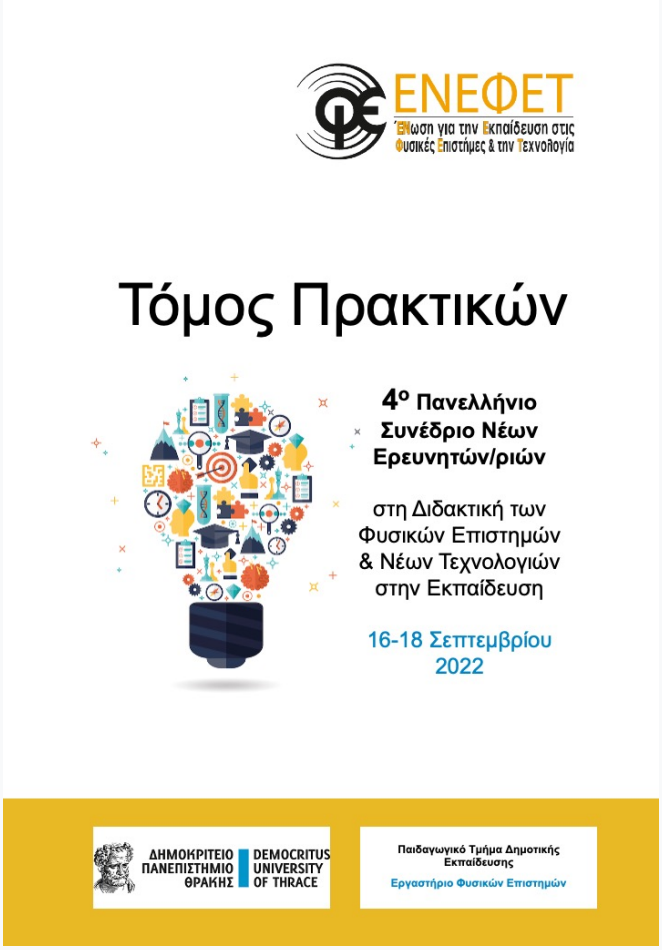
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών/τριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2024)

4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών



Απόψεις Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για Πτυχές της Φύσης της Επιστήμης: η Περίπτωση της Σχέσης των Επιστημονικών Νόμων έναντι των Θεωριών

Γλυκερία Σκεύα, Άννα Κλώθου, Αναστάσιος Ζουπίδης

doi: 10.12681/nrcodiste.5960

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 05/12/2025 19:30:11

Απόψεις Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για Πτυχές της Φύσης της Επιστήμης: η Περίπτωση της Σχέσης των Επιστημονικών Νόμων έναντι των Θεωριών

Γλυκερία Σκεύα[1], Άννα Κλώθου[2], Αναστάσιος Ζουπίδης[3]
[1]Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, [2]Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, [3]Επίκουρος Καθηγητής
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
glykskev@eled.duth.gr

Περίληψη

Η διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης κρίνεται απαραίτητη για τον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών και η αποτελεσματική διδασκαλία της απαιτεί ενημερωμένους εκπαιδευτικούς. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η ανίχνευση των απόψεων εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών ΠΕ04 για τη σχέση των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών. Επιλέχθηκαν η ποσοτική στρατηγική και το ερευνητικό εργαλείο SUSSI (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry), που συνδυάζει ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τα ευρήματα σχετικών διεθνών ερευνών, αναδεικνύοντας ότι οι επιστημονικοί νόμοι έναντι των θεωριών είναι μία πτυχή της ΦτΕ για την οποία οι Έλληνες εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν πολλές παρανοήσεις.

Abstract

The Nature of Science teaching is considered essential for students' scientific literacy and its effective teaching requires informed teachers. In the present study, the detection of Science teachers' views is attempted, regarding the relation between scientific laws and theories. The quantitative strategy was chosen, while the SUSSI (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry) questionnaire was used for data collection, as it combines closed and open type tasks. The results are in line with findings of relevant international studies, showing that scientific laws versus theories are an aspect of the Nature of Science about which Greek teachers present many misconceptions.

Λέξεις κλειδιά: η Φύση της Επιστήμης, εκπαιδευτικοί ΠΕ04
Key words: nature of Science, secondary Science teachers

1. Εισαγωγή

Η Φύση της Επιστήμης (ΦτΕ) είναι μια έννοια πολυδιάστατη και προϋποθέτει τη συμβολή διάφορων επιστημονικών περιοχών (Φιλοσοφία, Ψυχολογία, Κοινωνιολογία, κ.ά.) ώστε να συγκροτηθεί και να προσδιοριστεί εννοιολογικά (Lederman et al., 2014). Ταυτόχρονα, η διδασκαλία της ΦτΕ θεωρείται απαραίτητη για τον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών (Höttecke & Allchin, 2020). Πτυχές της ΦτΕ αναπτύσσονται σε προγράμματα σπουδών διάφορων ευρωπαϊκών χωρών, των ΗΠΑ, της Αυστραλίας και της Ν. Αφρικής και προτείνονται από διεθνείς οργανισμούς, όπως ο ΟΟΣΑ, μέσω του προγράμματος αξιολόγησης PISA.

Σύμφωνα με τον McComas (2020), ορισμένες ιδέες που περιγράφουν τη ΦτΕ και μπορούν να τεθούν ως εκπαιδευτικοί στόχοι είναι ότι η επιστημονική γνώση βασίζεται στα εμπειρικά δεδομένα και έχει προσωρινό χαρακτήρα, η επιστήμη έχει υποκειμενικό χαρακτήρα, ενώ η θεωρία και οι νόμοι αποτελούν διακριτά είδη γνώσης.

Ωστόσο, οι μαθητές σπάνια διδάσκονται πτυχές της ΦτΕ, κυρίως γιατί οι εκπαιδευτικοί συναντούν δυσκολίες στην αποτελεσματική διδασκαλία τους (Capps & Crawford, 2013), αλλά και διότι πέρα από ορισμένες σημειώσεις στις εισαγωγές τους δεν υπάρχουν σημαντικές

αναφορές στα σχολικά εγχειρίδια. Αναγνωρίζοντας τον ρόλο των εκπαιδευτικών στον επιστημονικό γραμματισμό των μαθητών, σημαντικός αριθμός ερευνών μελετά τις απόψεις τους για τις πτυχές της ΦτΕ (Lederman et al., 2014). Σε αυτό το θέμα εστιάζει η παρούσα έρευνα ελλείψει σχετικών ερευνών στην Ελλάδα.

2. Μεθοδολογία

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την περίοδο Μαΐου-Ιουνίου 2021 και συμμετείχαν 157 εκπαιδευτικοί ΠΕ04, με τους άντρες να είναι λίγο περισσότεροι από τις γυναίκες. Η διδακτική εμπειρία της πλειονότητας είναι από 12 έως 23 έτη. Όσον αφορά το ανώτερο εκπαιδευτικό τους επίπεδο, οι περισσότεροι έχουν τίτλο μεταπτυχιακών σπουδών και οι μισοί έχουν παρακολουθήσει επιμορφώσεις σχετικές με τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Το ερευνητικό εργαλείο που επιλέχθηκε για τη συλλογή δεδομένων και μεταφράστηκε στα ελληνικά είναι το ερωτηματολόγιο Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI), που δημιουργήθηκε από τους Liang et al. (2008). Τα κριτήρια επιλογής του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου αφορούν την αξιοποίησή του σε άλλες χώρες, όπως οι ΗΠΑ, η Κίνα και η Τουρκία, τον αποδεκτό δείκτη εσωτερικής συνοχής και το γεγονός ότι συνδυάζει ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου, εξασφαλίζοντας σε σημαντικό βαθμό την ανίχνευση των απόψεων των συμμετεχόντων. Ειδικότερα, αξιολογεί τις απόψεις των εκπαιδευτικών σε έξι πτυχές της ΦτΕ: παρατήρηση και συμπερασμός στην επιστημονική έρευνα, αλλαγή των επιστημονικών θεωριών, επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, κοινωνικές/πολιτισμικές επιδράσεις στην επιστημονική έρευνα, φαντασία/δημιουργικότητα των επιστημόνων και επιστημονική μεθοδολογία. Για καθεμία από αυτέςτις πτυχές υπάρχουν τέσσερις δηλώσεις κλειστού τύπου σε 5-βαθμη κλίμακα Likert και μία ερώτηση ανοικτού τύπου. Οι ερωτήσεις κλειστού τύπου περιλαμβάνουν δηλώσεις που αντιπροσωπεύουν είτε απλοϊκές απόψεις (naïve views) είτε ενημερωμένες απόψεις (informed views) για τη ΦτΕ (Πίνακας 1). Η εγκυροποίηση του μεταφρασμένου στα ελληνικά ερωτηματολογίου διασφαλίστηκε από δύο ερευνητές της ΔΦΕ, ενώ ο έλεγχος για την αξιοπιστία του έγινε με τον δείκτη Cronbach a, ο οποίος για το σύνολο των ερωτήσεων κλειστού τύπου ήταν 0,762 και κρίθηκε ικανοποιητικός.

3. Αποτελέσματα

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της τρίτης πτυχής της ΦτΕ (επιστημονικοί νόμοι έναντι θεωριών), η οποία, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, παρουσιάζει τις περισσότερες παρανοήσεις. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται α) τα αποτελέσματα της ανάλυσης δεδομένων από τις ερωτήσεις κλειστού τύπου, 5-βαθμης κλίμακας Likert, β) τα αποτελέσματα της ανάλυσης των ερωτήσεων ανοικτού τύπου, όπου αναζητήθηκαν οι απόψεις των εκπαιδευτικών μέσα από παραδείγματα που διατύπωσαν για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, και γ) οι συσχετίσεις των απόψεων των εκπαιδευτικών για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών με τις απόψεις τους για τις υπόλοιπες από τις έξι πτυχές της ΦτΕ.

Βλέποντας αναλυτικά τα αποτελέσματα των απαντήσεων από τις τέσσερις δηλώσεις κλειστού τύπου, σε 5-βαθμη κλίμακα Likert (Πίνακας 1), παρατηρείται ότι: Στη δήλωση 1 οι κατηγορίες «συμφωνώ» και «συμφωνώ απόλυτα» συγκεντρώνουν την πλειονότητα των απαντήσεων (59,2%), ενώ σχεδόν το ένα τρίτο των συμμετεχόντων (29,3%) διαφωνούν ή διαφωνούν απόλυτα με τη θέση αυτή. Στη δήλωση 2 παρατηρείται μια διάχυση απαντήσεων στις κατηγορίες «διαφωνώ», «δεν είμαι σίγουρος/η» και «συμφωνώ» με αντίστοιχα ποσοστά 39,5%, 20,4% και 28,0%. Στη δήλωση 3 η συντριπτική πλειονότητα των συμμετεχόντων (79,6%) τάσσονται στις κατηγορίες «συμφωνώ» και «συμφωνώ απόλυτα». Τέλος, στη δήλωση 4 οι κατηγορίες «συμφωνώ» και «συμφωνώ απόλυτα» συγκεντρώνουν την πλειονότητα των συμμετεχόντων (63,0%).

Πίνακας 1: Απόψεις των εκπαιδευτικών για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών (ερωτήσεις κλειστού τύπου)

	ΔΑ*	**Δ**	**ΔΣ**	**Σ**	**ΣΑ**
1. Οι επιστημονικές θεωρίες υπάρχουν στον φυσικό κόσμο και ανακαλύπτονται μέσω επιστημονικών διερευνήσεων (-)**	**13 (8,3%)**	**33 (21,0%)**	**18 (11,5%)**	**79 (50,3%)**	**14 (8,9%)**
2. Σε αντίθεση με τις θεωρίες, οι επιστημονικοί νόμοι δεν υπόκεινται σε αλλαγές (-)	**12 (7,6%)**	**62 (39,5%)**	**32 (20,4%)**	**44 (28,0%)**	**7 4,5%)**
3. Οι επιστημονικοί νόμοι είναι θεωρίες που έχουν επαληθευτεί (-)	**10 (6,4%)**	**12 (7,6%)**	**10 (6,4%)**	**108 (68,8%)**	**17 (10,8%)**
4. Οι επιστημονικές θεωρίες επεξηγούν τους επιστημονικούς νόμους (+)	**4 (2,5%)**	**19 (12,1%)**	**35 (22,3%)**	**82 (52,2%)**	**17 (10,8%)**

*ΔΑ: Διαφωνώ Απόλυτα, Δ: Διαφωνώ, ΔΣ: Δεν είμαι Σίγουρος/η, Σ: Συμφωνώ, ΣΑ: Συμφωνώ Απόλυτα
** (+): ενημερωμένη άποψη (informed view), (-): απλοϊκή άποψη (naïve view)

Στην ανοικτή ερώτηση ανταποκρίθηκαν 34 από τους συμμετέχοντες στην έρευνα (Πίνακας 2) και η πλειονότητα των συμμετεχόντων (47,1%) είχαν απλοϊκές απόψεις για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών, 23,5% είχαν μεταβατικές απόψεις, το 14,7% είχε μη ταξινομήσιμες απαντήσεις και το 14,7% είχε ενημερωμένες απόψεις.

Σύμφωνα με τη ρουμπρίκα βαθμολόγησης της ανοικτής ερώτησης, για να θεωρηθεί μία απάντηση ως ενημερωμένη θα έπρεπε να αναφερθεί πως οι επιστημονικές θεωρίες είναι καλά τεκμηριωμένες εξηγήσεις φυσικών φαινομένων ή επιστημονικών νόμων και ότι οι επιστημονικοί νόμοι και οι θεωρίες υπόκεινται σε αλλαγές. Πολλοί από τους συμμετέχοντες στην έρευνα, στην ανοικτή ερώτηση υποστήριξαν πως οι επιστημονικές θεωρίες δεν αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου, εάν βασίζονται σε ακριβή πειράματα, με αποτέλεσμα να ταξινομηθούν στις απλοϊκές απόψεις.

Πίνακας 2: Απόψεις των εκπαιδευτικών για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών (ερώτηση ανοικτού τύπου)

Ανοικτή ερώτηση	**Μη ταξινομήσιμες απόψεις**	**Απλοϊκές απόψεις**	**Μεταβατικές απόψεις**	**Ενημερω-μένες απόψεις**	**Πλήθος συμμετεχόντων**
«Να εξηγήσετε με παραδείγματα τη φύση των επιστημονικών θεωριών και των επιστημονικών νόμων, καθώς και τη διαφορά μεταξύ τους»	**5 (14,7%)**	**16 (47,1%)**	**8 (23,5%)**	**5 (14,7%)**	**34**

Όταν αναζητήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ των έξι πτυχών της ΦτΕ (Πίνακας 3), διαπιστώθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση στατιστικώς σημαντική μεταξύ των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών και της αλλαγής των επιστημονικών θεωριών ($r=0,228$, $p< .05$), καθώς και των κοινωνικών και πολιτισμικών επιδράσεων στην επιστημονική έρευνα ($r=0,207$, $p< .05$).

Πίνακας 3: Συσχέτιση των απόψεων των εκπαιδευτικών μεταξύ των πτυχών της ΦτΕ

		ΦτΕ1	**ΦτΕ2**	**ΦτΕ3**	**ΦτΕ4**	**ΦτΕ5**	**ΦτΕ6**
ΦτΕ1	Συντελεστής συσχέτισης Pearson	1	**0,205***	0,120	**0,322****	**0,172***	0,136
	Τιμή του p-value (sig.)		**0,01**	0,134	**0,000**	**0,032**	0,090
ΦτΕ2	Συντελεστής συσχέτισης Pearson		1	**0,228****	0,100	0,107	0,085
	Τιμή του p-value (sig.)			**0,004**	0,212	0,181	0,289
ΦτΕ3	Συντελεστής συσχέτισης Pearson			1	**0,207****	0,052	0,124
	Τιμή του p-value (sig.)				**0,009**	0,514	0,121
ΦτΕ4	Συντελεστής συσχέτισης Pearson				1	**0,250****	**0,174***
	Τιμή του p-value (sig.)					**0,002**	**0,029**
ΦτΕ5	Συντελεστής συσχέτισης Pearson					1	0,056
	Τιμή του p-value (sig.)						0,483
ΦτΕ6	Συντελεστής συσχέτισης Pearson						1
	Τιμή του p-value (sig.)						

*p<0,05 **p<0,01

ΦτΕ1: Παρατήρηση και *συμπερασμός* στην επιστημονική έρευνα

ΦτΕ2: Αλλαγή των επιστημονικών θεωριών

ΦτΕ3: Επιστημονικοί *νόμοι* έναντι των επιστημονικών *θεωριών*

ΦτΕ4: Κοινωνικές και *πολιτισμικές* επιδράσεις στην επιστημονική έρευνα

ΦτΕ5: Φαντασία και *δημιουργικότητα* στην επιστημονική έρευνα

ΦτΕ6: Μεθοδολογία στην επιστημονική έρευνα

4. Συμπερασματικές επισημάνσεις

Οι πτυχές της ΦτΕ περιέχουν αλληλένδετες μεταξύ τους έννοιες που αφορούν εναλλακτικές απόψεις μαθητών, αλλά και εκπαιδευτικών και παρέχουν κατάλληλο πλαίσιο για την κατανόηση της επιστήμης και των ενεργειών των επιστημόνων (Bell et al., 2016). Στην παρούσα εργασία διερευνήσαμε τις απόψεις εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών σχετικά με μία από τις πτυχές της ΦτΕ και συγκεκριμένα σχετικά με τη σχέση των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών, καθώς και τη συσχέτιση των απόψεών τους με τις υπόλοιπες πτυχές της ΦτΕ.

Η έρευνα έδειξε πως οι απόψεις των συμμετεχόντων, σχετικά με τη σχέση των επιστημονικών νόμων έναντι των θεωριών, είναι απλοϊκές. Πιο συγκεκριμένα, επικρατεί η απλοϊκή άποψη ότι οι επιστημονικές θεωρίες υπάρχουν στον φυσικό κόσμο και ανακαλύπτονται μέσω επιστημονικών διερευνήσεων και ότι οι επιστημονικοί νόμοι είναι

θεωρίες που έχουν επαληθευτεί. Επομένως, οι εκπαιδευτικοί δεν αναγνωρίζουν τους νόμους και τις θεωρίες ως δύο διακριτά είδη γνώσης, αλλά θεωρούν ότι αποτελούν δύο διαφορετικές μορφές της ίδιας γνώσης. Δηλαδή, υποστηρίζουν την απλοϊκή άποψη που αναφέρουν οι McComas & Olson (1998), πως όταν υπάρχουν αρκετά στοιχεία, δημιουργείται μία αναπτυξιακή διαδικασία, κατά την οποία οι θεωρίες οδηγούνται στην πλήρη αποδοχή ως νόμοι. Έτσι δημιουργείται η πεποίθηση ότι οι νόμοι είναι περισσότερο ασφαλείς από τις θεωρίες. Επιπλέον, σημαντικό μέρος των συμμετεχόντων θεωρεί ότι, σε αντίθεση με τις θεωρίες, οι επιστημονικοί νόμοι δεν υπόκεινται σε αλλαγές. Η συγκεκριμένη άποψη υποδηλώνει ότι οι εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να αποδεχτούν την προσωρινότητα της επιστημονικής γνώσης. Παρόλα αυτά, η πλειονότητα των συμμετεχόντων συμφώνησε με την ενημερωμένη άποψη ότι οι θεωρίες επεξηγούν τους επιστημονικούς νόμους, 'πέφτοντας' σε αντιφάσεις και ενισχύοντας τη θέση πως οι απόψεις τους για τους νόμους και τις θεωρίες είναι απλοϊκές.

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν πολλοί ερευνητές, όπως οι Lederman et al. (2014), Mesci & Schwartz (2017) και Stefanidou & Skordoulis (2017). Μάλιστα οι Mesci & Schwartz (2017) αναφέρουν ότι, μετά από εξάμηνη παρέμβαση, οι εκπαιδευτικοί συνέχιζαν να έχουν την απλοϊκή άποψη ότι οι θεωρίες όταν ωριμάζουν γίνονται νόμοι και ότι οι νόμοι δεν υπόκεινται σε αλλαγές.

Οι απόψεις των εκπαιδευτικών για τους επιστημονικούς νόμους έναντι των θεωριών σχετίζονται με τις απόψεις τους για την αλλαγή των επιστημονικών θεωριών και με τις κοινωνικές και πολιτισμικές επιδράσεις στην επιστημονική έρευνα. Αναμενόμενο, καθώς όταν κανείς αναγνωρίζει την προσωρινότητα της επιστημονικής γνώσης, αλλά και την επίδραση της κοινωνίας και του πολιτισμού στην επιστημονική έρευνα, δέχεται και τις αλλαγές στους επιστημονικούς νόμους.

Θεωρούμε πως αν δεν υπήρχαν οι περιορισμοί της πανδημίας, ο συνδυασμός του ερωτηματολογίου SUSSI με ημιδομημένες συνεντεύξεις, θα έδινε ακόμη καλύτερη 'εικόνα' των απόψεων των συμμετεχόντων στην έρευνα.

5. Βιβλιογραφία

Bell, R. L., Mulvey, B. K., & Maeng, J. L. (2016). Outcomes of nature of science instruction along a context continuum: Preservice secondary science teachers' conceptions and instructional intentions. *International Journal of Science Education*, *38*(3), 493-520. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1151960

Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening?. *Journal of Science Teacher Education*, *24*(3), 497-526. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9314-z

Höttecke, D., & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, *104*(4), 641-666. https://doi.org/10.1002/sce.21575

Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education*, *23*(2), 285-302. https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3

Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2008). Assessing preservice elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: A dual-response instrument. *Asia-Pacific Forum on science learning and teaching, 9*(1), 1-20. Ανακτήθηκε από: https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v9_issue1_files/liang.pdf

McComas, W. F. (Επιμ.) (2020). *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies*. Springer Nature. ISBN: 978-3-030-80201-1

McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. Στο W. F. McComas (επιμ.) *The nature of science in science education: Rationales and Strategies. Science & Technology Education Library, vol 5.* (σ. 41-52). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_2

Mesci, G., & Schwartz, R. S. (2017). Changing preservice science teachers' views of nature of science: Why some conceptions may be more easily altered than others. *Research in Science Education*, *47*(2), 329-351. https://doi.org/10.1007/s11165-015-9503-9

Stefanidou, C., & Skordoulis, C. (2017). Primary Student Teachers' Understanding of Basic Ideas of Nature of Science: Laws, Theories and Models. *Journal of Studies in Education*, *7*(1), 127-153. http://dx.doi.org/10.5296/jse.v7i1.10599