα, καθίσταται επιτακτική μια διεξοδική εξέταση της έρευνας που διεξάγεται γύρω από την τρέχουσα ατζέντα της ΦτΕ. Αυτή η εξέταση θα χρησιμοποιήσει τις έννοιες του «επιστημονικού πεδίου» και της «κοσμοθεωρίας» και θα βασιστεί σε ορισμένες επιστημολογικές απόψεις σχετικά με το ρόλο των υποκείμενων παραδοχών στη συγκρότηση των επιστημονικών πεδίων και στην ανάπτυξη επιστημονικών αντιπαραθέσεων (Baltas, 2000; Schizas, 2012).

Εν προκειμένω, συγκεκριμένες ερευνητικές περιοχές που πληρούν δομικά, ενδο-ερευνητικά και άλλα κριτήρια μπορούν να αναγνωριστούν ως διακριτά επιστημονικά πεδία (Fensham, 2004). Έλεγχος του σώματος των επιστημονικών πρακτικών και της τρέχουσας έρευνας γύρω από την τρέχουσα ατζέντα της ΦτΕ με βάση αυτά τα κριτήρια αποκαλύπτει ότι οι σχετικές πρακτικές και η αναδυόμενη έρευνα συγκροτούν το επιστημονικό πεδίο της ΦτΕ. Αυτή η αναγνώριση μας επιτρέπει να αναδιατυπώσουμε τα εξηγητικά προβλήματα της τρέχουσας έρευνας ως κυρίως επιστημολογικά. Συγκεκριμένα, οι δυσκολίες στην εξήγηση των παρανοήσεων των μαθητών και των δασκάλων τους σχετικά με τη ΦτΕ υποδηλώνουν ότι το επιστημονικό πεδίο της ΦτΕ στερείται επαρκούς εξηγητικής δύναμης.

Μια σύντομη ακόμα ιστορική αναδρομή του πεδίου της ΦτΕ μπορεί να προσφέρει σε χονδρικές γραμμές μια ερμηνεία του παραπάνω επιστημολογικού προβλήματος. Στα πρώτα στάδια του πεδίου της ΦτΕ, οι ερευνητές της διδακτικής των φυσικών επιστημών έπρεπε να παλέψουν με πολλούς και ετερογενείς ορισμούς για το τι είναι επιστήμη ή επιστημονική γνώση. Αυτό το σύνολο στοιχείων αποτελούσε ένα μάλλον χαοτικό θεωρητικό υπόβαθρο για το νέο πεδίο και οι ερευνητές δεν μπορούσαν να προσδιορίσουν το είδος του ερευνητικού αντικείμενου (π.χ., τη διδακτική ατζέντα) και να καθορίσουν τις μεθόδους έρευνας. Η γέννηση του πεδίου της ΦτΕ χρειαζόταν έναν συγκεκριμένο θεωρητικό πυρήνα και αυτός ο πυρήνας κατέστη εφικτός όταν οι ερευνητές προώθησαν τη συναινετική παραδοχή (ΣΠ), ότι δηλαδή μπορεί να υπάρξει μια λογική συναίνεση σε ορισμένες ελάχιστες επιστημολογικές ιδέες για τη φύση όλων των επιστημών (Matthews, 1994, σ. 8), σε πρωτεύον σημείο αναφοράς του νέου πεδίου. Αυτή η παραδοχή καθόρισε την προβληματική του πεδίου, έκανε την διδακτική ατζέντα συγκεκριμένη και υπαγόρευσε την ανάπτυξη κατάλληλων τεχνικών και ερευνητικών μεθόδων επηρεάζοντας το σχεδιασμό της έρευνας.

Περαιτέρω ανάλυση της ΣΠ υποδεικνύει ότι αυτή δεν είναι απλώς μια εξωτερική παραδοχή που διευκόλυνε την ανάδυση του πεδίου και την αρχική του διαμόρφωση βοηθώντας τους ερευνητές να πραγματοποιήσουν τον απαιτούμενο διδακτικό μετασχηματισμό, τη μετατροπή δηλαδή γνώσεων για τη φύση της επιστήμης σε διδακτικό αντικείμενο. Η ΣΠ έχει έναν συντακτικό ρόλο στις επιστημονικές πρακτικές του πεδίου της ΦτΕ και μπορεί να νοηθεί τόσο ως παραδοχή προτίμησης (preference assumption) όσο και ως συγκροτητική παραδοχή (constitutive assumption). Ως παραδοχή προτίμησης, η ΣΠ ικανοποιεί τα κριτήρια των ερευνητών για την επιλογή του τρέχοντος ερευνητικού προγράμματος από τις διαθέσιμες εναλλακτικές καθώς επιτρέπει

την ενσωμάτωση της τρέχουσας ατζέντας της ΦτΕ σε ευρείας κλίμακας αξιολογήσεις σε κρατικό ή εθνικό επίπεδο και ευνοεί την ένταξή της σε αναλυτικά προγράμματα και σε σχολικά εγχειρίδια. Επιπλέον, ως συγκροτητική παραδοχή, η ΣΠ υπήρξε καθοριστική για την καθιέρωση της συνοχής του πεδίου της ΦτΕ και τον καθορισμό της ταυτότητάς του.

Ο σημαντικός ρόλος που διαδραματίζει η ΣΠ στις επιστημονικές πρακτικές του πεδίου της ΦτΕ υποδηλώνει ότι οι ερευνητές της ΦτΕ μπορούν να δραστηριοποιούνται μονάχα εντός των θεωρητικών και μεθοδολογικών ορίων που θέτει η ίδια, περιορίζοντας την ικανότητά τους να διατυπώνουν ερευνητικά ερωτήματα ή να αντιμετωπίζουν εννοιολογικά προβλήματα πέρα από αυτά που προβλέπονται από τον θεωρητικό πυρήνα του πεδίου. Ο θεωρητικός πυρήνας του πεδίου, που βασίζεται στην ΣΠ, προσδιορίζει το αντικείμενο της έρευνας και χαράζει τον ορίζοντα εντός του οποίου αυτό μπορεί να μελετηθεί, επιτρέποντας συγκεκριμένες ερευνητικές επιλογές και επιβάλλοντας συγκεκριμένους περιορισμούς στην έρευνα.

Εστιάζοντας σε αυτές τις επιλογές και τους περιορισμούς η εργασία στοχεύει να αποκαλύψει γιατί το πεδίο της ΦτΕ έχει αποδυναμωμένη εξηγητική δύναμη. Επιπλέον, επερωτώντας τη CbA, οδηγούμαστε σε μια εναλλακτική ατζέντα για τη φύση των επιστημών και ανοίγουμε το δρόμο για να βελτιώσει το πεδίο της ΦτΕ την εξηγητική του δύναμη.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι επιλογές και οι περιορισμοί που επιβάλλει η ΣΠ στην τρέχουσα έρευνα είναι εμφανείς σε διάφορες εκδηλώσεις της. Πρώτον, η συναίνεση γύρω από τις γενικές επιστημολογικές απόψεις της φύσης της επιστήμης που προορίζονται για διδασκαλία, κρίσιμη για την επίτευξη των διδακτικών στόχων, περιορίζεται σε έναν μικρό και περιορισμένο αριθμό γνωστικών στοιχείων. Δεύτερον, αυτά τα στοιχεία είναι απομονωμένα και αποσυνδεδεμένα από ευρύτερες θεωρητικές ολότητες και ενιαία εννοιολογικά σύνολα. Λείπει η αλληλεπίδραση τόσο μεταξύ τους όσο και με άλλα επιστημολογικά στοιχεία που ενδεχομένως συγκροτούν τις πραγματικές και επιμέρους επιστημολογίες των διαφόρων επιστημών. Τρίτον, αυτά τα γνωστικά στοιχεία της ΦτΕ εμφανίζουν στο διηνεκές τα παραπάνω χαρακτηριστικά καθώς έχουν διατυπωθεί μία μόνο φορά και η συγκρότησή τους σε διδακτικό αντικείμενο είναι μια στατική διαδικασία που δεν ανταποκρίνεται στη δυναμική φύση των επιστημολογιών που διατρέχουν τις εξελισσόμενες φυσικές επιστήμες. Τέλος, η διατύπωσή τους τείνει να ευθυγραμμίζεται με περιγραφικές και όχι εξηγητικές ερευνητικές γραμμές, καθώς η φύση των εξηγήσεων συχνά βασίζεται σε κάποια μορφή σχέσεων μέρους-όλου (Ylikoski & Kuorikoski, 2010).

Πράγματι, οι ερευνητές του πεδίου της ΦτΕ μπορούν εύκολα να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με το αν οι μαθητές ή οι δάσκαλοί τους κατέχουν ένα συγκεκριμένο γνωστικό στοιχείο της ΦτΕ ή όχι και αν όχι, ποιες είναι οι παρανοήσεις ή οι εναλλακτικές τους απόψεις σχετικά με αυτό το στοιχείο. Ωστόσο, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με το γιατί οι μαθητές ή οι δάσκαλοί τους έχουν αυτές τις συγκεκριμένες παρανοήσεις ή εναλλακτικές αντιλήψεις. Σε αναλογία με ό,τι συμβαίνει με τα γνωστικά στοιχεία που συγκροτούν την τρέχουσα ατζέντα της ΦτΕ, οι παρανοήσεις των μαθητευόμενων σχετικά με τα στοιχεία αυτά γίνονται αντιληπτές ως απομονωμένες, διακριτές και ανεξάρτητες μεταξύ τους και δεν μπορούν να ενσωματωθούν σε ευρύτερες θεωρητικές ολότητες που μπορούν να εξυπηρετήσουν αιτήματα εξήγησης (Ylikoski & Kuorikoski, 2010). Έτσι για παράδειγμα το πεδίο της ΦτΕ, στην τρέχουσα κατάστασή του, δεν μπορεί να συνδέσει τις εναλλακτικές αντιλήψεις ενός δασκάλου για μια συγκεκριμένη επιστημολογική ιδέα της τρέχουσας ατζέντας με τις αντιλήψεις του για μια άλλη επιστημολογική ιδέα που περιλαμβάνεται στην εν λόγω ατζέντα και να συσχετίσει όλες αυτές τις ιδέες με το επαγγελματικό ή επιστημολογικό του προφίλ εντοπίζοντας πιθανές αιτιακές σχέσεις.

Επερωτώντας τώρα τη ΣΠ μπορούμε να οδηγηθούμε σε μια εναλλακτική ατζέντα για τη φύση των επιστημών (ΦτΕν), η οποία (α) προϋποθέτει ότι τα κριτήρια για το τι είναι επιστήμη προέρχονται από την οπτική των επιμέρους επιστημονικών κλάδων και (β) μετατοπίζει την έμφαση από τις ομοιότητες μεταξύ των κλάδων στις διαφορές και τις μοναδικές τους χαρακτηριστικές επιστημολογικές ιδιότητες. Αναπτύσσοντας αυτή την ατζέντα (Schizas et al., 2016· Schizas & Psillos, 2019· Schizas et al., 2020· Schizas et al., 2023), έχουμε χρησιμοποιήσει τις δύο κυρίαρχες κοσμοθεωρίες στον κόσμο των φυσικών επιστημών, δηλαδή την Νευτώνεια και τη νεο-Δαρβινική κοσμοθεωρία. Η Νευτώνεια κοσμοθεωρία περιλαμβάνει όλα τα φυσικά επιστημονικά πεδία που αποτελούν τη λεγόμενη κλασική φυσική, αντλεί τις ιδέες της από την κλασική μηχανική και βασίζεται σε θετικιστικές αρχές. Από την άλλη, η νεο-Δαρβινική κοσμοθεωρία αντλεί τις παραδοχές της από την εξελικτική βιολογία, διαφέρει από το θετικιστικό μοντέλο της επιστήμης και βασίζεται κυρίως στις τεχνικές της ερμηνευτικής και των ιστορικών επιστημών.

Αυτό που εδώ έχει σημασία, είναι ότι οι ορισμοί και τα διάφορα γνωστικά στοιχεία της ΦτΕν μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό εξηγητικό ρόλο στη διαδικασία κατανόησης των παρανοήσεων ή εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητευόμενων σχετικά με τη φύση της επιστημονικής γνώσης, επειδή μπορούν να συνδεθούν με ευρύτερες εννοιολογικές δομές και να συμπληρώσουν το περιεχόμενο των παρανοήσεων ή των εναλλακτικών τους αντιλήψεων με αιτιώδη γνώση (Schizas et al., 2016). Για παράδειγμα, η έρευνά μας (Schizas & Psillos, 2019· Schizas et al., 2023) δείχνει ότι πίσω από την παρανόηση των μαθητών σχετικά με το ότι το πείραμα είναι ένα απαραίτητο μεθοδολογικό βήμα για την απόκτηση επικυρωμένης επιστημονικής γνώσης μπορεί να βρίσκονται Νευτώνειες αντιλήψεις που θεωρούνται έγκυρες για όλες τις επιστήμες ή μπορεί να μην υπάρχουν σημαντικές αντιλήψεις της ΦτΕν σχετικά με το πώς οι ιστορικές-ερμηνευτικές επιστήμες όπως η Βιολογία διαφέρουν από τη Νευτώνεια λογική. Έτσι, μέρος της επιθυμητής αιτιώδους γνώσης είναι η εξής γενική υπόθεση προς διερεύνηση: Πίσω από τις παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με ένα θέμα της ΦτΕ ή της ΦτΕν μπορεί να βρίσκονται συγκεκριμένες αντιλήψεις ΦτΕν, οι οποίες όμως, θεωρούνται λανθασμένα έγκυρες για όλες τις επιστήμες ή μπορεί να μην υπάρχουν σημαντικές αντιλήψεις ΦτΕν που υποστηρίζουν την κατανόηση αυτών των θεμάτων.

Αξιοσημείωτο είναι ότι αυτή η γενική υπόθεση προς διερεύνηση μπορεί να ισχύει ακόμη και για ενημερωμένες αντιλήψεις των μαθητών και των δασκάλων τους σχετικά με τη φύση της επιστήμης. Εστιάζοντας ξανά στην έρευνά μας για τις παρανοήσεις των καθηγητών Βιολογίας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τη ΦτΕ και τη ΦτΕν (Schizas, et al., 2023), μπορούμε να αντλήσουμε το «παράξενο» συμπέρασμα ότι πίσω από ενημερωμένες τους αντιλήψεις για τη ΦτΕ μπορεί να βρίσκονται αλληλένδετες παρανοήσεις. Για παράδειγμα, η έρευνά μας δείχνει ότι στις αντιλήψεις των καθηγητών βιολογίας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης της Βιολογίας, η ενημερωμένη αντίληψη για την προσωρινότητα της επιστημονικής γνώσης συνδέεται αιτιακά με την παρανόηση ότι η βιολογία είναι νομοθετική επιστήμη. Έτσι, η προαναφερθείσα γενική υπόθεση προς διερεύνηση μπορεί να χρησιμεύσει ως ένας γενετικός αιτιώδης μηχανισμός που μπορεί να μας καθοδηγήσει στη διατύπωση πολλών υποθέσεων με εξηγητικά πλεονεκτήματα.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα επιστημολογικά προβλήματα του σημερινού πεδίου της ΦτΕ μας οδηγούν στο να εξετάσουμε την τρέχουσα δομή του και να αναζητήσουμε μελλοντικές συνέργειες με μια προσέγγιση της ΦτΕν που θα επικεντρώνεται στα μοναδικά χαρακτηριστικά της κάθε επιστήμης. Ο τρόπος που θα γίνει αυτό είναι ένα κρίσιμο ερώτημα που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Baltas, A. (2000). Classifying Scientific Controversies. In Machamer, P. K., Pera, M., & Baltas, A. (Eds.), *Scientific controversies: philosophical and historical perspectives*, (40-49). Oxford University Press, USA.
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M., & Vergara, C. (2019). A critical review of students' and teachers' understandings of nature of science. *Science & Education*, 28(3-5), 205-248. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>
- Fensham, P. J. (2004). Defining an identity: The evolution of science education as a field of research (Vol. 20). Springer Science & Business Media.
- Kampourakis, K. (2016). The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 667-682. <https://doi.org/10.1002/tea.21305>
- Lederman, N. G. (2006, June). Research on nature of science: reflections on the past, anticipations of the future. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(1), 1-11. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/research-on-nature-science-reflections-past/docview/1955896497/se-2?accountid=164385>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–879). Erlbaum.
- Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R., & Schwartz, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners’ conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York, NY: Routledge.
- McComas, W. F. (2014). Nature of science in the science curriculum and in teacher education programs in the United States. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1993–2023). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Niaz, M. (2009). *Critical appraisal of physical science as a human enterprise: Dynamics of scientific progress*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692–720. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Schizas, D. (2012). Systems ecology reloaded: A critical assessment focusing on the relations between science and ideology. In G. P. Stamou (Ed.), *Populations, biocommunities, ecosystems: A review of controversies in ecological thinking* (pp. 67 – 92). Oak Park, IL: Bentham Science.
- Schizas, D., & Psillos, D. (2019). Exploring physics teachers’ NOTSs (Nature Of The Sciences) conceptions and discussing their relation to the current domain-general NOS (Nature Of Science) agenda. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 23(2).
- Schizas, D., Psillos, D., & Papadopoulou, P. (2022). Bonding Nature of Science (NOS) and Nature of the Sciences (NOTSs) with Conceptual Knowledge: Introducing NOS and NOTSs Learning Objectives into the Teaching of ‘Homeostasis’. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 18(4), e2298. <https://doi.org/10.21601/ijese/12311>
- Schizas, D., Psillos, D., & Stamou, G. (2016). Nature of science or nature of the sciences?. *Science Education*, 100(4), 706-733. <https://doi.org/10.1002/scs.21216>
- Schizas, D., Psillos, D., & Stamou, G. (2020). Exploring secondary school biology teachers’ conceptions of explanations. *International Journal of Biology Education*, 2(1), 22-32.
- Schizas, D., Psillos, D., & Stamou, G. (2023). Exploring secondary school biology teachers’ conceptions of scientific laws and methods. *International Journal of Science Education*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2166373>
- Schwartz, R., Lederman, N., & Abd-El-Khalick, F. (2012). A Series of Misrepresentations: A Response to Allchin’s Whole Approach to Assessing Nature of Science Understandings. *Science education*, 96, 685-692. <https://doi.org/10.1002/scs.21013>

- Van Dijk, E. (2011). Portraying real science in science communication. *Science Education*, 95, 1086–110.  
<https://doi.org/10.1002/sce.20458>
- Ylikoski, P., & Kuorikoski, J. (2010). Dissecting explanatory power. *Philosophical studies*, 148(2), 201-219.  
<https://doi.org/10.1007/s11098-008-9324-z>