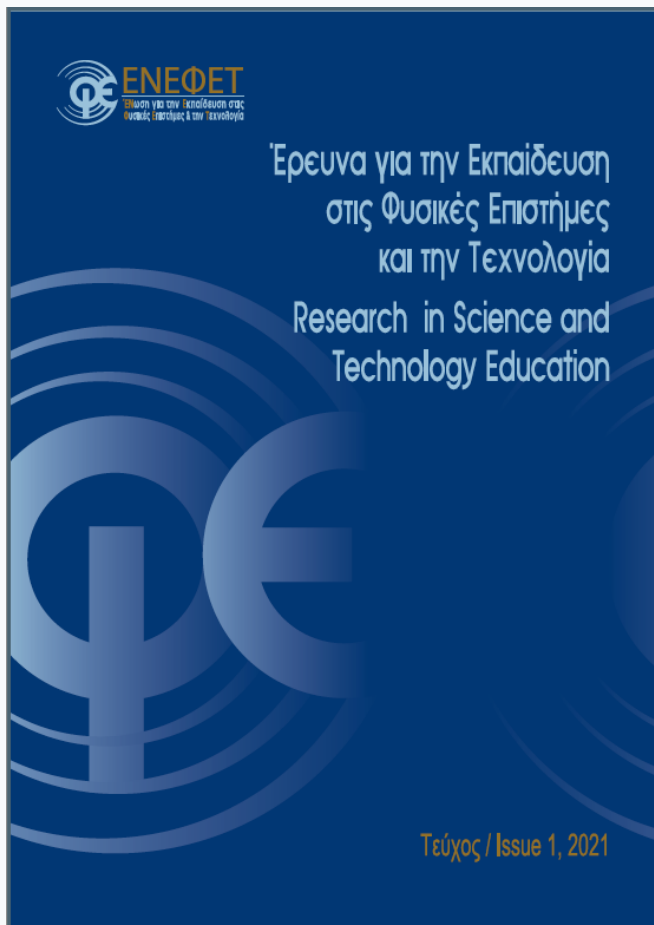


## Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία

Τόμ. 1, Αρ. 1 (2021)

Ειδικό Τεύχος



1999-2020: Στιγμιότυπα από τις Ερευνητικές μου Αναζητήσεις

Κρυσταλλία Χαλκιά

doi: [10.12681/riste.27275](https://doi.org/10.12681/riste.27275)

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Χαλκιά Κ. (2021). 1999-2020: Στιγμιότυπα από τις Ερευνητικές μου Αναζητήσεις. *Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*, 1(1), 167–190. <https://doi.org/10.12681/riste.27275>

# 1999-2020: Στιγμιότυπα από τις Ερευνητικές μου Αναζητήσεις

**Κρυσταλλία Χαλκιά**

Ομότιμη Καθηγήτρια, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
*kxalkia@primedu.uoa.gr*

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στις σημαντικότερες ερευνητικές προσπάθειες των τελευταίων 20 χρόνων της επαγγελματικής μου ζωής. Αναπτύσσεται σε 5 βασικές θεματικές ενότητες που αναφέρονται σε έρευνες σχετικές με: α) τον επιστημονικό γραμματισμό στα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας (ΣΔΕ), β) τους τρόπους αναπαράστασης και έκφρασης των εννοιών των φυσικών επιστημών, γ) τις άτυπες πηγές μάθησης στις φυσικές επιστήμες, δ) τους τρόπους διδακτικού μετασχηματισμού των μεγάλων θεωριών της φυσικής και της βιολογίας σε σχολική επιστήμη, και ε) τους τρόπους διδακτικής μετάβασης από το συγκεκριμένο (εμπειρία) στην αφάιρηση (επιστημονική γνώση) σχετικά με έννοιες και φαινόμενα του μεγάλου κόσμου.

**Λέξεις-κλειδιά:** επιστημονικός γραμματισμός, Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας, αναπαραστάσεις εννοιών, άτυπη εκπαίδευση, ιδέες μαθητών/τριών, νοητικά πειράματα, θεωρίες φυσικής και βιολογίας, ηλιακό σύστημα.

## Summary

The present work refers to the most important research efforts during the last 20 years of my academic activity. It is developed in 5 main thematic entities referring to works relative to: a) the scientific literacy in Second Chance Schools; b) the various ways that the concepts of science are being visually represented; c) the informal sources of science learning; d) the ways the theories of physics and biology can be transformed into school science; and e) regarding concepts and phenomena of the solar system and the universe, the various ways that 'the specific' (everyday experience) can be didactically transformed in order to grasp the abstract (scientific knowledge).



**Key words:** scientific literacy; second chance schools; visual representation of science concepts; informal science learning; students' ideas; mental experiments; theories of physics and biology; solar system.

## Εισαγωγή

Η πρόταση του ΔΣ της ΕΝΕΦΕΤ για μια προσπάθεια αποτύπωσης της ερευνητικής πορείας μου σε ένα κείμενο, η αλήθεια είναι ότι με βρήκε απροετοίμαστη. Στις μέρες μας που όλοι κοιτούν το παρόν και προβάλλουν στο μέλλον, το παρελθόν μοιάζει παρωχημένο και χωρίς ενδιαφέρον. Αποτελεί πρόκληση, λοιπόν, το γεγονός ότι η ΕΝΕΦΕΤ στο 1ο τεύχος του περιοδικού της επιλέγει να αποτυπώσει την ερευνητική πορεία εκλεκτών συναδέλφων, που φαίνεται να έχουν επίσημα τερματίσει τον εργασιακό βίο τους.

Για μένα, η αναδρομή αυτή ήταν ένα ταξίδι ζωής στις πιο δημιουργικές στιγμές της επαγγελματικής μου καριέρας. Στην πορεία αυτή είναι ενδιαφέρον να τονιστεί ότι πολλές από αυτές τις έρευνες που θα παρουσιαστούν και σχολιαστούν πραγματοποιήθηκαν με τη συνεργασία εξαιρετικά ικανών μεταπτυχιακών φοιτητών/τριών τότε και συναδέλφων/ισών σήμερα. Στην παρούσα επισκόπηση θα παρουσιαστούν οι κύριες ερευνητικές κατευθύνσεις που ακολούθησα ανά θεματική ενότητα.

Είναι ενδιαφέρον να διαπιστώνει κανείς από ποιες αιτίες μπορεί να πυροδοτηθεί μία ερευνητική προσπάθεια. Ανατρέχοντας -εκ των υστέρων- στο ερευνητικό έργο μου διαπιστώνω ότι οι ερευνητικές κατευθύνσεις μου επηρεάστηκαν από τουλάχιστον πέντε παράγοντες:

- α) από την ιδεολογική μου τοποθέτηση στο χώρο της αριστεράς, που με έκανε συνεχώς να αναρωτιέμαι τι σημαίνει επιστημονικός γραμματισμός και πώς αυτός μπορεί να εξασφαλιστεί για τα παιδιά που προέρχονται από διαφορετικά κοινωνικο-πολιτισμικά περιβάλλοντα (1<sup>η</sup> θεματική ενότητα),
- β) από την αγάπη μου για τον κινηματογράφο -σε συνδυασμό με την επιρροή που δέχθηκα από τη συμβίωσή μου με τον Μένη Θεοδωρίδη που ασχολούνταν συστηματικά με τις εικόνες ως σκηνοθέτης, αλλά και με τον οπτικοακουστικό γραμματισμό σε διάφορα εκπαιδευτικά προγράμματα- που με έκαναν να θέλω να ασχοληθώ συστηματικά με τους τρόπους που αναπαρίστανται και εκφράζονται (πολυτροπικότητα) οι έννοιες των φυσικών επιστημών (φ.ε.), αλλά και με το πώς οι τρόποι αυτοί επηρεάζουν τους μηχανισμούς κατανόησής τους από τους/τις μαθητές/τριες (2<sup>η</sup> θεματική ενότητα),
- γ) από τη συνειδητοποίηση ότι υπάρχει μια τεράστια ποικιλία πηγών μάθησης στις φ.ε. (εκτός της τυπικής εκπαίδευσης) και τη διάθεσή μου να διερευνήσω τον πλούτο αλλά και τον τρόπο επίδρασης αυτών των άτυπων πηγών μάθησης στη μάθηση των μαθητών/τριών (3<sup>η</sup> θεματική ενότητα),
- δ1) από τις αρχικές σπουδές μου στο τμήμα φυσικής του ΑΠΘ και την επιρροή που άσκησε επάνω μου ο καθηγητής Μιχάλης Γρυπαίος, αλλά και από τις μετέπειτα διδακτορικές



σπουδές μου στη θεωρητική φυσική στο Πανεπιστήμιο του Sussex με επιβλέποντα έναν εξαιρετο φυσικό και άνθρωπο τον John Philip Elliott (βραβείο Rutherford, βραβείο Lise Meitner), που με έκαναν να θελήσω να ασχοληθώ ερευνητικά με τον τρόπο διδασκαλίας των μεγάλων θεωριών της φυσικής (θεωρία της σχετικότητας, κβαντομηχανική) και τις δυνατότητες κατανόησής τους από μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (4<sup>η</sup> θεματική ενότητα),

δ2) από το ιδιαίτερο ιδεολογικό ενδιαφέρον μου για τον τρόπο υποδοχής των μεγάλων θεωριών της επιστήμης, όπως είναι η θεωρία της εξέλιξης, από την κοινωνία, το κράτος και την εκπαίδευση, αλλά και από το κέντρισμα που δέχθηκα από την εξαιρετη εκπαιδευτικό και βιολόγο Λουκία Πρίνου, που με έκανε να θελήσω να ασχοληθώ ερευνητικά με τις απόψεις μαθητών/τριών και εκπαιδευτικών για τη θεωρία της εξέλιξης, καθώς και για τον τρόπο που αυτή παρουσιάζεται στα ελληνικά εγχειρίδια (4<sup>η</sup> θεματική ενότητα), και

ε) από το ιδιαίτερο ενδιαφέρον μου για την αστρονομία, η μελέτη της οποίας θεωρώ ότι συνδυάζει πολλά τα παραπάνω, που είχε ξεκινήσει ήδη από τα παιδικά μου χρόνια διαβάζοντας εκλαϊκευμένα βιβλία αστρονομίας και ενισχύθηκε από τις προπτυχιακές μου σπουδές με τη βοήθεια των καλών δασκάλων μου στο μάθημα της αστρονομίας (καθηγητών Σωτήρη Περσίδη και Γεωργίου Κοντόπουλου), που με έκανε αφενός να συγγράψω ένα βιβλίο για τη διδακτική της αστρονομίας και αφετέρου να ασχοληθώ ερευνητικά με τις ιδέες των μαθητών/τριών για έννοιες και φαινόμενα του μεγάλου κόσμου, αλλά και με τρόπους παρέμβασης σχετικούς με το πώς μπορεί να επιτευχθεί η μετάβαση από την εμπειρία στη θεωρητική σύλληψη του μοντέλου του ηλιακού συστήματος (5<sup>η</sup> θεματική ενότητα).

## **1<sup>η</sup> Θεματική Ενότητα: Επιστημονικός Γραμματισμός στα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας (ΣΔΕ)**

Η πρώτη θεματική ενότητα αναφέρεται στη διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού με αφορμή τα ΣΔΕ. Είναι ένα θέμα που με απασχόλησε για ένα μεγάλο μέρος της ακαδημαϊκής ζωής μου. Σχεδόν κατά τύχη μου ανατέθηκε το 2001 να είμαι υπεύθυνη του επιστημονικού γραμματισμού για τα ΣΔΕ που είχαν μόλις δημιουργηθεί. Ο φορέας που έχει την εποπτεία τους είναι το Ινστιτούτο Διαρκούς Εκπαίδευσης Ενηλίκων (ΙΔΕΚΕ), το οποίο σήμερα έχει μετονομαστεί σε Ίδρυμα Νεολαίας και Δια Βίου Μάθησης (ΙΝΕΔΙΒΙΜ). Τα ΣΔΕ - ως γνωστόν- είναι σχολεία εκπαίδευσης ενηλίκων και απευθύνονται σε όσους/ες δεν έχουν ολοκληρώσει την εννιάχρονη υποχρεωτική εκπαίδευση. Οι εκπαιδευόμενοι/ες των ΣΔΕ προέρχονται, συνήθως, από ευάλωτες κοινωνικές ομάδες (Ρομά, μουσουλμάνοι της Θράκης, φυλακισμένοι, πρόσφυγες, μετανάστες, άνεργοι κ.ά.) και είναι άτομα που συχνά βιώνουν την κοινωνική και εργασιακή περιθωριοποίηση (ΙΔΕΚΕ 2003). Με αυτά τα δεδομένα, έπρεπε οι υπεύθυνοι/ες των γνωστικών αντικειμένων να προβληματιστούμε για το είδος του γραμματισμού που θα είχε νόημα να επιδιωχθεί για τις συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες και να συγκροτήσουμε προτάσεις για την ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων (α.π.). Το



γεγονός ότι αυτά τα σχολεία απευθύνονταν σε ενήλικες, που πολλοί από αυτούς/ες ανήκαν σε περιθωριοποιημένες ομάδες, έδωσε την ευκαιρία στους/ις συντάκτες/ριες να δοκιμάσουν νέες -για την μέχρι τότε ελληνική πραγματικότητα- κατευθύνσεις. Πράγματι, αποφασίστηκε ότι στα ΣΔΕ δεν θα πρέπει να υπάρχει ένα ενιαίο α.π. για κάθε γνωστικό αντικείμενο -γραμματισμό-, αλλά ότι αυτό θα πρέπει να αναπτύσσεται τοπικά, ανά σχολική μονάδα, από τον/την εκπαιδευτικό της κάθε ειδικότητας, προκειμένου να προσαρμόζεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, στην κουλτούρα, στις ανάγκες και στα ενδιαφέροντα της εκάστοτε πληθυσμιακής ομάδας εκπαιδευομένων (ΙΔΕΚΕ 2003).

Το γεγονός αυτό καθαυτό, αποτέλεσε πρόκληση για μένα, καθώς δεν μπορούσα να ακολουθήσω την πεπατημένη του σχεδιασμού α.π. για τις φ.ε. που ακολουθούσε το ενιαίο σχολείο.

Η μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας με οδήγησε στη σύνταξη ενός κειμένου που περιείχε μια πρώτη διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού σε σχέση με τις ομάδες στις οποίες απευθύνονταν, και γενικές οδηγίες προς τους/ις εκπαιδευτικούς για το σχεδιασμό α.π. (ενδεικτικούς στόχους, προτάσεις για τη μελέτη κάποιων γενικών θεματικών ενοτήτων για τις φ.ε. και την τεχνολογία, κ.λπ.) (Χαλκιά 2003). Σύμφωνα με το κείμενο αυτό και με τις σχετικές επιμορφώσεις, οι εκπαιδευτικοί των ΣΔΕ σχεδίασαν και ανέπτυξαν εκπαιδευτικό υλικό (Χαλκιά σε συνεργασία με εκπαιδευτικούς των ΣΔΕ, 2003, Χαλκιά & Ζαρίκας σε συνεργασία με εκπαιδευτικό 2006). Το υλικό αυτό ήταν πρωτότυπο και ενδιαφέρον, αλλά ήταν προς την Οπτική I κατά Roberts (2007). Δηλαδή, ήταν εστιασμένο προς το περιεχόμενο, αν και είχε καταβληθεί σημαντική προσπάθεια μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης σε γνώση συμβατή προς το επίπεδο των εκπαιδευομένων στα ΣΔΕ. Επίσης, διακρίνονταν μία έμφαση προς τις εφαρμογές με τις οποίες ήταν πιο εξοικειωμένοι/ες πολλοί/ες από τους/τις εκπαιδευόμενους/ες. Οπωσδήποτε, πολλοί/ες εκπαιδευτικοί φαινόταν να συναντούν δυσκολίες στο σχεδιασμό α.π. προς την Οπτική II κατά Roberts (2007). Δηλαδή, μία κατεύθυνση που θα επέτρεπε τη μελέτη κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων ή ζητημάτων επιστήμης που αφορούσαν την κάθε τοπική κοινωνία και θα έκαναν νόημα στους/ις εκπαιδευόμενους/ες.

Για το λόγο αυτό, το 2013 κρίθηκε αναγκαίο να γραφεί ένα επιπλέον κείμενο 140 σελίδων που αφορούσε στον Οδηγό Σπουδών για τον επιστημονικό γραμματισμό και περιείχε αναλυτικά μερικές ενδεικτικές θεματικές ενότητες (Χαλκιά & Χαβιαρά, 2013α), καθώς και ένα επιπλέον κείμενο 49 σελίδων που αφορούσε την Συμπλήρωση-επικαιροποίηση του εκπαιδευτικού υλικού για τον επιστημονικό γραμματισμό (Χαλκιά & Χαβιαρά, 2013β), σε μία προσπάθεια να είναι και τα 2 κείμενα προς την κατεύθυνση της Οπτικής II κατά Roberts (2007).

Ένα σημαντικό ζήτημα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί ήταν πώς εκπαιδευτικοί με ειδικότητα κάποιο κλάδο των φυσικών επιστημών θα μπορούσαν -έστω και με υπόδειγμα τα παραπάνω κείμενα- να σχεδιάσουν θεματικές ενότητες για τον επιστημονικό γραμματισμό σύμφωνες με το κοινωνικο-πολιτισμικό πλαίσιο (το τοπικό περιβάλλον), τα ενδιαφέροντα και τις αξίες των εκπαιδευομένων στους/ις οποίους/ες απευθύνονταν. Θα



μπορούσε να σχεδιαστεί ένα σεμινάριο επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών που να τους/τις καθιστά ικανούς/ες να ανταπεξέλθουν στα παραπάνω; Με βάση αυτό το ερώτημα, εργάστηκε ο Σπύρος Κόλλας με ιδιαίτερη ευαισθησία και ικανότητα στη διδακτορική του διατριβή (2015).

Η μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας οδήγησε στη χαρτογράφηση των διαφορετικών διαστάσεων του επιστημονικού γραμματισμού όπως αποτυπώνονται διεθνώς κατά τον σχεδιασμό των σχετικών α.π.. Στο ένα άκρο του φάσματος κυριαρχεί η Οπτική Ι (εστίαση στο περιεχόμενο της επιστήμης), ενώ το υπόλοιπο φάσμα καταλαμβάνει η Οπτική ΙΙ που διακρίνεται στις εξής διαστάσεις: α) επιστήμη που σχετίζεται με καταστάσεις της καθημερινής ζωής, β) επιστήμη για ενεργούς πολίτες και γ) επιστήμη που σχετίζεται με κοινωνικο-πολιτικά ζητήματα (Kollas & Halkia, 2016a)

Ακολούθως, σχεδιάστηκε ένα διήμερο σεμινάριο διάρκειας 12 ωρών, εποικοδομητικού τύπου (Kollas & Halkia, 2020). Οι συμμετέχοντες/ουσες εκπαιδευτικοί των ΣΔΕ αρχικά εξέφρασαν τις απόψεις τους για το είδος των θεματικών ενότητων που θα έπρεπε να περιλαμβάνει ένα α.π. για τον επιστημονικό γραμματισμό, οι οποίες καθορίζονταν από την ειδικότητά τους και ήταν απόλυτα προσανατολισμένες στο περιεχόμενο (Οπτική Ι κατά Roberts, 2007). Το προτεινόμενο α.π. ήταν αντίστοιχο και παρόμοιο με εκείνο του τυπικού σχολείου (Γυμνασίου), όπως άλλωστε είχε διαφανεί και στη σχετική πιλοτική έρευνα (Kollas & Halkia, 2014, 2016). Οι εκπαιδευτικοί, μέσω του σεμιναρίου, οδηγήθηκαν με κατάλληλες ερωτήσεις να προβληματιστούν κατά πόσον αυτές οι θεματικές ενότητες ήταν συμβατές με τις ανάγκες, τις αξίες και το κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον των εκπαιδευομένων τους. Σχημάτισαν ομάδες ανά δύο και με οδηγό τα κείμενα του Οδηγού Σπουδών, σχεδίασαν επί τόπου μία θεματική ενότητα, ενώ μετά από 15 μέρες παρέδωσαν ο/η καθένας/μία μία επιπλέον θεματική ενότητα (Κόλλας & Χαλκιά, 2016).

Η ανάλυση περιεχομένου των θεματικών ενότητων που σχεδιάστηκαν από τους/τις εκπαιδευτικούς έδειξε ότι σε λίγες περιπτώσεις ήταν σύμφωνες με την Οπτική Ι (θεματικές ενότητες εστιασμένες στο περιεχόμενο, αλλά με αναφορά στο τοπικό περιβάλλον, π.χ. *η μελέτη των ανέμων για ΣΔΕ που βρίσκεται σε νησί και το παρακολουθούν ψαράδες*) και σε αρκετές περιπτώσεις ήταν σύμφωνες με την Οπτική ΙΙ, (θεματικές ενότητες προσανατολισμένες σε καταστάσεις που αφορούν την κοινωνία π.χ. *τα σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα και η κοινωνική αντιμετώπισή τους* ή σε ζητήματα που αφορούν την τοπική κοινωνία π.χ. *η καλλιέργεια αρωματικών - φαρμακευτικών φυτών: μία διαθεματική προσέγγιση*, για ΣΔΕ που βρίσκεται σε αγροτική περιοχή) (Kollas & Halkia, 2016a). Καθοριστικοί παράγοντες για το είδος του προγράμματος που σχεδιάστηκε ήταν το γνωστικό και ιδεολογικό υπόβαθρο των εκπαιδευτικών, οι διδακτικές αντιλήψεις τους και το είδος και η διάρκεια επιμόρφωσής τους.



## 2<sup>η</sup> Θεματική Ενότητα: Η Συμβολή των Αναπαραστάσεων και των Πολλαπλών Τρόπων Έκφρασης των Εννοιών των Φυσικών Επιστημών (φ.ε.) στην Κατασκευή του Νοήματος τους από τους/τις Μαθητές/τριες

Ένα από τα πρώτα θέματα που με γοήτευσαν από την αρχή της σταδιοδρομίας μου ήταν οι τρόποι με τους οποίους αναπαρίστανται οι έννοιες, τα φαινόμενα, τα μοντέλα, κ.λπ. που συναντώνται στις φ.ε. Ειδικότερα, οι σχετικοί τρόποι απεικόνισης στα σχολικά εγχειρίδια, στους εκπαιδευτικούς διαδικτυακούς τόπους, στα ΜΜΕ, κ.λπ. Το ενδιαφέρον μου αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι οι απεικονίσεις αυτές συμβάλουν καθοριστικά στην κατασκευή του νοήματος, δεδομένου ότι οι πληροφορίες που μεταφέρονται δεν προσλαμβάνονται παθητικά από τους δέκτες-μαθητές, αλλά ερμηνεύονται, ανακατασκευάζονται και μετασχηματίζονται (Colin et al., 2002). Άλλωστε τον σημαντικό ρόλο των εικόνων στον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούν το μήνυμά τους οι φ.ε., γενικά αλλά και στο χώρο της εκπαίδευσης, είχαν επισημάνει και οι Kress και Van Leeuwen (1996). Συνεπώς, θεώρησα σημαντικό να ασχοληθώ με τη μελέτη των τρόπων με τους οποίους απεικονίζονται οι έννοιες και τα φαινόμενα των φ.ε. στα σχολικά εγχειρίδια (αλλά και ευρύτερα στα ΜΜΕ και στο διαδίκτυο), οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν την κατανόηση των εννοιών των φ.ε. από τους/τις μαθητές/τριες.

Η μελέτη αυτή έδωσε αρχικά 2 δημοσιεύσεις (Χαλκιά & Θεοδωρίδης, 2002; Theodoridis & Halkia, 2001). Στις δημοσιεύσεις αυτές επισημαίνεται το γεγονός ότι ο σχεδιασμός εικόνων για εκπαιδευτική χρήση απαιτεί καλή γνώση της επιστήμης, αλλά και γνώσεις οπτικού γραμματισμού από τους/τις σχεδιαστές/στριες των εικόνων. Σε αντίθετη περίπτωση, μπορεί να δημιουργήσει ή να ενισχύσει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών. Αντίστοιχα, η "ανάγνωση" των εικόνων -σε συνδυασμό με το κείμενο- απαιτεί ένα είδος οπτικού γραμματισμού από τους/τις μαθητές/τριες. Η σχετική έρευνα βασίστηκε στα εγχειρίδια της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατά το χρονικό διάστημα 1985-2000, που αποτέλεσαν και το δείγμα της. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν η ανάλυση περιεχομένου. Βασικοί στόχοι της έρευνας ήταν: α) να αναδείξει τις "κρυφές" διαστάσεις της εικόνας που σχετίζονται με τη σημειολογία της και μπορεί να παρασύρουν τη διδασκαλία μακριά από τον επιδιωκόμενο διδακτικό στόχο, β) να αποτυπώσει, μέσω κάποιας ταξινόμιας των εικόνων, τους πολλαπλούς τρόπους λειτουργίας της κάθε εικόνας μέσα στο δεδομένο εκπαιδευτικό πλαίσιο, και γ) να προτείνει κατευθύνσεις αξιολόγησης των εικόνων των φ.ε. με κριτήριο τη διδακτική αξιοποίησή τους. Η σχετική ανάλυση ανέδειξε τη συνθετότητα των κωδικών που χρησιμοποιούνται στις σχετικές αναπαραστάσεις και πρότεινε τρόπους αξιολόγησης και αξιοποίησής τους στη διδασκαλία.

Σε συνδυασμό με το παραπάνω, ως ένα βήμα παραπέρα, κρίθηκε αναγκαίο να μελετηθεί η γλώσσα επικοινωνίας των φ.ε., η οποία είναι πολυτροπική και, συνεπώς, αρκετά σύνθετη. Όπως χαρακτηριστικά επισημαίνει ο Lemke (1998), οι έννοιες των φ.ε. είναι σημειωτικά "υβρίδια", καθώς συνδυάζουν ταυτόχρονα προφορικές, μαθηματικές, οπτικο-γραφικές και λειτουργικές συνιστώσες. Η δε επικοινωνία στις φ.ε. απαιτεί τη διασύνδεση διαφόρων γενών (genres) όπως προφορικό και γραπτό κείμενο με μαθηματικές εκφράσεις, γραφήματα και





διαγράμματα, πίνακες, χάρτες, σκίτσα, φωτογραφίες και άλλα εξειδικευμένα οπτικά είδη (κόμιξ, κινούμενες εικόνες, ντοκιμαντέρ επιστήμης, κ.λπ.), ενώ κάθε ένα γένος θεωρείται ότι συμβάλλει με το δικό του ιδιαίτερο τρόπο στην κατανόηση των εννοιών των φ.ε. (Lemke, 1998). Μάλιστα, όπως αναφέρεται, όταν μια έννοια των φ.ε. αναπαρίσταται πολυτροπικά, αξιοποιώντας κάθε δυνατή σημειωτική τροπικότητα, το νόημά της πολλαπλασιάζεται, καθώς επιτρέπει τη δημιουργία των κατάλληλων νοητικών αναπαραστάσεων στους/στις μαθητές/τριες.

Ο λειτουργικός συνδυασμός των διαφόρων τροπικοτήτων βρίσκει την πιο δυναμική του έκφραση στο διαδίκτυο. Η διερεύνηση των διαφόρων ιστοσελίδων στο διαδίκτυο φανερώνει μια νέα σημειωτική υβριδική πραγματικότητα, τη δυνατότητα σχηματισμού ενός οπτικο-πολυ-σημειωτικού "κειμένου" για την αναπαράσταση των εννοιών των φ.ε., πολλαπλασιάζοντας έτσι τη δυνατότητά μας να συλλαμβάνουμε αυτές τις έννοιες (Χαλκιά, 2004; Halkia, 2003).

Με βάση τα παραπάνω, μια σειρά ερευνών σχεδιάστηκε και οργανώθηκε για να διερευνηθεί ο τρόπος παρουσίασης των εικόνων για μία έννοια ή ένα φαινόμενο στο διαδίκτυο (Χαλκιά, 2004; Halkia, 2003). Μεταπτυχιακοί/ες φοιτητές/τριες, για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο 6 μηνών, μελέτησαν τις απεικονίσεις για συγκεκριμένες έννοιες ή φαινόμενα των φ.ε. στο διαδίκτυο. Μέσα από μία μεγάλη σειρά απεικονίσεων για κάθε φαινόμενο που ανίχνευσαν σε διαδικτυακούς τόπους μεγάλων διεθνών ερευνητικών κέντρων, ακαδημαϊκών ιδρυμάτων, εκπαιδευτικών οργανισμών, κ.λπ., μελέτησαν τις λύσεις που έδωσαν οι σχεδιαστές για την απόδοση των εννοιών και φαινομένων και επισήμαναν απεικονίσεις που μπορεί να προκαλέσουν εναλλακτικές αντιλήψεις στους/ις μαθητές/τριες. Βασικός στόχος ήταν η διερεύνηση των τρόπων δόμησης της πληροφορίας σε μία οπτική αναπαράσταση. Κάθε οπτική αναπαράσταση αναλύθηκε στα βασικά δομικά στοιχεία της, δηλαδή στις "γλώσσες" ή τους κώδικες που χρησιμοποιεί (αριθμητικές τιμές, γραφικές παραστάσεις, διαγράμματα, σύμβολα, εικόνες, εννοιολογικούς χάρτες, κινούμενα σχέδια, κόμικς, κείμενα, κ.λπ.), προκειμένου να οργανώσει την πληροφορία που επιδιώκει να επικοινωνήσει με τους δέκτες της. Επίσης, ανιχνεύθηκαν τα επίπεδα επικοινωνίας που χρησιμοποιεί κάθε μία από τις αναπαραστάσεις (Χαλκιά, 2004).

Παραδείγματα τέτοιων απεικονίσεων παρουσιάζονται στο Χαλκιά (2004) και αναφέρονται στο άτομο (Σαράντη & Χαλκιά, 2004), τις ακτίνες X (Ξένου, κ.ά., 2004), το ηλεκτρικό και βαρυτικό πεδίο (Οβαδίας & Χαλκιά, 2004), τις λιθοσφαιρικές πλάκες και η δυναμική τους (Ασημακοπούλου, κ.ά., 2004). Αντίστοιχα, σε συμπόσιο που παρουσιάστηκε σε διεθνές συνέδριο (Halkia, 2003), αναλύονται οι περιπτώσεις του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (Tsagogeorga & Halkia, 2003), της κίνησης Brown (Dimitradi & Halkia, 2003), της τριβής (Ovadias & Halkia, 2003) και της κυτταρικής διαίρεσης (Prinou & Halkia, 2003). Καθεμία από τις παραπάνω έρευνες ανέδειξε την ποικιλία των τρόπων (modes) με τους οποίους εκφράζεται η γλώσσα των φυσικών επιστημών, τη δυνατότητα διδακτικής αξιοποίησής τους, αλλά και τις περιπτώσεις που η μη προσεκτική χρήση αρκετών από αυτές μπορεί να δημιουργήσει εναλλακτικές ιδέες στους/στις μαθητές/τριες.





### 3<sup>η</sup> Θεματική Ενότητα: Άτυπες Πηγές Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες (Μορφές και Τρόποι Αξιοποίησής τους από την Τυπική Εκπαίδευση)

Σε φυσική συνέχεια της προηγούμενης ενότητας, ένα άλλο θέμα που θεώρησα ελκυστικό και σημαντικό να μελετήσω ήταν εκείνο των άτυπων πηγών μάθησης στις φ.ε. Οι λόγοι ήταν ότι ενώ πολλοί ερευνητές είχαν ασχοληθεί με την τυπική εκπαίδευση, λίγοι είχαν - εκείνη την εποχή- ασχοληθεί με τις άτυπες πηγές μάθησης, τον τρόπο που αυτές επηρέαζαν τη γνώση στις φ.ε., αλλά και το πώς μπορούν να αξιοποιηθούν στην τυπική εκπαίδευση. Για να τις κατανοήσω και να τις μελετήσω, προσπάθησα αρχικά να τις χαρτογραφήσω. Η προσπάθεια αυτή ανέδειξε έναν πλούτο πηγών (μουσειά επιστήμης και πλανητάρια, ζωολογικοί και βοτανικοί κήποι, ντοκιμαντέρ επιστήμης, εκλαϊκευτικά άρθρα για διάφορα θέματα επιστήμης στο διαδίκτυο, άρθρα επιστήμης στον ημερήσιο και περιοδικό τύπο, εξωσχολικά βιβλία επιστήμης, πανηγύρια επιστήμης, καφενεία επιστήμης, κ.λπ.) με πολύ διαφορετικά χαρακτηριστικά και επιδιώξεις, αλλά με ένα κοινό σημείο· την επιδίωξη της δημόσιας κατανόησης της επιστήμης (public understanding of science) ή/και τη δημόσια εμπλοκή στην επιστήμη (public engagement in science), μέσω της αναπλαισίωσης και του μετασχηματισμού της επιστημονικής σε δημόσια γνώση (Χαλκιά 2020).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι άτυπες πηγές μάθησης ενώ δηλώνουν ότι απευθύνονται στο ευρύ κοινό, ένα σημαντικό μέρος αυτού του κοινού φαίνεται να αποτελεί ο μαθητικός πληθυσμός. Το πρόβλημα βέβαια που τίθεται είναι ότι πολλές από αυτές τις πηγές δεν έχουν φροντίσει να κάνουν τον επιπλέον απαραίτητο μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης από δημόσια σε σχολική γνώση (ή τουλάχιστον σε γνώση συμβατή με το ηλικιακό επίπεδο των μαθητών/τριών), ούτε βέβαια τα σχολεία και οι εκπαιδευτικοί είναι έτοιμα και πρόθυμα να αναλάβουν τον συγκεκριμένο ρόλο. Η μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας και η δική μου προσπάθεια να τις μελετήσω περαιτέρω, με οδήγησαν αρχικά να τις οργανώσω βάσει διαφόρων συστημάτων ταξινόμησης. Τα συστήματα ταξινόμησης βοηθούν να αναδειχθούν διάφορες διαστάσεις και λειτουργίες τους. Έτσι, διαμορφώθηκαν συστήματα ταξινόμησης με κριτήριο: α) το χώρο και τις συνθήκες υλοποίησης της μάθησης στις φ.ε., β) τον τρόπο σύνταξης ενός «κειμένου» για τις φ.ε. και τους κώδικες που χρησιμοποιούνται (γένος), γ) το μέσο που χρησιμοποιείται για την παρουσίαση ενός κειμένου επιστήμης. Με βάση αυτά τα συστήματα διατύπωσα προτάσεις για την καλύτερη αξιοποίησή τους από το σχολείο στα μαθήματα των φ.ε. (Χαλκιά 2012, Halkia & Theodoridis 2008).

Σε μια προσπάθεια περαιτέρω εμβάθυνσης, σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν μελέτες και έρευνες σε διάφορες επιμέρους άτυπες πηγές μάθησης, όπως οι παρακάτω:

Α) Η επιστήμη στα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (ΜΜΕ): Στην κατηγορία αυτή, μία μελέτη αφορούσε την αξιοποίηση των ΜΜΕ στα μαθήματα των φ.ε. (Χαλκιά & Θεοδωρίδης 2012). Στη συγκεκριμένη μελέτη, σχολιάζεται η ιδεολογική επίδραση που ασκούν τα ΜΜΕ στο κοινό τους, αναφορικά με το πώς παρουσιάζονται οι φ.ε. σε αυτά. Επίσης, προτείνονται δραστηριότητες για τη διδακτική αξιοποίηση των ΜΜΕ στην καθημερινή διδακτική



πρακτική των μαθημάτων φ.ε. (δραστηριότητες σχετικά με τις ταινίες άγριας φύσης και ζωής, όπως και με διάφορα θέματα βιολογίας, γεωλογίας, αστρονομίας, κ.λπ.).

Η ανάγκη επιπλέον εμπάθουσας οδήγησε στη διεξαγωγή επιμέρους ερευνών, όπως:

α) Επιστήμη του τύπου: Προς την κατεύθυνση αυτή, και ειδικότερα για την επιστήμη του τύπου και την αξιοποίησή της από την τυπική εκπαίδευση, έγιναν δύο μεγάλης έκτασης έρευνες, η μία σε πληθυσμό εκπαιδευτικών (152 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) και η άλλη σε μαθητικό πληθυσμό (351 μαθητές/τριες Λυκείου) (Halkia, 2003; Halkia & Mantzouridis, 2005). Το εργαλείο έρευνας ήταν: 1) ένα ερωτηματολόγιο που μετρούσε συμπεριφορές και στάσεις απέναντι στην επιστήμη του τύπου και 2) μία πειραματική εφαρμογή, όπου τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές/τριες έπρεπε αρχικά να επιλέξουν 1 από 4 άρθρα επιστήμης (που χρησιμοποιούσαν διαφορετικές επικοινωνιακές τεχνικές και αναφέρονταν σε διαφορετικές διαστάσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας) και ακολούθως να επιλέξουν σε κάθε άρθρο ένα κομμάτι που τους έκανε ιδιαίτερη εντύπωση (σε κάθε περίπτωση καλούνταν να αιτιολογήσουν την επιλογή τους). Από τα σημαντικότερα ευρήματα ήταν ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν την επιστήμη του τύπου ως βασικό μέσο αυτοεπιμόρφωσής τους προκειμένου να ενημερωθούν σε καινοτόμα θέματα επιστήμης, ενώ οι μαθητές/τριες θεωρούσαν ότι η επιστήμη του τύπου αξιοποιεί αρκετά ελκυστικό λόγο για την επικοινωνία των θεμάτων της επιστήμης, τα οποία αναφέρονται σε σύγχρονα και ενδιαφέροντα θέματα.

Παράλληλα, σε έρευνα την οποία διεξήγαγε, υπό την επίβλεψη μου, με επίσημη δουλειά, εφευρετικότητα και οργάνωση ο τότε υποψήφιος διδάκτορας Δημήτρης Μαντζουρίδης, αναδείχθηκαν τρόποι μετασχηματισμού της επιστήμης του τύπου σε σχολική επιστήμη (εκπαιδευτικό υλικό) και μέθοδοι αξιοποίησης των άρθρων του τύπου από τους/τις εκπαιδευτικούς στη διδασκαλία των φ.ε.. Διαστάσεις αυτής της έρευνας παρουσιάστηκαν σε διεθνή και ελληνικά συνέδρια (Mantzouridis et al., 2005; Μαντζουρίδης κ.ά., 2011; Μαντζουρίδης κ.ά., 2007).

β) Ντοκιμαντέρ επιστήμης: Θέλοντας να διερευνήσω τρόπους αξιοποίησης των ντοκιμαντέρ επιστήμης στη σχολική τάξη, σχεδιάστηκε και οργανώθηκε σχετική έρευνα. Η μεταπτυχιακή τότε φοιτήτρια Στέλλα Βρεττοπούλου στο πλαίσιο της διπλωματικής της εργασίας διεξήγαγε με επιμέλεια τη σχετική έρευνα σε μαθητές/τριες της Ε' και Στ' τάξης του Δημοτικού, με αφορμή ένα ντοκιμαντέρ σχετικό με το ηλιακό σύστημα. Η έρευνα αφορούσε τρόπους αξιοποίησης ενός ντοκιμαντέρ επιστήμης στη σχολική τάξη. Τα σχετικά αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά (Βρεττοπούλου & Χαλκιά, 2020).

Β) Η επιστήμη σε εξωσχολικά βιβλία, κόμικς, κ.λπ.: Η κατηγορία αυτή αναφέρεται στη διερεύνηση των τρόπων που μετασχηματίζεται και παρουσιάζεται η επιστήμη σε εξωσχολικά βιβλία ή και στις σχετικές εκδόσεις επιστημονικών ερευνητικών κέντρων. Στις προσπάθειες αυτές, συχνά αξιοποιούνται τα κόμικς και οι φωτο-ιστορίες. Συνεπώς



η κατηγορία αυτή έχει άμεση σχέση με την εικόνα. Αρχικά, σχετική μελέτη που διεξήχθη ανέδειξε τις πολιτισμικές και εκπαιδευτικές διαστάσεις ενός βιβλίου αστρονομίας του 19ου αιώνα σε μια από τις πρώτες προσπάθειες μετασχηματισμού της επιστημονικής σε δημόσια γνώση (Halkia & Botourouliou, 2005). Ακολούθως, η μελέτη κόμικς και φωτο-ιστοριών που σχεδιάστηκαν για το μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης σε δημόσια γνώση από σημαντικούς οργανισμούς και ερευνητικά κέντρα (π.χ. Times, CERN- European Laboratory of Particle Physics, ASP-Astronomical Society of the Pacific, κ.λπ.) ανέδειξε τις ιδεολογικές διαστάσεις, τις δυνατότητες, αλλά και τους περιορισμούς (π.χ. εισαγωγή εναλλακτικών ιδεών στους/στις μαθητές/τριες) πολλών από αυτές τις προσπάθειες (Χαλκιά, 2005; Halkia et al., 2003). Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι πολλές από αυτές τις εκδόσεις προορίζονται για εκπαιδευτική χρήση. Σε όλες τις περιπτώσεις ως μέθοδος ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση περιεχομένου.

Γ) Η επιστήμη στα μουσεία και τα ερευνητικά κέντρα επιστήμης: Η συγκεκριμένη κατηγορία αναφέρεται στα εκπαιδευτικά προγράμματα που σχεδιάζουν και εφαρμόζουν μουσεία επιστήμης, πλανητάρια και ερευνητικά κέντρα. Σχετικές έρευνες σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν από δύο πολύ ικανές μεταπτυχιακές τότε φοιτήτριες στο πλαίσιο των διπλωματικών τους εργασιών. Η μία στο Ευγενίδειο πλανητάριο από την Σταυρούλα Παπανικολοπούλου και η άλλη στο Κέντρο θαλασσιών Ερευνών από την Αναστασία Στριλιγκά (Παπανικολοπούλου & Χαλκιά, 2007; Στριλιγκά & Χαλκιά, 2018). Η ανάλυση περιεχομένου της παράστασης (Κοσμική Οδύσσεια) στην πρώτη περίπτωση και της παρουσίασης του εκπαιδευτικού προγράμματος στη δεύτερη περίπτωση, καθώς και η κωδικοποίηση των βασικών εννοιών που αναφέρονται σε αυτά σε σχέση με την ηλικία των μαθητών/τριών και το ισχύον α.π., αποτέλεσαν τη βάση για τον σχεδιασμό των σχετικών εργαλείων έρευνας (ερωτηματολόγια γνωστικού τύπου και ερωτηματολόγια στάσεων). Τα ερωτηματολόγια περιλάμβαναν τόσο ανοικτού όσο και κλειστού τύπου ερωτήσεις και μοιράστηκαν στους/τις μαθητές/τριες τόσο πριν όσο και μετά το πρόγραμμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ικανοποιήθηκαν μεν οι συναισθηματικοί στόχοι των προγραμμάτων, αλλά ελάχιστα οι αντίστοιχοι γνωστικοί. Ανασταλτικά λειτούργησαν ο υπερβολικός όγκος των πληροφοριών και τα εντυπωσιακά εφέ.

## 4<sup>η</sup> Θεματική Ενότητα: Οι Μεγάλες "Σύγχρονες" Θεωρίες της Επιστήμης και οι Προσπάθειες Μετασχηματισμού τους σε Σχολική Επιστήμη

Όπως ανέφερα και στην εισαγωγή, οι σπουδές μου στη θεωρητική πυρηνική φυσική, σε συνδυασμό με τις σπουδές μου στη διδακτική των φυσικών επιστημών, με έκαναν συνεχώς να αναρωτιέμαι πώς θα μπορούσαν οι μεγάλες θεωρίες της επιστήμης, όπως η νευτώνεια θεωρία, η θεωρία της σχετικότητας, η κβαντομηχανική και η θεωρία της εξέλιξης, θεωρίες με μεγάλο εννοιολογικό και ιδεολογικό φορτίο, να αναπλαισιωθούν και να μετασχηματιστούν σε σχολική επιστήμη.



Στόχος μου ήταν ο διδακτικός μετασχηματισμός να οδηγήσει τους/τις μαθητές/τριες στην κατανόηση των βασικών πυρηνικών εννοιών των θεωριών αυτών, χωρίς τη διαμεσολάβηση απαιτητικών μαθηματικών εξισώσεων, που είναι μεν απαραίτητες κυρίως στους/στις φυσικούς, αλλά συχνά αποτελούν εμπόδιο στους/στις μαθητές/τριες. Βοηθοί μου στάθηκαν τα νοητικά εργαλεία που δημιούργησαν οι μεγάλοι στοχαστές αυτών των θεωριών, προκειμένου αφενός να μπορέσουν να κατανοήσουν τις συνέπειες των θεωριών τους και αφετέρου να μπορέσουν να τις επικοινωνήσουν σε άλλους/ες. Τέτοια νοητικά εργαλεία, οργανικά στοιχεία των θεωριών αυτών, είναι τα νοητικά πειράματα. Δεδομένου δε ότι τα νοητικά πειράματα βασίζονται σε ευφάνταστα σενάρια που εγείρουν το φανταστικό των μαθητών/τριών, αποδεικνύονται και πολύ ισχυρά μαθησιακά εργαλεία.

Στην προσπάθειά μου για την οργάνωση των σχετικών απαιτητικών ερευνών, είχα την τύχη να συνεργαστώ με εξαιρετικούς/ες μεταπτυχιακούς/ες τότε φοιτητές/τριες, όπως ο Θανάσης Βελέντζας, η Κυριακή Δημητριάδη, και η Λουκία Πρίνου (αλφαβητική αναφορά). Οι έρευνες που διεξήχθησαν έδωσαν πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα και οδήγησαν σε μια σειρά δημοσιεύσεων σε καλά περιοδικά.

Στις έρευνες τις σχετικές με τις θεωρίες της φυσικής δούλεψαν ευφάνταστα και ακάματα η Κυριακή Δημητριάδη και ο Θανάσης Βελέντζας.

Η μεν Κυριακή Δημητριάδη επικεντρώθηκε στην ειδική θεωρία της σχετικότητας και ερεύνησε τη δυνατότητα των παιδιών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να κατανοήσουν βασικές έννοιες της ακολουθώντας μία ποιοτική προσέγγιση. Για το σκοπό αυτό, σχεδίασε μια διδακτική - μαθησιακή σειρά αποτελούμενη από πέντε μαθήματα (Dimitriadi & Halkia, 2012).

Αντίστοιχα, ο Θανάσης Βελέντζας, μελέτησε την αξιοποίηση των γνωστών ιστορικών νοητικών πειραμάτων στη διδασκαλία των θεωριών της φυσικής (νευτώνεια μηχανική, θεωρία σχετικότητας και κβαντομηχανική). Αρχικά, διερεύνησε τη δυνατότητα παιδιών του Γυμνασίου να κατανοήσουν βασικές διαστάσεις της θεωρίας της σχετικότητας και της κβαντομηχανικής χρησιμοποιώντας ως εκπαιδευτικό υλικό εκλαϊκευτικά βιβλία φυσικής (Velentzas et al., 2007). Τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά. Εν συνεχεία, επικεντρώθηκε σε μαθητές/τριες του Λυκείου, όπου υλοποίησε την κυρίως έρευνά του.

Και οι δύο (Δημητριάδη και Βελέντζας) δούλεψαν με δείγμα 40 μαθητών/τριών Λυκείου, σε ομάδες των 4 μαθητών/τριών μεικτής απόδοσης. Αξιοποίησαν τα νοητικά πειράματα ως διδακτικά εργαλεία και για τη συλλογή των δεδομένων τους χρησιμοποίησαν αφενός τις συνεντεύξεις σύμφωνα με τη μέθοδο του "διδασκτικού πειράματος (teaching experiment)" και αφετέρου ερωτηματολόγια με ανοιχτού τύπου ερωτήσεις. Στη μέθοδο του διδακτικού πειράματος σημαντική βοήθεια είχαμε από τον συνάδελφο Δημήτρη Σταύρου.

Τα ευρήματα των ερευνών τους έδειξαν ότι τα νοητικά πειράματα σε συνδυασμό με τη διδακτική-μαθησιακή σειρά (Δημητριάδη) ή με τα σχέδια μαθήματος (Βελέντζας) βοηθούν τους/τις μαθητές/τριες να συνειδητοποιήσουν καταστάσεις που αναφέρονται σε έναν κόσμο πέρα από την καθημερινή εμπειρία τους και να αναπτύξουν συλλογισμούς σύμφωνα με τις σχετικές θεωρίες. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές/τριες μπόρεσαν να συλλάβουν νόμους και αρχές της φυσικής που απαιτούν υψηλού βαθμού αφαιρετικούς



συλλογισμούς (Dimitriadi & Halkia, 2012; Velentzas & Halkia, 2013a; Velentzas & Halkia, 2013b; Velentzas & Halkia, 2011).

Ως αποτέλεσμα των σχετικών προβληματισμών και των παραπάνω ερευνών σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σχετικό συμπόσιο και πραγματοποιήθηκε προσκεκλημένη ομιλία (Χαλκιά, 2013; Χαλκιά, 2011; Βελέντζας & Χαλκιά, 2011; Δημητριάδη & Χαλκιά, 2011).

Σε πιο πρόσφατη έρευνα μελετώνται εργαλεία, όπως οι επεξηγήσεις (explanations), ένα θέμα με ιδιαίτερο φιλοσοφικό ενδιαφέρον. Οι φιλοσοφικές διαστάσεις τους, αλλά και ο τρόπος που οι συγγραφείς σχολικών εγχειριδίων τις χρησιμοποιούν ερευνώνται και αναπτύσσονται στη σχετική εργασία (Velentzas & Halkia, 2018).

Αντίστοιχα, η επιχειρηματολογία αποτελεί το θέμα της τελευταίας διατριβής που έχω αναλάβει και την οποία υλοποιεί με επιμέλεια, επιμονή και υπομονή ο Γιώργος Τσιφτσής. Η έρευνα έχει ως σημείο αναφοράς την επιχειρηματολογία που αναπτύσσουν φοιτητές/τριες του ΠΤΔΕ ΕΚΠΙΑ, προκειμένου να υποστηρίξουν την άποψή τους, με αφορμή προβλήματα που απαιτούν γνώσεις των νόμων του Νεύτωνα. Το δείγμα αποτελείται από 17 φοιτητές/τριες που εργάζονταν σε ομάδες των 4 ατόμων. Η παρέμβαση διήρκεσε 10 δίωρες συναντήσεις (μία ανά εβδομάδα). Τα εργαλεία έρευνας ήταν: α) ερωτηματολόγια (pre test και το post test), αποτελούμενα από ανοιχτές ερωτήσεις, με στόχο την αξιολόγηση της εξέλιξης της επιχειρηματολογίας των φοιτητών/τριών σε ατομικό επίπεδο αλλά και της εξέλιξης (πιθανή εννοιολογική αλλαγή) της επιστημονικής τους γνώσης, και β) βιντεοσκόπηση των συζητήσεων των φοιτητών/τριών κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, με στόχο την αξιολόγηση της εξέλιξης της επιχειρηματολογίας τους σε ομαδικό επίπεδο. Η ανάλυση των απαντήσεών τους και των συζητήσεών τους έγινε με κατάλληλα εργαλεία που επελέγησαν από τη διεθνή βιβλιογραφία (Τσιφτσής & Χαλκιά, 2019). Τα πρώτα αποτελέσματα κρίνονται αρκετά ενθαρρυντικά.

Στην βιολογία εμβληματική για την εμπέδωσή της θεωρείται η θεωρία της εξέλιξης, μια θεωρία που πάντα με εντυπωσίαζε για την τόλμη της και τη διορατικότητά της. Σχετικά με τη θεωρία της εξέλιξης για πρώτη φορά στην Ελλάδα έγινε συστηματική έρευνα στην εκπαίδευση, όπου αναντικατάστατη υπήρξε η συμβολή της Λουκίας Πρίνου, η οποία χειρίστηκε με ιδιαίτερη ευαισθησία ένα τόσο ιδεολογικά φορτισμένο θέμα (Prinou et al., 2011; Prinou et al., 2009; Prinou et al., 2008). Η μελέτη που έγινε ήταν σπονδυλωτή και αφορούσε τη διεξοδική διερεύνηση:

α) της «παρουσίας» της θεωρίας της βιολογικής εξέλιξης σε όλα τα σχετικά αναλυτικά προγράμματα και εγχειρίδια της δευτεροβάθμιας και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης από τις αρχές του 20ου αιώνα έως το 2010. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν αστοχίες και λάθη στην παρουσίαση της θεωρίας, καθώς και τις ιδεολογικές επιρροές στην παρεμπόδιση της διδασκαλίας της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής. Συγκεκριμένα, η εξέλιξη αποτελούσε (και αποτελεί ακόμη), ένα ξεχωριστό, ανεξάρτητο κεφάλαιο, που παρατίθεται τελευταίο στα εγχειρίδια δύο τάξεων όλης της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και δεν αντιμετωπίζεται ως ενοποιητικό πλαίσιο για η βιολογία (Prinou et al., 2009, 2011),



- β) των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (που διδάσκουν βιολογία) σε θέματα σχετικά με τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης. Η έρευνα έγινε σε δείγμα 111 εκπαιδευτικών. Το εργαλείο έρευνας ήταν ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από ανοιχτές και κλειστές ερωτήσεις και συνεντεύξεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί είχαν θετική στάση προς τη διδασκαλία της εξέλιξης, αλλά, κατά ένα σημαντικό ποσοστό, δεν ήταν σε θέση να εντοπίσουν και διαχειριστούν διδακτικά τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών/ριών τους για τη φυσική επιλογή (Prinou et al., 2005).
- γ) των αντιλήψεων των μαθητών/τριών του Λυκείου για την εξελικτική θεωρία μέσω της φυσικής επιλογής. Η έρευνα έγινε σε μεγάλο δείγμα (411) μαθητών/τριών. Το εργαλείο έρευνας ήταν ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από ανοιχτές ερωτήσεις και ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές/τριες: α) θεωρούσαν την εξέλιξη ως αλλαγή των ίδιων των ατόμων και όχι ως «αλλαγές στη σύνθεση των πληθυσμών», β) είχαν άγνοια για τον μηχανισμό με τον οποίο συμβαίνουν οι αλλαγές των οργανισμών (δεν χρησιμοποιούσαν την φυσική επιλογή –μια πυρηνική έννοια- για να τις εξηγούν) και αντιμετώπιζαν τους οργανισμούς ως ενιαίο σύνολο πανομοιότυπων ατόμων, που αλλάζουν ταυτόχρονα εξαιτίας της ανάγκης (Prinou et al., 2008) και
- δ) των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την εξελικτική θεωρία μέσω της φυσικής επιλογής. Η έρευνα έγινε σε δείγμα 153 εκπαιδευτικών. Το εργαλείο έρευνας ήταν ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από ανοιχτές ερωτήσεις και ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί, σε μεγάλο ποσοστό, θεωρούν ότι η εξέλιξη συμβαίνει μέσω της προσαρμογής, ενώ ένας ικανός αριθμός εκπαιδευτικών χρησιμοποιεί ανθρωπομορφικές ερμηνείες. Όμως στην πλειοψηφία τους ήταν ευνοϊκά διακείμενοι απέναντι στην αντίληψη της βιολογικής εξέλιξης και στην αναγκαιότητα να γνωρίζουν την εξελικτική θεωρία, προκειμένου να μπορούν να την διδάξουν σωστά (Prinou et al. 2011).

## **5<sup>η</sup> Θεματική Ενότητα: Η Μετάβαση από το Συγκεκριμένο (Καθημερινή Γνώση) στην Αφαίρεση και τη Γενίκευση (Επιστημονική Γνώση) με Αφορμή Έννοιες και Φαινόμενα του Μεγάκοσμου**

Η αστρονομία ανέκαθεν με γοήτευε. Η παρατήρηση του ουρανού διεγείρει το φανταστικό και γεννά φιλοσοφικές αναζητήσεις. Παράλληλα, θεωρώ ότι είναι ένα από τα θέματα που ενδιαφέρουν πολύ τα παιδιά. Επιπλέον, η αστρονομία αποτελεί μία περιοχή γνώσης που για την κατανόησή της απαιτείται ο συνδυασμός διαφόρων επιστημών, όπως: μαθηματικά, φυσική, βιολογία, γεωλογία, τεχνολογία, αλλά και τέχνες και πολιτισμός. Άλλωστε πολλοί καλλιτέχνες έχουν εμπνευστεί έργα με αφορμή διάφορα ουράνια φαινόμενα. Με δεδομένο το ενδιαφέρον των παιδιών και τη διεπιστημονικότητα της αστρονομίας, θεώρησα ότι είναι ένα θέμα που θα άξιζε να ερευνησω.





Στην προσπάθειά μου αυτή για τη διδακτική διαχείριση των φαινομένων του μεγάκοσμου, αντιμετώπισα το πρόβλημα του πώς μπορώ να οδηγήσω ένα παιδί από το ερμηνευτικό πλαίσιο που έχει διαμορφώσει με βάση την εμπειρία του, καθορισμένη από τη γεωκεντρική σκοπιά και την κοινή λογική, στη διαμόρφωση ενός διαφορετικού ερμηνευτικού πλαισίου, που βασίζεται στην αλλαγή συστήματος αναφοράς και συνακόλουθα την αφαιρετική σύλληψη των φαινομένων.

Προκειμένου να κατανοήσουμε τις συγκεκριμένες δυσκολίες που σχετίζονται με τα παραπάνω, σημαντικό βήμα είναι η ανίχνευση των ιδεών των μαθητών/τριών για διάφορα φαινόμενα του μεγάκοσμου. Ακολούθως, απαραίτητη είναι η διερεύνηση κατάλληλων διδακτικών ερευνητικών προσεγγίσεων για την υπέρβασή τους.

Η συμβολή μου στην παραπάνω ερευνητική προσπάθεια συνίσταται στα εξής:

- A) Την συγγραφή ενός βιβλίου (Χαλκιά 2006), όπου προσπάθησα να παρουσιάσω και συνδυάσω για κάθε θεματική ενότητα: 1) την ιστορική εξέλιξη των ιδεών, 2) την επιστημονική γνώση, 3) τις ιδέες των παιδιών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για έννοιες και φαινόμενα του μεγάκοσμου και 4) διδακτικές προτάσεις με δραστηριότητες που λαμβάνουν υπόψη τις ιδέες των παιδιών και προτείνουν τρόπους διδακτικής διαχείρισης τους συνδυάζοντας την επιστημονική γνώση και την πολιτισμική γνώση.
- B) Την επίβλεψη έρευνας που διεξήγαγε με ιδιαίτερη ευρηματικότητα και επιμέλεια ο Γιάννης Σταράκης στο πλαίσιο της διδακτορικής του διατριβής και αναφέρονταν σε ένα αρκετά σύνθετο θέμα στη διδασκαλία των σχετικών κινήσεων Ήλιου - Γης - Σελήνης (<http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/42089#page/1/mode/2up>).

Στην πραγματικότητα, είχαμε να αντιμετωπίσουμε το δύσκολο ζήτημα· πώς παιδιά των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού -μέσω κατάλληλης διδασκαλίας- μπορούν να συμβιβάσουν την εμπειρία τους για τη φαινόμενη κίνηση Ήλιου και Σελήνης στον ουρανό με την επιστημονική γνώση της ιδιοπεριστροφής της Γης, της περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο και της περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη. Μέσω της κατανόησης των σχετικών κινήσεων διδάσκονται και σύνθετα φαινόμενα, όπως οι εποχές, η ταυτόχρονη εμφάνιση του ήλιου και της σελήνης στον ουρανό τις μισές μέρες του μήνα κ.λπ. Για τη διδασκαλία των σχετικών φαινομένων, σχεδιάστηκε, εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε μία διδακτική-μαθησιακή ακολουθία, στην οποία αξιοποιήθηκαν ως διδακτικά εργαλεία πρωτότυπα φωτογραφικά τεκμήρια (καταγραφή των κινήσεων της Σελήνης -σε σχέση με συγκεκριμένο σημείο αναφοράς- σε διαφορετικές ώρες σε μία ημέρα και την ίδια ώρα σε διαφορετικές ημέρες), καθώς και σωματικές προσομοιώσεις με τη βοήθεια επιδαπέδιων ρολογιών (για αναπαράσταση και διερεύνηση των κινήσεων Γης και Σελήνης). Ως μεθοδολογία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το διδακτικό πείραμα (στη μεθοδολογία του οποίου πολύτιμος σύμβουλος ήταν ο Δημήτρης Σταύρου) που εφαρμόστηκε σε ομάδες αποτελούμενες από 4 μαθητές/τριες η κάθε μία. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά και παρουσιάστηκαν σε διεθνή και ελληνικά περιοδικά και





συνέδρια (Σταράκης & Χαλκιά, 2018; Σταράκης & Χαλκιά, 2016; Starakis & Halkia, 2014; Halkia & Starakis, 2013; Starakis & Halkia, 2010a; Starakis & Halkia, 2010b).

Γ) Την εκπόνηση μικρών ερευνών με στόχο τη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών/τριών για διάφορα φαινόμενα του μεγάκοσμου, ως επιβλέπουσα μεταπτυχιακών διπλωματικών εργασιών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μεταπτυχιακοί/ες φοιτητές/τριες εργάστηκαν όλα αυτά τα χρόνια με απaráμιλλο ζήλο και διεξήγαγαν ενδιαφέρουσες έρευνες, που τις περισσότερες φορές υπερέβαιναν τα απαιτούμενα. Οι έρευνες αυτές αναφέρονται στη διερεύνηση των ιδεών των παιδιών, μέσω ερωτηματολογίων, αλλά -σε κάποιες περιπτώσεις- και σε αντίστοιχες διδακτικές παρεμβάσεις, για το σύμπαν, το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα, τις φάσεις της Σελήνης, το Ηλιακό Σύστημα, κ.λπ.. Παρουσιάστηκαν σε συνέδρια και περιλαμβάνονται στα σχετικά πρακτικά (Κιουρτζή & Χαλκιά, 2016; Πέλλα & Χαλκιά, 2016; Σιμιτζόγλου & Χαλκιά, 2007; Σπυράτου & Χαλκιά, 2007). Αξιοσημείωτο είναι το ενδιαφέρον ακόμη και σήμερα πολλών μεταπτυχιακών φοιτητών/τριών να εκπονήσουν διπλωματικές εργασίες με θέματα σχετικά με την αστρονομία και ήδη έχουν εκπονηθεί αρκετές που θα παρουσιαστούν σε επόμενα συνέδρια. Αφορούν: α) την αντιμετώπιση της ιδέας των μαθητών/τριών ότι η Σελήνη εμφανίζεται μόνον το βράδυ στον ουρανό μέσω καθημερινής παρατήρησης (ζωντανής ή εικονικής μέσω ίντερνετ), καταγραφής ημερολογίου και αντίστοιχης διδακτικής παρέμβασης για την κατανόηση του φαινομένου (Μίχα, 2019; Τσέλιου, 2019), β) τη διερεύνηση της ιδέας των μαθητών/τριών για το κατά πόσον η Σελήνη είναι αυτόφωτο ή ετερόφωτο σώμα και των παραγόντων που την επηρεάζουν, μέσω ερωτηματολογίου με ανοιχτές ερωτήσεις (Νεοφώπistos 2020), γ) την συγκριτική μελέτη των αναλυτικών προγραμμάτων πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης 17 χωρών ως προς την παρουσία της αστρονομίας σε αυτά, μέσω ανάλυσης περιεχομένου αναφορικά με τη δομή, το περιεχόμενο, τους στόχους και τις δραστηριότητες που εμπεριέχονται σε αυτά (Χατζημιχάλη 2020). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις διπλωματικές των Μίχα, Τσέλιου και Νεοφώπistos σημαντική ήταν η συμβολή του συναδέλφου πλέον Γιάννη Σταράκη. Σε όλες τις παραπάνω εργασίες τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενδιαφέροντα.

\*

Ανατρέχοντας στα περασμένα, θα μπορούσα να πω ότι με σκληρή δουλειά και εξαντλητική μελέτη, η πορεία των ερευνητικών μου επιλογών επηρεάστηκε από τα ενδιαφέροντά μου, από την έντονη επιθυμία μου να σχεδιάζω έρευνες για να απαντήσω τα ερωτήματα που -κάθε φορά- προέκυπταν, αλλά και από την συνεργασία μου με πολύ ικανούς και έντιμους συνεργάτες.

Και τώρα τι; Μα και βέβαια θα συνεχίσω -για όσο χρονικό διάστημα με χρειάζονται και μπορώ- να διδάσκω και να επιβλέπω ερευνητικές εργασίες.



## Βιβλιογραφία

- Ασημακοπούλου, Αικ.; Γεωργόπουλος, Γ. & Χαλκιά, Κρ. (2004). Οι λιθοσφαιρικές πλάκες και η δυναμική τους (Έρευνα στο διαδίκτυο, ταξινόμηση και σχολιασμός). Στο Κεφ 8. (Χαλκιά, Κρ. Ο πολυτροπικός «λόγος» των Φυσικών Επιστημών στο διαδίκτυο: Αλληλεπιδράσεις με την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες), *Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση: Ζητήματα Σχεδιασμού και Εφαρμογών – Φιλοσοφικές και Κοινωνικές Προεκτάσεις*, (σ. 274-276). Επιμέλεια Ι. Κεκές, Εκδόσεις Ατραπός, Αθήνα, ISBN 960-8325-77-3.
- Βελέντζας, Α., & Χαλκιά, Κρ., (2011). Προτάσεις για τη Διδασκαλία Νόμων και Αρχών της Φυσικής του 20ου Αιώνα στο Λύκειο με την αξιοποίηση Ιστορικών Νοητικών Πειραμάτων. Στο: Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ. *Πρακτικά 7ου Συνεδρίου ΕΝΕΦΕΤ – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες* (σελ. 129-137). ISBN: 978-960-99852-0-8, <http://www.enephet.gr/library/praktika/2011-a-praktika.pdf> (ημερομηνία πρόσβασης 22/08/20).
- Βρεττοπούλου Σ. & Χαλκιά Κ. (2020). Η αξιοποίηση άτυπων πηγών μάθησης (ντοκιμαντέρ επιστήμης) στη διδασκαλία εννοιών του ηλιακού συστήματος. *Πρακτικά του 11ου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ, με τίτλο: Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας τον 21ο αιώνα*. (Επιμέλεια έκδοσης: Σπύρτου Α., Παπαδοπούλου, Π., Ζουπίδης, Α., Μαλανδράκης, Γ., Καριώτογλου, Π.). Τόπος διεξαγωγής του Συνεδρίου: Φλώρινα (2019), ΤΟΜΟΣ 11, ΣΕΛ. 867-871. ISBN: 978-618-83267-7-4, <http://synedrio2019.enephet.gr>
- Δημητριάδη, Κ., & Χαλκιά, Κρ. (2011). Μια εμπειρική έρευνα για τη διδασκαλία της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας στο Λύκειο. Στο: Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ. *Πρακτικά 7ου Συνεδρίου ΕΝΕΦΕΤ – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες* (σελ. 113-120). ISBN: 978-960-99852-0-8, <http://www.enephet.gr/library/praktika/2011-a-praktika.pdf> (ημερομηνία πρόσβασης 22/08/20).
- Ινστιτούτο Διαρκούς Εκπαίδευσης Ενηλίκων, (2003). *Προδιαγραφές Σπουδών για τα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας*, Έκθεση του Ινστιτούτου Διαρκούς Εκπαίδευσης Ενηλίκων, Αθήνα, 2003.
- Κιουρτζή, Μ. & Χαλκιά, Κρ. (2016). Ιδέες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για το Σύμπαν. *Πρακτικά του 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ: Διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές* (σελ. 620-627) (Επιμέλεια: Ψύλλος Δ., Μολοχίδης Α., Καλλέρη Μ.), Θεσσαλονίκη (8-10 Μαΐου 2015). ISBN: 978-960-243-702-5. <https://drive.google.com/file/d/1K1u1enM75YfdwQ5mZs5s97gCMEQBKAPv/view> (ημερομηνία πρόσβασης 27/8/2020).
- Κόλλας, Σπ, & Χαλκιά, Κρ., (2016). Συνεργατικός σχεδιασμός θεματικών ενοτήτων για τον επιστημονικό γραμματισμό στα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας, *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες* (σελ. 506-515), Ρόδος 14-16 Οκτωβρίου 2016.



- Μαντζουρίδης, Δ., Χαλκιά, Κρ., & Σκορδούλης, Κ. (2007). Άρθρα επιστήμης στο τύπο: Τρόποι μετασχηματισμού της επιστήμης του τύπου σε εκπαιδευτικό υλικό. *Πρακτικά σε ηλεκτρονική μορφή του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΝΕΦΕΤ* (Τεύχος Α' - Άτυπες Μορφές Εκπαίδευσης, σελ. 330-339). (Επιμέλεια: Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, Γ. Τσαπαρλής), ISSN 1791-1281 Online, [http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth\\_conf/pdf\\_synedriou/teyχος\\_A/6\\_atypes\\_morfes\\_ekp/1\\_FE-06telikiF.pdf](http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth_conf/pdf_synedriou/teyχος_A/6_atypes_morfes_ekp/1_FE-06telikiF.pdf) (ημερομηνία πρόσβασης 22/8/2020).
- Μαντζουρίδης, Δ., Χαλκιά, Κρ., & Σκορδούλης, Κ. (2011). Άρθρα επιστήμης του τύπου: Ο μετασχηματισμός τους σε εκπαιδευτικό υλικό και η χρήση τους στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. *Πρακτικά 7ου Συνεδρίου ΕΝΕΦΕΤ– Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες* (σελ. 492-499). <http://www.enepnet.gr/library/praktika/2011-b-praktika.pdf> (ημερομηνία πρόσβασης 22/08/20).
- Μίχα, Ελ. (2019). Αναζητώντας τη Σελήνη: Μια διδακτική παρέμβαση με βάση την παρατήρηση για τη συχνότητα εμφάνισης της Σελήνης στον ουράνιο θόλο κατά τη διάρκεια ενός μήνα. Διπλωματική εργασία ΕΚΠΑ, <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2893359>.
- Νεοφώπτος, Ρ. (2020). Διερεύνηση των ιδεών των μαθητών και μαθητριών της Ε' και Στ' τάξης Δημοτικού για το κατά πόσον η Σελήνη είναι αυτόφωτο ή ετερόφωτο σώμα, καθώς και των πιθανών παραγόντων που τις επηρεάζουν. Διπλωματική εργασία ΕΚΠΑ, <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2917002>
- Ξένου, Ζ.; Σπηλιωτοπούλου, Ι & Χαλκιά, Κρ. (2004). Η περίπτωση των ακτίνων Χ (Έρευνα στο διαδίκτυο, ταξινόμηση και σχολιασμός). Στο Κεφ 8. (Χαλκιά, Κρ. Ο πολυτροπικός «λόγος» των Φυσικών Επιστημών στο διαδίκτυο: Αλληλεπιδράσεις με την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες), Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση: Ζητήματα Σχεδιασμού και Εφαρμογών – Φιλοσοφικές και Κοινωνικές Προεκτάσεις, (σ. 265-270). Επιμέλεια Ι. Κεκές, Εκδόσεις Ατραπός, Αθήνα, ISBN 960-8325-77-3.
- Οβαδίας, Σ. & Χαλκιά, Κρ. (2004). Η περίπτωση του ηλεκτρικού και βαρυτικού πεδίου (Έρευνα στο διαδίκτυο, ταξινόμηση και σχολιασμός). Στο Κεφ 8. (Χαλκιά, Κρ. Ο πολυτροπικός «λόγος» των Φυσικών Επιστημών στο διαδίκτυο: Αλληλεπιδράσεις με την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες), Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση: Ζητήματα Σχεδιασμού και Εφαρμογών – Φιλοσοφικές και Κοινωνικές Προεκτάσεις, (σ. 270-274). Επιμέλεια Ι. Κεκές, Εκδόσεις Ατραπός, Αθήνα, ISBN 960-8325-77-3.
- Παπανικολοπούλου, Θ., & Χαλκιά, Κρ. (2007). Άτυπες μορφές εκπαίδευσης και αξιοποίησή τους στη διδασκαλία στοιχείων αστρονομίας. Η περίπτωση του Νέου Ευγενιδείου Πλανηταρίου. *Πρακτικά σε ηλεκτρονική μορφή του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΝΕΦΕΤ*, (Επιμέλεια: Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, Γ. Τσαπαρλής), Τεύχος Α' - Άτυπες Μορφές Εκπαίδευσης, ISSN 1791-1281 Online, σ. 349-357, [http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth\\_conf/pdf\\_synedriou/teyχος\\_A/6\\_atypes\\_morfes\\_ekp/3\\_GEO-06telikiF.pdf](http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth_conf/pdf_synedriou/teyχος_A/6_atypes_morfes_ekp/3_GEO-06telikiF.pdf) (ημερομηνία πρόσβασης 22/8/2020).
- Πέλλα, Θ., & Χαλκιά, Κρ. (2016). Ιδέες των μαθητών/τριων για τις φάσεις της Σελήνης και μια πρόταση αναδόμησής τους προς το επιστημονικό πρότυπο. *Πρακτικά του 9 ου*



*Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΝΕΦΕΤ: Διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές* (σελ. 628-636) (Επιμέλεια: Ψύλλος Δ., Μολοχίδης Α., Καλλέρη Μ.), Θεσσαλονίκη (8-10 Μαΐου 2015). ISBN: 978-960-243-702-5, <https://drive.google.com/file/d/1K1u1enM75YfDwQ5mZs5s97gCMEQBKAPv/view> (ημερομηνία πρόσβασης 27/8/2020)

- Σαράντη, Α. & Χαλκιά, Κρ. (2004). Ο μικρόκοσμος: η περίπτωση του ατόμου (Έρευνα στο διαδίκτυο, ταξινόμηση και σχολιασμός). Στο Κεφ 8. (Χαλκιά, Κρ. Ο πολυτροπικός «λόγος» των Φυσικών Επιστημών στο διαδίκτυο: Αλληλεπιδράσεις με την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες), Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση: Ζητήματα Σχεδιασμού και Εφαρμογών – Φιλοσοφικές και Κοινωνικές Προεκτάσεις, (σ. 259-265). Επιμέλεια Ι. Κεκές, Εκδόσεις Ατραπός, Αθήνα, ISBN 960-8325-77-3.
- Σιμιτζόγλου, Σ., & Χαλκιά, Κρ. (2007). Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το ηλιακό σύστημα. *Πρακτικά σε ηλεκτρονική μορφή του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου: Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση*, Τεύχος Β' - Διδακτική και Διδασκαλία της Γεωγραφίας, (σ. 820-827), Τόμος 5 [ ISSN 1791-1281 Online], [http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth\\_conf/pdf\\_synedriou/teyχος\\_B/5\\_didakt\\_didas\\_k\\_geogr/3\\_GEO-05-telikiF.pdf](http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth_conf/pdf_synedriou/teyχος_B/5_didakt_didas_k_geogr/3_GEO-05-telikiF.pdf) (ημερομηνία πρόσβασης 27/8/2020).
- Σπυράτου, Ερ., & Χαλκιά, Κρ. (2007). Οι αντιλήψεις των μαθητών και μαθητριών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα. *Πρακτικά σε ηλεκτρονική μορφή του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ*, που διοργανώθηκε από το Π.Τ.Δ.Ε, το τμήμα Χημείας και το τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Τεύχος Β' - Διδακτική και Διδασκαλία της Γεωγραφίας, σ. 810-819, Τόμος 5 [ ISSN 1791-1281 Online ], [http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth\\_conf/pdf\\_synedriou/teyχος\\_B/5\\_didakt\\_didas\\_k\\_geogr/2\\_GEO-04-telikiF.pdf](http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth_conf/pdf_synedriou/teyχος_B/5_didakt_didas_k_geogr/2_GEO-04-telikiF.pdf) (ημερομηνία πρόσβασης 27/8/2020).
- Σταράκης, Ι., & Χαλκιά, Κρ. (2018). Διδακτική προσέγγιση των κινήσεων του Συστήματος Ήλιου-Γης-Σελήνης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. *Πρακτικά του 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου ης ΕΝΕΦΕΤ: Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης* (σ. 741-748) (Επιμέλεια Σταύρου Δημήτρης, Μιχαηλίδη Αιμιλία, Κοκολάκη Αθανασία), Τόπος διεξαγωγής του Συνεδρίου: Πανεπιστημιούπολη Ρεθύμνου Κρήτης (7-9 Απριλίου 2017), ISBN 978-960-86978-3-6, [http://synedrio2017.enepnet.gr/images/Praktika-10ou-Synedriou\\_Teliko.pdf](http://synedrio2017.enepnet.gr/images/Praktika-10ou-Synedriou_Teliko.pdf)
- Σταράκης, Ι., & Χαλκιά, Κρ. (2016). Διδακτική προσέγγιση του φαινομένου της εναλλαγής των εποχών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. *Πρακτικά του 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΝΕΦΕΤ: Διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές* (σελ. 287-295) (Επιμέλεια: Ψύλλος Δ., Μολοχίδης Α., Καλλέρη Μ.), (8-10 Μαΐου 2015). ISBN: 978-960-243-702-5, <https://drive.google.com/file/d/1K1u1enM75YfDwQ5mZs5s97gCMEQBKAPv/view> (ημερομηνία πρόσβασης 27/8/2020)



- Στριλιγκά, Α., & Χαλκιά, Κρ. (2018). Μελέτη Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων σε οργανωμένους Χώρους μη Τυπικής μάθησης των Φυσικών Επιστημών: Η περίπτωση του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.). *Πρακτικά του 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών ΕΝΕΦΕΤ* (σελ. 91-94) (Επιμέλεια Δ. Σταύρου, Αιμ. Μιχαηλίδη, Α. Κοκολάκη), ISSN: 2623-3622.  
<http://synedrio2017.enepnet.gr/newresearchers/> (Διπλωματική εργασία ΕΚΠΑ, <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/1667948>)
- Τσέλιου, Αθ. (2019). Αναζητώντας τη Σελήνη: Μια διδακτική πρόταση για την διδασκαλία της περιφοράς της Σελήνης γύρω από τη Γη. Διπλωματική εργασία ΕΚΠΑ, <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2885830>
- Τσιφτοής, Γ., & Χαλκιά, Κρ. (2019). Η ανάπτυξη των δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας των φοιτητών/τριών του ΠΤΔΕ με αφορμή θέματα φυσικής. *Πρακτικά του 2ου Συνεδρίου Υποψηφίων Διδασκόντων ΕΝΕΦΕΤ* (σελ. 87-90) (Επιμέλεια Ασημακόπουλος Στέφανος), ISSN 2623-3622,  
<https://drive.google.com/file/d/1MPWTMNd1rO9HxRaJkkUykdoYwBkFImC/view> (ημερομηνία πρόσβασης 27/8/2020)
- Χαλκιά Κ. (2020). Άτυπες πηγές μάθησης: Το αόρατο υπόβαθρο της τυπικής εκπαίδευσης. Αφιέρωμα για την Μη Τυπική Εκπαίδευση. Δελτίο εκπαιδευτικού προβληματισμού και επικοινωνίας (Ηλεκτρονικό περιοδικό της Σχολής Ι.Μ. Παναγιωτόπουλου), Τεύχος 65, <http://impschool.gr/deltio-site/?p=1440> (ημερομηνία πρόσβασης 3/5/2021)
- Χαλκιά, Κρ. (2013). Η απουσία των μεγάλων κοσμοθεωριών της φυσικής του 20ου αιώνα από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση του 21ου αιώνα: Διλήμματα και προτάσεις (Προσκεκλημένη Ομιλία). *Πρακτικά του 8ου Συνεδρίου ΕΝΕΦΕΤ* (σελ. 30-39), ISBN: 978-618-80580-1-9, <http://www.enepnet.gr/library/praktika/2013-praktika.pdf> (ημερομηνία πρόσβασης 22/08/20).
- Χαλκιά, Κρ., & Χαβιάρα, Αικ. (2013α). *Οδηγός Σπουδών για το γνωστικό αντικείμενο: Γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*. Έκδοση του Ι.ΝΕ.ΔΙ.Β.Μ. (Ινστιτούτο Νεολαίας και Δια Βίου Μάθησης) για τα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας (ΣΔΕ). Σύνολο σελ. 140.
- Χαλκιά, Κρ. & Χαβιάρα, Αικ. (2013β). *Συμπλήρωση-επικαιροποίηση του εκπαιδευτικού υλικού του γνωστικού αντικείμενου- Γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες & την Τεχνολογία*. Έκδοση του Ι.ΝΕ.ΔΙ.Β.Μ. (Ινστιτούτο Νεολαίας και Δια Βίου Μάθησης) για τα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας (ΣΔΕ). Σύνολο σελ. 49.
- Χαλκιά, Κρ. (2012). *Οι άτυπες πηγές μάθησης στις φ.ε. και η αλληλεπίδρασή τους με την τυπική εκπαίδευση*, 7η θεματική ενότητα στο βιβλίο Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις (σελ. 203-238). Επίτομο (495 σελ.), Εκδόσεις Πατάκη.
- Χαλκιά, Κρ., & Θεοδωρίδης, Μ. (2012). *Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (ΜΜΕ) και Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες: Η αξιοποίηση των ΜΜΕ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*, 8ο Κεφάλαιο (σελ. 158-180) στο βιβλίο Θεωρητικές και Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες (Επιμέλεια Μ. Ευαγόρου, Λ. Αβραμίδου), Εκδόσεις Διάδραση.





- Χαλκιά, Κρ. (2011), Διδάσκοντας θεωρίες της φυσικής του 20<sup>ου</sup> αιώνα στην ανώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση: Θεωρητικά ζητήματα, ερευνητικές κατευθύνσεις, προτάσεις, Στο Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ., *Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Συνεδρίου ΕΝΕΦΕΤ – Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες*, σελ.110-112, ISBN: 978-960-99852-0-8, <http://www.enepnet.gr/library/praktika/2011-a-praktika.pdf> (ημερομηνία πρόσβασης 22/08/20).
- Χαλκιά, Κρ., & Ζαρίκας, Β. (2006). *Οδηγίες για τη δημιουργία σχεδίων μαθήματος και Εκπαιδευτικό υλικό για τον Γραμματισμό στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία. Στο Πρόγραμμα Σπουδών – Εκπαιδευτικό Υλικό, Επιστημονικός Γραμματισμός για τα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας*. (σ. 5-16 και 17-88 αντίστοιχα). Έκδοση του ΥΠΕΠΘ, Γενική Γραμματεία Εκπαίδευσης Ενηλίκων, Ινστιτούτο Διαρκούς Εκπαίδευσης Ενηλίκων.
- Χαλκιά, Κρ. (2006). *Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν: Η διαδρομή από την επιστημονική γνώση στη σχολική γνώση*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, συν. σελ. 588.
- Χαλκιά, Κρ. (2005). *Οι πολλαπλές όψεις της εικόνας στα μαθήματα των φυσικών επιστημών. Στο Εικόνα και Παιδί (Επιμέλεια: Ουρανία Κωνσταντινίδου-Σέμογλου) (Κείμενο: σελ. 597-608, Εικόνες: σελ. 729-730)*, Εκδόσεις Cannot not design publications
- Χαλκιά, Κρ. (2004). Ο πολυτροπικός «λόγος» των Φυσικών Επιστημών στο διαδίκτυο: Αλληλεπιδράσεις με την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Κεφάλαιο 8. Στο *Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση: Ζητήματα Σχεδιασμού και Εφαρμογών – Φιλοσοφικές και Κοινωνικές Προεκτάσεις* (σ. 251-278). Επιμέλεια Ι. Κεκές, Εκδόσεις Ατραπός, Αθήνα, ISBN 960-8325-77-3.
- Χαλκιά, Κρ. (2003). *Επιστημονικός γραμματισμός: Ο γραμματισμός στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία. Στο Προδιαγραφές Σπουδών για τα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας* (σ. 169-184). Επιμέλεια: Λευτέρης Βεκρής – Ελένη Χοντολίδου, Έκδοση της Γενικής Γραμματείας Εκπαίδευσης Ενηλίκων και του Ινστιτούτου Διαρκούς Εκπαίδευσης Ενηλίκων, Αθήνα.
- Χαλκιά, Κρ. (σε συνεργασία με εκπαιδευτικούς των ΣΔΕ) (2003). *Επιστημονικός Γραμματισμός: Πρόγραμμα Σπουδών και Εκπαιδευτικό υλικό. Στο Μια νέα ευκαιρία: Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας. Εκπαιδευτικό υλικό* (σύνολο σελίδων: 59). Έκδοση της Γενικής Γραμματείας Εκπαίδευσης Ενηλίκων και του Ινστιτούτου Διαρκούς Εκπαίδευσης Ενηλίκων, Αθήνα.
- Χαλκιά, Κρ., & Θεοδωρίδης, Μ. (2002). Η χρήση της εικόνας στα εγχειρίδια των φυσικών επιστημών: ένα σύστημα ταξινόμησης και αξιολόγησης των εικόνων. *Θέματα στην Εκπαίδευση*, 3(1), 79-95.
- Χατζημιχάλη, Ελ. (2020). Συγκριτική μελέτη της παρουσίας της αστρονομίας στα αναλυτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης 17 χωρών προερχομένων από 5 ηπείρους. Διπλωματική εργασία ΕΚΠΑ, <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2916920>



- Colin F., Chauvet F., & Viennot L. (2002). *Reading images in optics: students' difficulties and teachers' views*, *International Journal of Science Education*, 24(3), p.313-332.
- Dimitriadi, K., & Halkia, Kr. (2012). Secondary Students' Understanding of Basic Ideas of Special Relativity. *International Journal of Science Education*, 34(16), p. 2565-2582, DOI: 10.1080/09500693.2012.705048.
- Dimitriadi K., & Halkia Kr. (2003). Difficulties in Representing Microscopic Phenomena on the Internet: The Case of Brownian Motion, Proceedings of the 6th International Conference: "Computer Based Learning in Science", Vol. I: "New Technologies and Their Application in Education", p. 1077-1086. Nicosia Cyprus.
- Halkia, Kr., & Starakis, I. (2013). Design, implementation and evaluation of a teaching and learning sequence concerning the moon's apparent movement. *E-Book proceedings of the ESERA 2013 Conference, Nicosia Cyprus, Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning* (Editors: Constantinos P. Constantinou, Nicos Papadouris, Angela Hadjigeorgiou), ISBN 978-9963-700-77-6. Strand 16: Science in the primary school. (Co-editors: Petros Kariotoglou and Terence Russell), p. 2973-2982. <https://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/esera-2013#strand-16>
- Halkia, Kr., & Theodoridis, M. (2008), The Challenge of Using the Multimodal Aspects of Informal Sources of Science Learning, in the Context of Formal Education, In *Science Education Issues and Developments*, (Edited by C. L. Petroselli), Nova Science Publishers, N.Y. Chapter 5, p. 151-177.
- Halkia, Kr., & Botouropoulou, I. (2005). Cultural and Educational Dimensions Reflected in Books Popularizing Scientific Knowledge – A Case Study: The Sky, a 19th Century Book Popularizing Astronomy, *Science & Education*, 14(7-8), p. 631-647.
- Halkia, Kr., & Mantzouridis, D. (2005). Students' Views and Attitudes towards the Communication Code Used in Press Articles about Science, *International Journal of Science Education*, 27(12), p. 1395-1411.
- Halkia, Kr.; Paleopoulou, R., & Koukopoulou, G. (2003). A Comic Strip Version of Galileo's Life: Attempts to Popularize the History of Science, *Themes in Education*, 4(1), 65-74.
- Halkia Kr. (2003). Ways of Portraying Science Concepts on the Internet, *Proceedings of the 6th International Conference: "Computer Based Learning in Science", Vol. I: "New Technologies and Their Application in Education"*, p. 1087-1094. Nicosia Cyprus.
- Halkia, Kr. (2003). Teachers' views and attitudes towards the communication code and the rhetoric used in press science articles, in *Science Education Research in the Knowledge-Based Society* (Selected Articles), p. 415-423, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Kress G., & Van Leeuwen T. (1996). *Reading images: the grammar of visual design*. London, Routledge.
- Kollas S. and Halkia K. (2020). Scientific Literacy in Second Chance Schools: Training Science Teachers to Design Context-Based Curricula. *Universal Journal of Educational Research*, 8(10), 4877-4890. DOI:10.13189/ujer.2020.081060.





- Kollas, S., & Halkia, Kr. (2016). Second Chance Schools in Greece: A Critical Analysis of Science Teachers' Views and Practices on Designing Scientific Literacy Curricula. In N. Papadouris, A. Hadjigeorgiou, C. Constantinou (eds) *Insights from Research in Science Teaching and Learning, Contributions from Science Education Research*, (Selected Papers from the ESERA 2013 Conference), Chapter 19, p. 289-305, Springer (ISBN 978-3-319-20074-3). Associates, Inc.
- Kollas, S., & Halkia, Kr., (2014). Views of second chance schools' science teachers on scientific literacy curriculum. In K. Skordoulis, D. Hill (eds) *Critical Education at the Crossroads, Selected Papers from the 2nd International Conference on Critical Education*. Athens: nissos, pp. 69-81.
- Lemke J. (1998). Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In J.R. Martin, R. Veel (Eds), *Reading Science, Critical and Functional Perspective on Discourse of Science*, London: Routledge.
- Mantzouridis, D., Halkia, Kr, & Skordoulis, K. (2005). Printed and digital press science: ways of transforming press science into school science, *Proceedings of ESERA 2005 Conference: Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science*, August 28 – September 1, 2005, Barcelona, p. 1421-1424.
- Ovadias S., & Halkia Kr. (2003). A Study of the Pictorial Representations of the Phenomenon of Friction on the Internet, *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference: "Computer Based Learning in Science"*, Vol. I: "New Technologies and Their Application in Education", p. 1095-1102 Nicosia Cyprus.
- Prinou, L., Halkia, Kr. & Skordoulis, C. (2011). The Inability of Primary School to Introduce Children to the Theory of Biological Evolution, *Evolution: Education & Outreach*, 4(2), p. 275-285, <https://doi.org/10.1007/s12052-011-0323-8>
- Prinou, L., Halkia, Kr. & Skordoulis, C. (2009). La Reception de la Theorie de l' Evolution dans l' Enseignement Grec. *Archives Internationales d' Histoire des Sciences*, de l' Academie Internationale d' Histoire des Sciences, 59(162), 255-272. DOI 10.1007/s12052-008-0051-x
- Prinou, L., Halkia, Kr. & Skordoulis, C. (2008). What Conceptions do Greek School Students Form about Biological Evolution? *Evolution: Education Outreach*, No. 1, p. 12-317. <https://doi.org/10.1007/s12052-008-0051-x>
- Prinou, L., Halkia, Kr. & Skordoulis, C. (2005). Teaching the Theory of Evolution: Secondary Teachers' Attitudes, Views and Difficulties, *Proceedings of International History, Philosophy and Science Teaching Conference*, Leeds, UK, July 2005.
- Prinou L., & Halkia Kr. (2003). Images of 'Cell Division' on the Internet, *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference: "Computer Based Learning in Science"*, Vol. I: "New Technologies and Their Application in Education", p. 1103-1113, Nicosia Cyprus.
- Roberts, D.A. (2007). Scientific Literacy/Science Literacy. In S.K. Abel & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, Chapter 25, p. 729-780. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.



- Starakis, I. & Halkia, Kr. (2014). Addressing k5 students' and preservice elementary teachers' conceptions of seasonal change, *Physics Education (IOP Science)*, 49(2), p. 231-239, DOI: 0031-9120/14/020231+09\$33.00.
- Starakis, J. & Halkia, Kr. (2010 a). Primary School Students' Ideas Concerning the Apparent Movement of the Moon. *Astronomy Education Review*, 9(1). Electronic edition of the American Astronomical Society. DOI: 10.3847/AER2010007. <https://access.portico.org/Portico/auView?auId=ark%253A%252F27927%252Fpgg3ztfqsr&auViewType1=PDF>
- Starakis, I., & Halkia, Kr. (2010 b). "Distance dependence" or "Angle of sun rays Incidence Dependence"? The design of an Experimental Device for Teaching about Seasonal Change. *7<sup>th</sup> International Conference Hands-on science, Bridging the Science and Society gap*, July 25-31 July, 2010, Rethymnon, Greece. (Eds. M. Kalogiannakis, D. Stavrou & P. Michaelidis), p.200-204.
- Theodoridis M., & Halkia Kr. (2001). Latent aspects in science textbook pictures. *Proceedings of the ESERA (European Science Education Research Association) Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society*, Vol. II, p. 850-852.
- Tsagogeorga A., & Halkia K. (2003). Images of the 'Electromagnetic Spectrum' on the Internet, *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference: "Computer Based Learning in Science"*, Vol. I: "New Technologies and Their Application in Education", p. 1114-1123. Nicosia Cyprus.
- Velentzas, A., & Halkia, Kr. (2018). Scientific explanations in Greek upper secondary physics textbooks. *International Journal of Science Education*, 40(1), p. 90-108, DOI: 10.1080/09500693.2017.1401251 <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2017.1401251>
- Velentzas, A., & Halkia, Kr. (2013 a). The Use of Thought Experiments in Teaching Physics to Upper Secondary-Level Students: Two Examples from the Theory of Relativity. *International Journal of Science Education*, 35(18), p. 3026-3049, DOI: 10.1080/09500693.2012.682182. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.682182>
- Velentzas, A., & Halkia, Kr. (2013 b). From Earth to Heaven: Using 'Newton's Cannon' Thought Experiment for Teaching Satellite Physics. *Science & Education*, 22(10), p. 2621-2640, DOI: 10.1007/s11191-013-9611-8.
- Velentzas, A., & Halkia, Kr. (2011). The "Heisenberg's Microscope" as an Example of Using Thought Experiments in Teaching Physics Theories to Students of the Upper Second School. *Research in Science Education*, 41(4), p. 525-539, DOI: 10.1007/s11165-010-9178-1.
- Velentzas, A., Halkia Kr., & Skordoulis, C. (2007). Thought Experiments in the Theory of Relativity and in Quantum Mechanics: Their Presence in Textbooks and in Popular Science Books, *Science & Education*, 16(3-5), p.353-370. DOI: 10.1007/s11191-006-9030-1.



## Συνοπτικό Βιογραφικό Σημείωμα

**Κρυσταλλία Χαλκιά:** Γεννήθηκα στην Αθήνα το 1950. Σπούδασα *Φυσική* στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο της Θεσσαλονίκης και πραγματοποίησα μεταπτυχιακές σπουδές στο Πανεπιστήμιο του Σάσεξ στην Αγγλία, απ' όπου πήρα το διδακτορικό μου δίπλωμα στη *Θεωρητική Πυρηνική Φυσική*. Επιστρέφοντας στην Ελλάδα, υπηρέτησα ως εκπαιδευτικός στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση και προσανατόλισα τα ερευνητικά μου ενδιαφέροντα σε θέματα διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Αποφάσισα να ακολουθήσω έναν δεύτερο κύκλο μεταπτυχιακών σπουδών στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ), απ' όπου πήρα διδακτορικό δίπλωμα στη *Διδακτική της Φυσικής*. Παράλληλα με τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, δίδαξα σε κέντρα επιμόρφωσης εκπαιδευτικών μαθήματα *Φυσικής* και *Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών*. Το 1999 εκλέχθηκα στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΕΚΠΑ, με γνωστικό αντικείμενο τη *Διδακτική Φυσικών Επιστημών*, όπου δίδαξα το μάθημα *Διδακτική Φυσικών Επιστημών*, τόσο σε προπτυχιακό όσο και σε μεταπτυχιακό επίπεδο, καθώς και το μάθημα *Ο Κόσμος μας: Η διδασκαλία βασικών εννοιών αστρονομίας και επιστημών Γης* σε προπτυχιακό επίπεδο. Έχω διδάξει το μάθημα της *Διδακτικής της Φυσικής* στο ΣΕΜΦΕ του ΕΜΠ και υπήρξα για χρόνια υπεύθυνη του *Επιστημονικού Γραμματισμού* στα Σχολεία Δεύτερης Ευκαιρίας. Επί σειρά ετών συμμετείχα στην αξιολόγηση ευρωπαϊκών προγραμμάτων (FP7/Science&Society, Horizon2020, κ.λπ.). Αφυπηρέτησα το 2017 και έκτοτε συνεχίζω να διδάσκω σε μεταπτυχιακό επίπεδο (*Διδακτική φυσικών επιστημών*) και σε προπτυχιακό (*Διδακτική Αστρονομίας*). Έχω δημοσιεύσει 4 βιβλία, 14 κεφάλαια σε ελληνικά και διεθνή βιβλία, 5 τόμους προγραμμάτων σπουδών και εκπαιδευτικού υλικού και περισσότερες από 180 εργασίες σε διεθνή και ελληνικά περιοδικά, καθώς και σε πρακτικά διεθνών και ελληνικών συνεδρίων.