

11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο

Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών &
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

«Επαναπροσδιορίζοντας
τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών
και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»



Σωτήρης Λιούκρας

19 - 21 Απριλίου 2019
Φλώρινα



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Τμήμα Νηπιαγωγών



ΕΝΕΦΕΤ

Εταιρεία για την Εκπαίδευση στις
Επιστήμες, Τεχνολογία & την Τοπότητα



ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ



ΔΗΜΟΣ
ΦΛΩΡΙΝΑΣ



ΕΚΔΟΣΕΙΣ
GUTENBERG



ΛΙΓΝΙΤΟΥΡΧΕΙΑ ΑΧΛΑΔΑΣ Α.Ε.
ΑΝΘΡΑΚΟΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ - ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ
& ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ



ΔΕΗ
Public Power Corporation S.A. Hellas
Always by your side



η γωνιά
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Πρακτικά

11^ο Πανελληνίου Συνεδρίου
Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

**«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας
στον 21^ο αι.»**

Φλώρινα, 2020

11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο
Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και
Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών
και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.

Πρακτικά Συνεδρίου

ISBN: 978-618-83267-7-4

Επιμέλεια έκδοσης: Σπύρτου Α., Παπαδοπούλου, Π., Ζουπίδης, Α., Μαλανδράκης, Γ., Καριώτογλου, Π.

Σελιδοποίηση, εξώφυλλο: Βαϊτση Μ., Γαρυφαλογιάννη, Ε.

Τεχνική Υποστήριξη: Σεμερτζίδης, Γ.

Εξώφυλλο και αφίσα συνεδρίου: Σωτήρης Λιούκρας, ΕΕΠ του Τμήματος Εικαστικών και Εφαρμοσμένων Τεχνών
– Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

2020, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Web site: <http://synedrio2019.enepnet.gr/>

Πλήρης αναφορά στον τόμο των ηλεκτρονικών πρακτικών

Σπύρτου, Α., Παπαδοπούλου, Π., Ζουπίδης, Α., Μαλανδράκης, Γ., & Καριώτογλου, Π., (Επιμ.). (2020). Ηλεκτρονικά Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι, σελ. 1152. Φλώρινα, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. ISBN: 978-618-83267-7-4

Παράδειγμα βιβλιογραφικής αναφοράς για εργασία του συνεδρίου:

Συγγραφέας(είς) (2020). Τίτλος εργασίας. Στο Α. Σπύρτου, Π. Παπαδοπούλου, Α. Ζουπίδης, Γ. Μαλανδράκης, & Π. Καριώτογλου, (Επιμ.), Ηλεκτρονικά Πρακτικά 11^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι., σελ. χχ-ψψ. Φλώρινα, Ελλάδα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. ISBN: 978-618-83267-7-4

Συνέδριο με κρίση εργασιών

Όλες οι εργασίες του συνεδρίου κρίθηκαν ανωνύμως από δύο κριτές. Οι κριτές ήταν μέλη της επιστημονικής επιτροπής του συνεδρίου.



11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο – ΕΝΕΦΕΤ
«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»

Πρακτικά Συνεδρίου

11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο – ΕΝΕΦΕΤ
«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση
των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»



11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

«Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και
Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και της
Τεχνολογίας στον 21^ο αι.»

19-21 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2019

Επιμέλεια σχεδίου: Σωτήρης Λιούκρας

Υπό την Αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων



Περιεχόμενα

KENTRIKES OMILIES	
Collaborative Design and Implementation of a National Teacher Education Development Programme in Finland	2
Redefining empirical research with/for children in health education	10
ΣΥΜΠΟΣΙΑ	
Αξιοποίηση χώρων εκτός σχολείου στη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών	16
Αξιοποίηση των εκπαιδευτικών επισκέψεων σε ερευνητικό κέντρο για την προσέγγιση θεμάτων έρευνας αιχμής στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	18
Αντιλήψεις εκπαιδευτικών και μουσειοπαιδαγωγών για τις διερευνητικές πρακτικές στην εκπαίδευση: το αποτύπωμα μιας από κοινού επιμόρφωσης	25
Τεχνουργήματα μαθητών σχετικά με τη ναυτεχνολογία στο πλαίσιο μιας σύμπραξης μεταξύ τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης	30
Μελέτη της μάθησης επιστημονικού περιεχομένου από μαθητές κατά την αλληλεπίδραση τους με εκθέματα σε κέντρο επιστήμης	39
Συμπόσιο Μεταπτυχιακών Φοιτητών: Εισάγοντας την Επιστήμη, τη Μηχανική και την Τεχνολογία της Ναυοκλίμακας στην Εκπαίδευση	46
Μια πρόταση για την εισαγωγή της έννοιας της «Δομής της Ύλης στην Ναυοκλίμακα» στην Β' βάρθμια Εκπαίδευση	49
Η ναυοτεχνολογία και η αξιοποίησή της στην προστασία της πολιτισμικής μας κληρονομιάς: Μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία για παιδιά προσχολικής ηλικίας	57
Ανάπτυξη καινοτομικού animation στο Δημοτικό Σχολείο για το περιεχόμενο της Ναυοτεχνολογίας: βιβλιογραφική επισκόπηση	63
Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στο πλαίσιο ομότιμης καθοδήγησης: η εξέλιξη του ναυογραμματισμού τους	71
Μια πρόταση για την ένταξη του περιεχομένου της ναυοεπιστήμης στο σχολείο μέσω της ενσωμάτωσης του δομικού στοιχείου «Μέγεθος και Κλίμακα»	80
Σχεδιασμός, ανάπτυξη και εφαρμογή εκπαιδευτικού υλικού σε πρόγραμμα ERASMUS+: ο πολιτισμός στην κλίμακα του νάνο μέσα από τα βιτρό της Αναγέννησης	89
Μια πρόταση για την εισαγωγή της μεγάλης ιδέας «Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις στη ναυοκλίμακα» στη Β' Βάρθμια εκπαίδευση	97
Μια πρόταση για την εισαγωγή στο Λύκειο των ιδιοτήτων που εξαρτώνται από το μέγεθος στη ναυοκλίμακα	105
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ	
Τα φυτά ως ζωντανοί οργανισμοί και ως παράγοντας ανθρώπινης ευημερίας: Αντιλήψεις και γνώσεις παιδιών δημοτικού σχολείου	114
Χαρακτηρισμός Δομής Επιχειρημάτων Μαθητών Λυκείου Σχετικά με το Θέμα της Ανακύκλωσης των Υλικών	121



Έλεγχος της συνεκτικότητας των νοητικών μοντέλων μαθητών Δημοτικού για τη δύναμη.....	129
Διερευνώντας την αποτελεσματικότητα των κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (ΚΕΖ) ως διδακτικού πλαισίου στην ανάπτυξη ικανοτήτων επιχειρηματολογίας απουσία ανάλογου γνωστικού υποβάθρου.....	138
Διερεύνηση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές Λυκείου με έννοιες της χημικής κινητικής.....	144
Η επιστημονική / εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση και ο επιστημονικός τρόπος σκέψης - Μια έρευνα	153
Ενσωμάτωση σύγχρονων ηλεκτρονικών στοιχείων και τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία των Φυσικών Επιστημών.....	161
Ερμηνείες φαινομένων από μαθητές Λυκείου στα πλαίσια συγκεκριμένων ατομικών μοντέλων	167
Ερμηνεία και Αξιοποίηση της Γραπτής Ανατροφοδότησης από τους Μαθητές Δημοτικού	175
Ελλείμματα της Εκπαίδευσης στη Φυσική «από το Λύκειο στο Πανεπιστήμιο - Μια Έρευνα και Προτάσεις	181
Γνωστικό στυλ, δημιουργία κινήτρων και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες: Η περίπτωση της δομημένης διερεύνησης στην προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία	188
Μια εκπαιδευτική πρόταση για την εισαγωγή της Αρχής Ελαχίστης Δράσης με ισοϋψείς-ισοδυναμικές γραμμές.....	193
Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών και Μελέτης Περιβάλλοντος: τα είδη του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί.....	200
Εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία εννοιών του συνεχούς φάσματος των Αστέρων.....	209
Επαυξημένη πραγματικότητα σε γυμνασιακές και λυκειακές μαθητικές εργασίες βιολογίας	216
Η αφήγηση ιστοριών από την ιστορία της βιολογίας ως εκπαιδευτικό εργαλείο για την εισαγωγή εννοιών της φύσης της επιστήμης – απόψεις των εκπαιδευτικών.....	222
Διαφορές μεταξύ δυσλεκτικών και μη δυσλεκτικών μαθητών στην επίδοσή τους σε ένα τεστ χωρικών και γεωχωρικών ικανοτήτων: Μία πιλοτική έρευνα	229
Εκπαιδευτική πρόταση για τη διδασκαλία του κύκλου των πετρωμάτων στη Γεωλογία.....	236
Αποτίμηση του βαθμού συμπερίληψης της φύσης των Φυσικών Επιστημών στο ελληνικό εκπαιδευτικό πλαίσιο της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	242
Διεπιστημονική προσέγγιση της (συν)διδασκαλίας Μαθηματικών και Φυσικής: Η περίπτωση της χωρητικότητας ενός πυκνωτή.....	252
Διδάσκοντας το 2 ^ο Νόμο του Νεύτωνα μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών: η δομή και το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών	260
Ανιχνεύοντας εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών Λυκείου, με κατ' οίκον εργασίες	270
Η ερμηνεία του ρόλου του νερού στη διάλυση από μαθητές Στ' Τάξης Δημοτικού	277
Η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον ήχο στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών	287



Χημικές εξισώσεις με σύμβολα και με προσομοιώματα: Υπάρχει εξέλιξη των γνώσεων μαθητών από τη β΄ στη γ΄ τάξη γυμνασίου; Η περίπτωση ενός πρότυπου γυμνασίου.....	296
Ερμηνεία φυσικών φαινομένων από μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στα πλαίσια μιας διδακτικής μαθησιακής σειράς (ΔΜΣ), με χρήση της σωματιδιακής θεωρίας της ύλης.	305
Μελέτη των ικανοτήτων των μαθητών του δημοτικού σχολείου, του Γυμνασίου και του Λυκείου να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιστημονικών επιχειρημάτων	314
Η σωματική προσομοίωση ως εργαλείο διερεύνησης στη διδασκαλία της φαινόμενης κίνησης της Σελήνης	324
Διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μίας διδακτικής ακολουθίας για την ύλη και τη σωματιδιακή φύση της, τη μάζα και τον όγκο σαν ένα ενιαίο εννοιολογικό σύνολο, βάση για την οικοδόμηση σύνθετων εννοιών.	330
Δυσκολίες φοιτητών του ΠΤΔΕ στην ερμηνεία φαινομένων του στατικού ηλεκτρισμού: Μια διερευνητική διδακτική πρόταση με χρήση μοντέλων μικρόκοσμου	338
Ενίσχυση ενδιαφέροντος και βελτίωση μαθησιακών αποτελεσμάτων με σκοπό τη δημιουργία κινήτρων μάθησης για την έννοια της ενέργειας	345
Εννοιολογήσεις της γαλιλαϊκής σχετικότητας από υποψήφιους δασκάλους	352
Διδασκαλία των νόμων του Νεύτωνα με χρήση της αντίστροφης τάξης: μια μελέτη περίπτωσης	361
Αντιφάσεις στη σκέψη παιδιών προσχολικής ηλικίας για το φαινόμενο της μηχανικής ισορροπίας	370
Μάθηση μέσω σχεδιασμού στο μάθημα της φυσικής: Μέτρηση της μεταβολής του ενδιαφέροντος και της γνωστικής εξέλιξης μαθητών/τριών Γυμνασίου	378
Όταν μαθητές εμπλέκονται στο σχεδιασμό πειραμάτων χημείας: Η περίπτωση της απλής αντικατάστασης	384
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	389
Εκπαιδευτικό Υλικό για τις Μεγάλες Ιδέες των Επιστημών: Μια εφαρμογή στην Εδαφομηχανική	390
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ.....	400
Διαδικτυακά Περιβάλλοντα Μάθησης: εμπειρίες και αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών	401
Εν-ενεργεία εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναπτύσσουν και εφαρμόζουν διδακτικές ενότητες με την αξιοποίηση μικροϋπολογιστικών συστημάτων	407
Κοινωνικοεπιστημονικά Ζητήματα: Ένα πλαίσιο εκπαίδευσης μελλοντικών εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	414
Διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης και επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών: διερεύνηση της ετοιμότητας των εκπαιδευτικών	422
Βελτιώνοντας την ποιότητα των σχεδίων διδασκαλίας των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών	431
Ένταξη εικονικών πειραμάτων και προσομοιώσεων μετά την επιμόρφωση Β' επιπέδου.....	442



Διερεύνηση της Επαγγελματικής Αλλαγής Εκπαιδευτικών στο πλαίσιο μιας Κοινότητας Μάθησης	448
Αξιολόγηση εκπαιδευτικών που διδάσκουν φυσικές επιστήμες: Δυνατές και αδύναμες πτυχές της διδασκαλίας	456
Συνέπεια απόψεων και πρακτικών εκπαιδευτικών μετά από πρόγραμμα επαγγελματικής μάθησης Φυσικών Επιστημών.....	472
Συνδυαστική χρήση tablet, διαδραστικού πίνακα & εικονικής πραγματικότητας από φοιτητές ΠΤΔΕ για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.	480
Ένα πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης: ρητή εισαγωγή των διερευνητικών όψεων της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου	488
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	495
Η εξέλιξη των αντιλήψεων φοιτητών ΠΤΔΕ κατά την διάρκεια των σπουδών τους σε έννοιες Μηχανικής και Επιστημονικού Γραμματισμού	496
Διαγωνισμός PISA 2015: Ερμηνεία των αποτελεσμάτων στις Φυσικές Επιστήμες υπό τη μορφή δύο διαστάσεων.....	505
Διαβαθμιζόμενοι ορισμοί των εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες: η παιδαγωγική προσέγγιση του Ε.ΛΕ.ΦΥ.Σ.....	516
Διαδραστικός Ψηφιακός Χάρτης της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας	522
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΡΙΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΦΕ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ.....	529
Εξέλιξη της κριτικής σκέψης στο δημοτικό σχολείο: μία μελέτη περίπτωσης στο πλαίσιο Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών.....	530
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ.....	539
Διερεύνηση των χαρακτηριστικών των μαθητών που προβλέπουν τη χρήση οπτικών και αναλυτικών στρατηγικών	540
Οι προϋπάρχουσες ιδέες και οι αναπαραστάσεις προπτυχιακών εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης πάνω στον κυματοσωματιδιακό дуισμό, τη συμβολή και την περίθλαση των κυμάτων	547
STEM και ενοποίηση επιστημών στο Δημοτικό σχολείο: Αντιλήψεις εκπαιδευτικών με εμπειρίες σε καινοτόμες δράσεις	554
Συνδόμηση και διαπραγμάτευση συλλογισμών στην προοπτική της εννοιολογικής αλλαγής: μελέτες περίπτωσης με παιδιά προσχολικής ηλικίας σχετικά με ζητήματα αστρονομίας.....	560
Οι ιδέες εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τα φαινόμενα του λωτού και της σαύρας gecko.....	570
Αντιλήψεις για τις προστατευόμενες περιοχές: μια μελέτη με μελλοντικούς εκπαιδευτικούς.....	580
Πώς νοηματοδοτούν οι μαθητές του Δημοτικού σχολείου τον όρο νανοτεχνολογία και το φαινόμενο του λωτού;.....	586



Αναδομώντας τις ιδέες παιδιών δημοτικού σχολείου για τη δημιουργία των εποχών αξιοποιώντας τον αιτιακό συλλογισμό τους.....	594
Βιωματικές εμπειρίες και απόψεις φοιτητών ΠΤΔΕ από την πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο.....	601
Η αγροβιοποικιλότητα στην ελληνική επαγγελματική εκπαίδευση: αντιλήψεις μαθητών του τομέα Γεωπονίας.....	612
Αντιλήψεις μαθητών Γυμνασίου για τα σιδηρομαγνητικά υλικά.....	618
Έννοιες, αναπαραστάσεις και μοντέλα για τη γενετική σε αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών.....	626
Ιδέες μαθητών Λυκείου για τον χημικό δεσμό μέσα από την κατασκευή στατικών μοντέλων.....	632
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΑ.....	
Τι Γένους είναι η Επιστήμη; το Φύλο στα Σχολικά Εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών του Λυκείου.....	639
Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών στις πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής του Γυμνασίου.....	646
Ανάλυση των πειραματικών δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου της Φυσικής της Α΄ τάξης του Γυμνασίου.....	655
Η Κλιματική αλλαγή και ο ρόλος της εκπαίδευσης. Η περίπτωση των σχολικών εγχειριδίων της Γεωγραφίας και των Φυσικών στο Δημοτικό σχολείο.....	663
Η συγκρότηση των γονιδιακών μοντέλων στα σχολικά εγχειρίδια βιολογίας του ελληνικού σχολείου.....	672
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΠΕ.....	
Εφαρμογή καινοτόμου εκπαιδευτικού σεναρίου μάθησης σε μαθητές και μαθήτριες Δημοτικού Σχολείου. Ανάπτυξη δράσεων στην κατανόηση του υδρολογικού κύκλου.....	683
Αξιολόγηση ευχρηστίας και αποτελεσματικότητας γνωστικού εργαλείου σχεδίασης και χειρισμού συντακτικών τύπων Οργανικών Ενώσεων.....	691
Ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών Α΄ Λυκείου για την έννοια της Δύναμης: Επίτευξη γνωστικών συγκρούσεων με τη χρήση προσομοιώσεων.....	697
Εισαγωγή της υπολογιστικής σκέψης και βασικών εννοιών του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού στην πρώτη σχολική ηλικία στα πλαίσια της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών.....	702
Διερεύνηση των Δυσκολιών Κατά την Αξιοποίηση των Αισθητήρων των Έξυπνων Κινητών Συσκευών στη Διδασκαλία της Φυσικής.....	713
Παραγωγή Διδακτικού Υλικού σε Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα από Μελλοντικούς Εκπαιδευτικούς Α/θμιας Εκπαίδευσης.....	722
Απόψεις χημικών εκπαιδευτικών για την ένταξη διαδικτυακών εργαλείων που στηρίζουν διερευνητικές δραστηριότητες στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	732
Διερεύνηση των ιδεών των μαθητών Γ΄ Λυκείου για τις έννοιες έργο και ενέργεια: Επίτευξη απλών γνωστικών συγκρούσεων με τη χρήση των ΤΠΕ.....	739



Ανάπτυξη σειράς Μαθησιακών Αντικειμένων για τη (αυτό)διδασκαλία της φυσικής του στερεού σώματος μέσω προσομοιώσεων και οπτικοποιήσεων σε δύο και τρεις διαστάσεις – Πειραματική εφαρμογή και αποτελέσματα.....	748
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ – ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Διερεύνηση της διασύνδεσης ανάμεσα στην εννοιολογική κατανόηση των Φυσικών Επιστημών και στην κατανόηση για τη Φύση της Επιστήμης	758
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ.....	766
Περιοδικός Πίνακας-Επινόηση, Σχεδιασμός και Εφαρμογή Παιχνιδιού Αυλής στη Διδασκαλία της Χημείας σε Γυμνάσιο-Λύκειο	767
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ	
Από ιστορικά υγρόμετρα σε εκπαιδευτικές ιδιοκατασκευές και πειράματα - Μια έρευνα.....	773
Αναπροσαρμογή των εργαστηριακών μαθημάτων του τμήματος Φυσικής για την επαρκή τους πρόσβαση από άτομα με αναπηρία όρασης	779
Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία της Εξελικτικής Θεωρίας σε μαθητές γυμνασίου	785
Σύγκριση εικονικών περιβαλλόντων μάθησης ως προς την υποστήριξη ανάπτυξης πειραματικών δεξιοτήτων στο χώρο των απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων	790
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ, ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	
Πραγματικό Τρισδιάστατο Μοντέλο για την παρατήρηση της Δύναμης του Βάρους	802
Ενισχύοντας τις επιστημολογικές αντιλήψεις μαθητών γυμνασίου για τα επιστημονικά μοντέλα	810
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΜΗ ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΙ ΑΤΥΠΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	
Η αξιοποίηση άτυπων πηγών μάθησης (ντοκιμαντέρ επιστήμης) στη διδασκαλία εννοιών του Ηλιακού Συστήματος.....	817
Ανάπτυξη διδακτικού υλικού από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αξιοποιώντας μια επίσκεψη σε ερευνητικό κέντρο.....	822
Διδακτική προσέγγιση εννοιών σχετικών με τον γεωλογικό χρόνο σε ένα πλαίσιο άτυπης εκπαίδευσης για μαθητές/τριες ΣΤ' Δημοτικού.....	829
Μελέτη των πρακτικών και των αντιλήψεων εν-ενεργεία εκπαιδευτικών μέσα από τον σχεδιασμό και την πραγματοποίηση μιας εκπαιδευτικής επίσκεψης σε ένα εργαστήριο διδακτικής φυσικών επιστημών.....	834
Εναλλακτικές ιδέες σε έννοιες των Φυσικών Επιστημών από παιδικά βιβλία μυθοπλασίας με θέμα την Ατμοσφαιρική ρύπανση	842
Το κυνήγι του χαμένου κεραυνού. Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα στις Φυσικές Επιστήμες υπό το πρίσμα της θεωρίας της Δραστηριότητας στο Αρχαιολογικό Μουσείο Ιωαννίνων.	853
Άτυπη εκπαίδευση και Χημεία: μελέτη περίπτωσης το Athens Science Festival	858
Συμβουλευτική καθοδήγηση εκπαιδευτικών για την εφαρμογή διδακτικών ενοτήτων αντικειμένων έρευνας αιχμής.....	863



Δημόσια κατανόηση της Επιστήμης και της Τεχνολογίας στη μετανεωτερική εποχή: Ένα παράδειγμα εκπαιδευτικής δράσης σε πλαίσιο μη τυπικής μάθησης.....	872
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ	
Πρωτότυποι εκπαιδευτικοί πειραματισμοί STEM για την υδροστατική πίεση, την άνωση και την πλεύση.....	879
Εκπαίδευση εκπαιδευτικών στο διεπιστημονικό πλαίσιο «Θέατρο και Επιστήμη»: πορεία και μετασχηματισμοί ενός δεκαπενταετούς προγράμματος έρευνας και ανάπτυξης.....	886
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	
Συμπεριφορά μελλοντικών εκπαιδευτικών προς το περιβάλλον: Έρευνα για τη διαχείριση ηλεκτρικών, ηλεκτρονικών συσκευών και την ανακύκλωση.....	897
Η κατανόηση της έννοιας του ενεργειακού αποτυπώματος από μαθητές δημοτικού.....	905
Αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού των ΚΠΕ Δυτικής Μακεδονίας: Μαθησιακοί στόχοι στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης.....	912
Σχεδιασμός, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία της βιοποικιλότητας σε ενήλικους εκπαιδευόμενους: μια πιλοτική μελέτη.....	921
Οι Σημαντικές Εμπειρίες Ζωής και ο ρόλος τους στην διαμόρφωση περιβαλλοντικά εγγράμματων πολιτών.....	929
Ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας (ΔΜΑ) για τη διδασκαλία του ενεργειακού αποτυπώματος σε μαθητές δημοτικού.....	935
Κοινωνία που οραματιζόμαστε και η Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη: Διερεύνηση της εξέλιξης των απόψεων προπτυχιακών και μεταπτυχιακών φοιτητών και φοιτητριών μετά από τη συμμετοχή τους σε αντίστοιχα βιωματικά εργαστήρια.....	941
Η έννοια του Περιβαλλοντικού Παραμυθιού: βιώματα και προσεγγίσεις παραμυθάδων-εμψυχωτών.....	948
Αντιλήψεις μαθητών/τριών Δημοτικού σχετικά με τη σημασία της κατανάλωσης τροφών που βρίσκονται στη βάση της διατροφικής πυραμίδας.....	954
Διερεύνηση των Περιβαλλοντικών Αξιών και του Περιβαλλοντικού Ηθικού Συλλογισμού Προϋπηρεσιακών Εκπαιδευτικών, κατά την Αλληλεπίδρασή τους με ένα Ψηφιακό, Διαδραστικό Παραμύθι.....	961
Η Ιστορική διαδρομή των βοτάνων και η χρήση τους στην κοσμετολογία. Πρόγραμμα Π.Ε.	968
ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ: GENERAL PAPERS.....	
Ανασκόπηση Διδακτικών Παρεμβάσεων Φυσικών Επιστημών με τη χρήση Τεχνολογίας για μαθητές με νοητική αναπηρία.....	979
Εννοιολογική προσέγγιση του Μηχανικού Σχεδιασμού για δραστηριότητες STEAM στο Νηπιαγωγείο.....	988
ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ (POSTER).....	
«Από τον Όλυμπο στο πλανητικό σύστημα»- Ένα σενάριο για τη διδασκαλία της Αστρονομίας μέσω της Μυθολογίας.....	998



Ανάπτυξη εργαλείου για την αξιολόγηση διδακτικών πρακτικών επιστημολογικού χαρακτήρα για τα Μοντέλα και τη Μοντελοποίηση: Εφαρμογή σε μία μελέτη περίπτωσης στο Δημοτικό Σχολείο 1004	
Παρουσίαση και αξιολόγηση διαδραστικού εκπαιδευτικού λογισμικού με θέμα τη μικροσκοπική δομή της ύλης.....	1011
Ανάπτυξη αξιών και περιβαλλοντικής ηθικής μέσω της επιλογής προϊόντων νανοτεχνολογίας.	1017
Η επίδραση επιμορφωτικών σεμιναρίων στις Φυσικές Επιστήμες στις αντιλήψεις φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. για βασικές έννοιες Μηχανικής κι Επιστημονικού Γραμματισμού	1023
Εφαρμογές Διαστημικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: Σεισμογράφος κατασκευασμένος από μαθητές, βασισμένος σε διαστημικό όργανο	1030
Ανάπτυξη ολοκληρωμένου ψηφιακού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος διδασκαλίας του Ηλεκτρισμού σε μαθητές και μαθήτριες της Ε' Δημοτικού	1037
Κατανόηση πρωτοετών φοιτητών Φυσικής των γραφικών παραστάσεων στην κινηματική	1043
Όψεις της Διαφοροποιημένης Διδασκαλίας σε Κοινότητες Μάθησης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Η περίπτωση του Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών	1049
Οι παροιμίες/παροιμιώδεις φράσεις ως διδακτικό εργαλείο για την προσέγγιση εννοιών των Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο: «Μία παροιμία Φυσικής, πες την και ας γίνει πείραμα»	1056
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ	
Προσδιορισμός Σχετικής Μοριακής Μάζας και Ταυτοποίηση Άγνωστου Παραγόμενου Αερίου στο Σχολικό Εργαστήριο.....	1063
Εργαστηριακές δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα για την προσέγγιση του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο	1069
Εισαγωγή στη STEM εκπαίδευση και στον πειραματισμό με ανοιχτό λογισμικό και υλικό.....	1076
Εκπαιδευτικό υλικό για την εισαγωγή της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας στο Γυμνάσιο: το φαινόμενο της υπέρ-υδροφοβικότητας στο λωτό και στο τριαντάφυλλο	1082
ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	
Πρότυπος Όμιλος Φυσικών Καταστροφών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	1090
Εργαστηριακές δραστηριότητες διερεύνησης για αναγνώριση υλικών.....	1093
Πολυμερή στην καθημερινότητά μας και περιβαλλοντικές προκλήσεις: Εργαστηριακές δραστηριότητες Χημείας.....	1096
Παράδειγμα εφαρμογής προσεγγίσεων STEM στην εκπαιδευτική πρακτική της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.....	1099
Επιστήμονες εν δράσει»: εκπαίδευση μαθητών Δημοτικού στις Φυσικές Επιστήμες μέσα από ένα καινοτόμο πρόγραμμα STEAM	1103
Μαθαίνω για τα μόρια με τις αισθήσεις μου	1107
ΣΤΡΟΓΓΥΛΑ ΤΡΑΠΕΖΙΑ.....	
Μεταπτυχιακές σπουδές στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών.....	1112



Οι Φυσικές και Βιολογικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση: σημερινή κατάσταση και προοπτικές.....	1117
EMAIL ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ.....	1120



Έλεγχος της συνεκτικότητας των νοητικών μοντέλων μαθητών Δημοτικού για τη δύναμη

Γιούλη Βαϊοπούλου, Γεώργιος Παπαγεωργίου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Στην έρευνα για τη φύση της γνώσης των μαθητών πριν την κατάκτηση της επιστημονικής άποψης έχουν κυριαρχήσει δύο ανταγωνιστικές θεωρητικές προσεγγίσεις: η πρώτη αντιλαμβάνεται την προϋπάρχουσα γνώση ως μία ενιαία θεωρία πλαισίου με επεξηγηματική ισχύ, ενώ η δεύτερη ως ένα σύνολο ημι-ανεξάρτητων τμημάτων γνώσης. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της δομής της γνώσης των παιδιών. Με τη μέθοδο της Ανάλυσης Λανθανουσών Τάξεων (LCA) και χορηγώντας σε 742 μαθητές το εργαλείο κλειστού τύπου Force-RQ, αναζητήθηκαν συγκεκριμένα νοητικά μοντέλα που έχουν καταγραφεί βιβλιογραφικά για την έννοια της δύναμης. Από τις σχετικές αναλύσεις δεν εντοπίστηκαν ενδείξεις ύπαρξης συνεκτικών νοητικών μοντέλων πέραν του επιστημονικού.

Λέξεις-κλειδιά: συνέπεια απαντήσεων, Ανάλυση Λανθανουσών Τάξεων, LCA, επιβεβαιωτική μεθοδολογία, κλειστό ερωτηματολόγιο.

Examining the consistency of Primary student's mental models of Force

Julie Vaiopoulou, George Papageorgiou

Department of Primary Education, Democritus University of Thrace

Abstract

In research concerning the nature of students' knowledge prior to the acquisition of the scientific view, two competing theoretical approaches have dominated. The one perceives pre-existing knowledge as a framework theory, while the other as a set of quasi-independent elements. The purpose of this study was to investigate the nature of children's knowledge. The sample consisted of 742 children who responded to the forced-choice inventory Force-RQ. LCA was applied in order to identify the mental models of Force that have been proposed in the relevant bibliography. In all analyses carried out, no coherent mental model was identified except the scientific one.

Keywords: consistency of responses, Latent Class Analysis, LCA, confirmatory procedure, forced-choice inventory.



1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, στην έρευνα αναφορικά με την κατανόηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από μαθητές που δεν έχουν ακόμη παρακολουθήσει την τυπική διδασκαλία, έχουν διατυπωθεί δύο κυρίαρχες θεωρητικές προοπτικές. Η πρώτη αντιμετωπίζει την προϋπάρχουσα γνώση ως ενιαία *θεωρία πλαισίου* με επεξηγηματική ισχύ (Vosniadou, 1994), ενώ η δεύτερη ως ένα σύνολο ημι-ανεξάρτητων τμημάτων γνώσης (diSessa, 1993). Οι προσεγγίσεις αυτές υποστηρίζονται εξίσου από εμπειρικά ευρήματα και ο διάλογος μεταξύ τους έχει σοβαρές προεκτάσεις τόσο θεωρητικές όσο και διδακτικές, καθιστώντας επιτακτική την ανάληψη ερευνητικών πρωτοβουλιών για την αποσαφήνιση του ζητήματος.

Η έννοια της δύναμης αποτελεί πολύ σημαντικό τμήμα της γνώσης για τη Φυσική και, ως εκ τούτου, η εννοιολογική κατανόησή της είναι ένα διαχρονικό πεδίο έρευνας (π.χ. Demirci, 2005; Sadanand & Kess, 1990; Savinainen & Scott, 2002; Trumper, 1999; Watts & Zylbersztajn, 1981). Σε μία προσπάθεια κατανόησης των παρανοήσεων στον τομέα της Μηχανικής, οι Ioannides και Vosniadou (2002) διεξήγαγαν έρευνα σε 105 μαθητές νηπιαγωγείου, Δημοτικού και Γυμνασίου, με τη μέθοδο της ημιδομημένης συνέντευξης. Θεωρητικά αναμενόταν ότι θα αναδειχθούν τέσσερα βασικά νοητικά μοντέλα (core interpretations of force, κατά την ορολογία των diSessa et al., 2004, p. 861): α. εσωτερική δύναμη, β. αποκτημένη δύναμη, γ. δύναμη έλξης-απώθησης, δ. βαρυτική δύναμη. Τα τρία πρώτα μοντέλα πράγματι εντοπίστηκαν. Ωστόσο παρουσιάστηκαν και τρία ακόμη, συνθετικά: i. εσωτερική δύναμη που επηρεάζεται από την κίνηση, ii. εσωτερική και αποκτημένη δύναμη και iii. αποκτημένη δύναμη και δύναμη έλξης-απώθησης, ενώ, αντί ενός πλήρους επιστημονικού μοντέλου, αναδείχθηκε το μοντέλο βαρυτική και άλλες δυνάμεις. Στην ανά χείρας εργασία παρουσιάζεται η προσπάθεια αναζήτησης των βασικών νοητικών μοντέλων για τη δύναμη σε μαθητές Δημοτικού Σχολείου.

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της φύσης της γνώσης των παιδιών, και το βασικό ερώτημα είναι το κατά πόσο η γνώση, πριν την κατάκτηση της επιστημονικής άποψης είναι συνεκτική ή κατακερματισμένη. Για να εξεταστεί αυτό, ελέγχεται με επιβεβαιωτικό τρόπο η ύπαρξη συγκεκριμένων νοητικών μοντέλων για τη δύναμη που έχουν εντοπιστεί σε παιδιά από προηγούμενες έρευνες (Clark, D'Angelo, & Schleigh, 2011; diSessa et al., 2004; Ioannides & Vosniadou, 2002; Özdemir & Clark, 2009), και επιχειρείται η ανίχνευση ορισμένων συνεπών μοτίβων απαντήσεων, τα οποία, σύμφωνα με την υπόθεση της συνεκτικής γνώσης, υπαγορεύονται από κάποια υποθετικά νοητικά μοντέλα. Η διαδικασία αυτή εξαρτάται άμεσα από τη μέθοδο κατηγοριοποίησης των εμπειρικών δεικτών, και, δεδομένων των γνωστών αδυναμιών της Rule Assessment Methodology (βλ. Jansen & van der Maas, 1997, 2002; Straatemeier et al., 2008), που αξιοποιείται παραδοσιακά στο πεδίο (π.χ. Samarapungavan et al., 1996; Vosniadou & Brewer, 1992, 1994; Vosniadou et al., 2004), ως καταλληλότερη μέθοδος για την κατηγοριοποίηση των συμμετεχόντων προκρίθηκε η Ανάλυση Λανθανουσών Τάξεων (LCA), η οποία είχε ήδη εφαρμοστεί στην έρευνα των νοητικών μοντέλων με ενδιαφέροντα αποτελέσματα (Schneider & Hardy, 2013; Stamovlasis, Papageorgiou, & Tsitsipis, 2013; Straatemeier et al., 2008; Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Ως προς τον μαθηματικό της φορμαλισμό, η H_0 της LCA ορίζει ότι οι συμμετέχοντες δεν μπορούν να ταξινομηθούν, βάσει των απαντήσεων που δίνουν σε μια σειρά εμπειρικών δεικτών, σε ομάδες διακριτές σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο, ενώ η H_1 γίνεται αποδεκτή όταν εντοπίζονται διακριτές ομάδες.



Ειδικότερα, στον έλεγχο της υπόθεσης της κατακερματισμένης γνώσης, για την αποδοχή της H_1 θα πρέπει να εντοπιστεί τουλάχιστον μία ομάδα ατόμων που δίνουν απαντήσεις με τρόπο συνεπή ως προς ένα νοητικό μοντέλο διαφορετικό του επιστημονικού, εφόσον ασφαλώς κάποιο ποσοστό συμμετεχόντων απαντά σύμφωνα με αυτό. Επειδή το επιστημονικό μοντέλο είναι εξ ορισμού συνεκτικό, καθώς τεκμαίρεται από τη σχετική θεωρία, η ανάδειξη μόνο μίας ομάδας συμμετεχόντων, με απαντήσεις συνεπείς ως προς την επιστημονική άποψη, αποτελεί μία συνεκδοχή της H_0 για την παρούσα έρευνα, η απόρριψη της οποίας στηρίζει την υπόθεση της συνεκτικής γνώσης μόνο όταν εντοπίζεται τουλάχιστον μία από τις υπόλοιπες ομάδες, πλην του επιστημονικού μοντέλου. Ο βαθμός συνέπειας των απαντήσεων ως προς κάποιο συγκεκριμένο νοητικό μοντέλο απεικονίζεται σε ραβδόγραμμα αθροιστικών δεσμευμένων πιθανοτήτων. Σε αυτό, εφόσον τα άτομα που συναποτελούν την εκάστοτε ομάδα απαντούν σύμφωνα με ένα μόνο μοντέλο, η δεσμευμένη πιθανότητα αναμένεται να τείνει στη μονάδα για όλες τις ερωτήσεις. Ως προς τις ατομικές διαφορές, μετά από μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, αναμένεται ότι τα μεγαλύτερα παιδιά και τα αγόρια θα είναι πιθανότερο να καταταχθούν στο επιστημονικό cluster (Straatemeier et al., 2008).

Ως εργαλείο συλλογής των δεδομένων αξιοποιήθηκε το Force-RQ (Force Representations Questionnaire), που σχεδιάστηκε ειδικά για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Πρόκειται για ένα ερωτηματολόγιο 10 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Οι ερωτήσεις αυτές επιλέχθηκαν από προηγούμενη δημοσίευση (diSessa et al., 2004) και οι πιθανές απαντήσεις διατυπώθηκαν σύμφωνα με τα υποδείγματα των απαντήσεων που δόθηκαν από τους συμμετέχοντες στην έρευνα των Ioannides και Vosniadou (2002) και αντιστοιχούν στα τέσσερα βασικά νοητικά μοντέλα για τη δύναμη: Εσωτερική δύναμη, αποκτημένη δύναμη, δύναμη έλξης-απώθησης, βαρυτική δύναμη. Οι καταστάσεις, στις οποίες αναφέρονται είναι οι εξής: ακίνητα σώματα, σώματα που τα σπρώχνει κάποιος άνθρωπος, σώματα σε ισορροπία, σώματα σε ελεύθερη πτώση, σώματα που τα πετάει κάποιος άνθρωπος. Η θεωρητική παραδοχή για την κατασκευή του είναι ότι, εφόσον υπάρχει κάποιο συνεκτικό νοητικό μοντέλο (λανθάνουσα μεταβλητή), το οποίο βάσει της υπόθεσης νοητικών μοντέλων έχει επεξηγηματική ισχύ, θα καθοδηγεί τις απαντήσεις των παιδιών και θα επιβάλει συνεπείς απαντήσεις. Η παραδοχή αυτή είναι σύμφωνη και με τις σύγχρονες τάσεις της ψυχομετρικής θεωρίας (Markus & Borsboom, 2013), που υποστηρίζουν ότι η λανθάνουσα μεταβλητή έχει αιτιακή σχέση (common cause) με τις παρατηρούμενες μεταβλητές, με αποτέλεσμα οι απαντήσεις των παιδιών να είναι συνεπείς εξ αιτίας αυτής. Η επιλογή δόκιμων εμπειρικών δεικτών από τη βιβλιογραφία παρέχει *εγκυρότητα περιεχομένου* στο εργαλείο, ενώ αυτό που διακυβεύεται είναι η *αξιοπιστία*, καθώς βασικό ερώτημα της έρευνας αποτελεί ο βαθμός στον οποίο οι μαθητές απαντούν με συνέπεια σε μια σειρά ερωτημάτων, δηλαδή η εσωτερική συνέπεια.

3. Αποτελέσματα

Η υπόθεση της συνεκτικής γνώσης υποστηρίζει ότι περίπου το 90% των παιδιών μπορεί να καταχωρηθεί σε κάποιο από τα υποθετικά νοητικά μοντέλα για τη δύναμη (Ioannides & Vosniadou, 2002). Για να διαπιστωθεί, ωστόσο, η ευαισθησία της LCA να ανιχνεύσει έστω και μικρές ομάδες συμμετεχόντων με συνεπείς απαντήσεις στο Force-RQ, πραγματοποιήθηκαν διαδοχικές αναλύσεις για τον εντοπισμό τεχνητής ομάδας γνωστού μεγέθους (120, 80, 60, 40, 20 ατόμων), που εισήχθη στα δεδομένα εκ των υστέρων. Η ομάδα αυτή απαντούσε σε όλες τις ερωτήσεις σύμφωνα με την αποκτημένη δύναμη, εκτός από την Ε6. Σε αυτή οι μισές περιπτώσεις κάθε φορά έδιναν απαντήσεις αντίστοιχες με την εσωτερική δύναμη και οι υπόλοιπες απαντούσαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο. Από το σύνολο των δεσμευμένων πιθανοτήτων, στις οποίες κατέληξε η LCA κάθε φορά, διαπιστώθηκε ότι το ελάχιστο όριο ανιχνευσιμότητας με το συγκεκριμένο εργαλείο είναι περίπου 5%. Αυτό σημαίνει ότι, ακόμη κι αν υπάρχει μία μικρή ομάδα παιδιών, που απαντούν με συνέπεια ως προς κάποιο νοητικό μοντέλο, αυτή θα



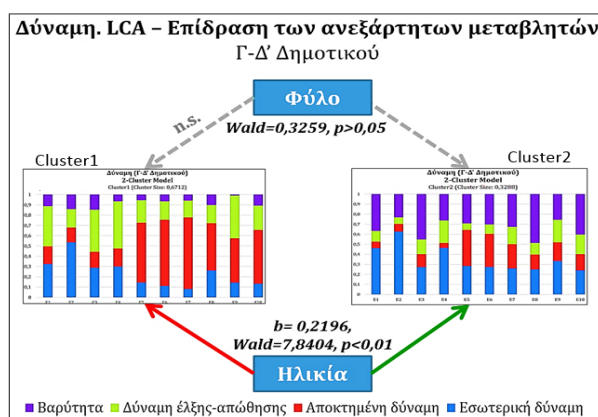
εντοπιστεί από την LCA. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις των δεδομένων που συλλέχτηκαν από την έρευνα.

Αρχικά, εξετάστηκαν οι μαθητές της Γ' και Δ' Δημοτικού ($n=343$, 49,8% κορίτσια). Από τον έλεγχο των στατιστικών δεικτών (BIC, Npar, p-value, Classification Error) προέκυψε ότι το μοντέλο που ταιριάζει στα δεδομένα είναι εκείνο των δύο ομάδων (βλ. Πίνακα 1).

		LL	BIC (LL)	Npar	L ²	df	p-value	Class. Err.	Entropy R ²
Model1	1-Cluster	8319,719	30	4460,263	292	0.00	0	0	-4073,24
Model2	2-Cluster	8222,849	61	4184,381	261	0.17	0,0809	0.69	-3935,3
Model3	3-Cluster	8234,262	92	4016,784	230	0.04	0,0962	0.75	-3851,5
Model4	4-Cluster	8276,458	123	3879,969	199	0.06	0,0892	0.81	-3783,09
Model5	5-Cluster	8361,613	154	3786,112	168	0.01	0,1018	0.83	-3736,17
Model6	6-Cluster	8451,623	185	3697,112	137	0.00	0,0857	0.86	-3691,67
Model7	7-Cluster	8575,733	216	3642,21	106	0.00	0,0914	0.86	-3664,22
Model8	8-Cluster	8679,843	247	3567,309	75	0.00	0,0712	0.89	-3626,76

Το Cluster1 (67,1% των παιδιών), παρουσιάζεται πλήρως ασυνεπές, καθώς η δεσμευμένη πιθανότητα εμφανίζει διακυμάνσεις σε κάθε ερώτημα. Αυτό σημαίνει ότι τα μέλη αυτής της ομάδας δεν απαντούν με συνέπεια σύμφωνα με κάποιο από τα υποθετικά μοντέλα. Το Cluster2 (32,9% των συμμετεχόντων), παρουσιάζει αυξημένη πιθανότητα να απάντησης σύμφωνα με το επιστημονικό μοντέλο, ωστόσο η πιθανότητα αυτή δεν τείνει προς τη μονάδα, καθιστώντας και αυτό κατακερματισμένο. Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το φύλο ($Wald=0,3259$, $p>0,05$), ενώ η ηλικία φαίνεται να επιδρά θετικά ($b=0,2196$, $Wald=7,8404$, $p<0,01$) στην πιθανότητα κάποιο άτομο να κατατάσσεται στο Cluster2, όπου η πιθανότητα να δοθούν επιστημονικές απαντήσεις είναι αυξημένη (βλ. Διάγραμμα 1). Από τα παραπάνω ευρήματα, δεν προκύπτουν ενδείξεις ύπαρξης συνεκτικών νοητικών μοντέλων στους μαθητές Γ' και Δ' Δημοτικού.

Διάγραμμα 3: Clusters συμμετεχόντων και Επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών (Γ-Δ' Δημοτικού)

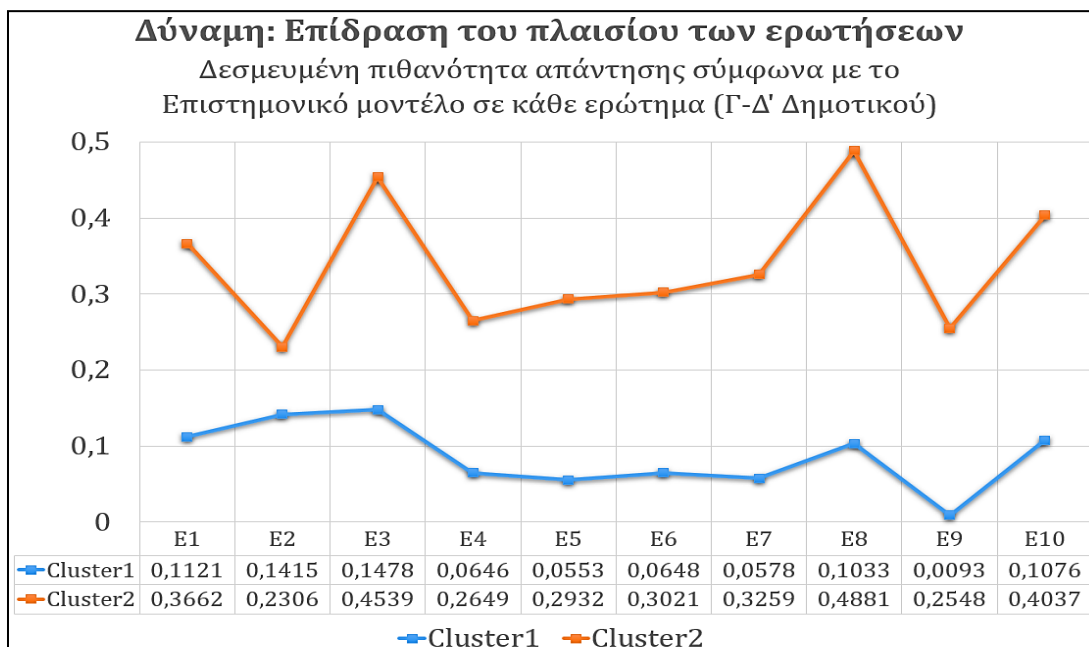




Για να διαπιστωθεί εάν κάποιες ερωτήσεις δυσκόλευσαν ιδιαίτερα τους συμμετέχοντες, κατασκευάστηκε διάγραμμα, όπου παρουσιάζεται ανά Cluster η δεσμευμένη πιθανότητα απάντησης σύμφωνα με το επιστημονικό μοντέλο σε κάθε ερώτημα. Από αυτό είναι εμφανές η πιθανότητα να δοθεί η επιστημονική απάντηση στο Cluster2 είναι μειωμένη στην Ε2, όπου συγκρίνονται μία πέτρα και ένα μπαλόνι, στην Ε4, όπου ένας άνδρας και ένα παιδί σπρώχνουν δύο ίδιες πέτρες, και στην Ε9, όπου ένας άνθρωπος πετάει μία πέτρα, υποδηλώνοντας ότι οι ερωτήσεις αυτές εγείρουν μεγαλύτερες δυσκολίες ενδεχομένως λόγω του ειδικότερου πλαισίου τους (βλ. Διάγραμμα 2).

Διάγραμμα 2: Επίδραση του πλαισίου των ερωτήσεων.

Δεσμευμένη πιθανότητα απάντησης σύμφωνα με το Επιστημονικό μοντέλο σε κάθε ερώτημα
(Γ-Δ' Δημοτικού)



Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις στους μαθητές Ε' και Στ' Δημοτικού ($n=399$, 54,2% κορίτσια). Από την εξέταση των στατιστικών δεικτών (BIC, Npar, p-value, Classification Error) προέκυψε ότι το μοντέλο που ανταποκρίνεται καλύτερα στα συγκεκριμένα δεδομένα είναι εκείνο των τριών clusters (βλ. Πίνακα 2).

Από τα σχετικά διαγράμματα αθροιστικής δεσμευμένης πιθανότητας, διαπιστώνεται ότι στα Cluster1 και Cluster2 (42,1% και 41,6% του δείγματος αντίστοιχα), η πιθανότητα απάντησης σύμφωνα με κάποιο από τα υποθετικά νοητικά μοντέλα παρουσιάζει σημαντική διακύμανση στα διάφορα ερωτήματα, εύρημα που υποδεικνύει ότι σε αυτά κατατάχθηκαν παιδιά με ασυνεπείς απαντήσεις. Το Cluster3 (16,3% των υποκειμένων) φαίνεται ότι αντιστοιχεί στο επιστημονικό μοντέλο, μολονότι υπάρχουν ορισμένες αποκλίσεις. Σχετικά με την επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών, δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το φύλο των συμμετεχόντων ($Wald=3,5031$, $p>0,05$). Ως προς την ηλικία, οι μαθητές της Ε' Δημοτικού ήταν πιο πιθανό να καταταχθούν στο κατακερματισμένο Cluster2 ($b=0,2557$, $Wald=8,645$, $p<0,05$), ενώ της Στ' τάξης ήταν πιθανότερο να ομαδοποιηθούν στο επιστημονικό Cluster3 ($b=0,1937$, $Wald=8,645$, $p<0,01$) (βλ. Διάγραμμα 3). Συνεπώς, δεδομένου ότι εντοπίστηκε μόνο το εξ



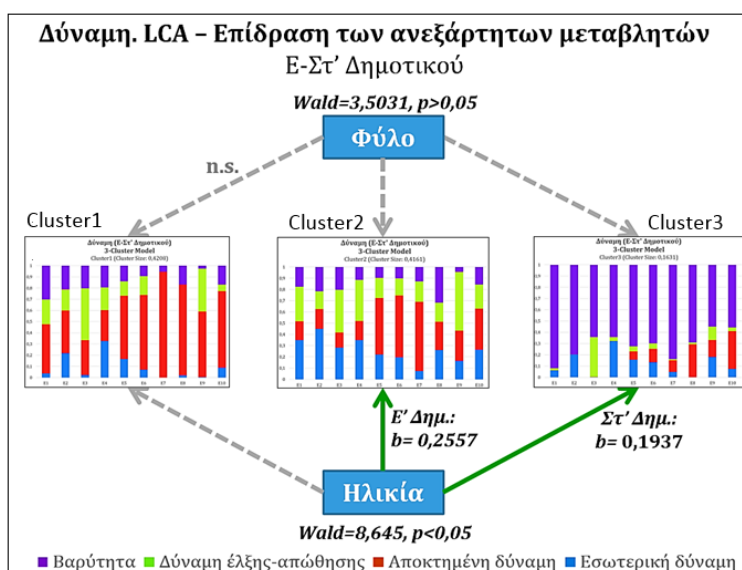
ορισμού συνεκτικό επιστημονικό μοντέλο, τα ευρήματα δεν υποστηρίζουν την ύπαρξη συνεκτικών νοητικών μοντέλων.

Πίνακας 2. Clusters συμμετεχόντων (Ε-Στ' Δημοτικού)

		LL	BIC (LL)	Npar	L ²	df	p-value	Class. Err.	Entropy R ²
Model1	1-Cluster	-4756,99	9692,578	30	5048,35	355	0	0	
Model2	2-Cluster	-4434,34	9231,828	61	4403,051	324	0.06	0,019	0.89
Model3	3-Cluster	-4337,19	9222,076	92	4208,748	293	0.044	0,0922	0.77
Model4	4-Cluster	-4249,9	9232,057	123	4034,178	262	0.36	0,0952	0.81
Model5	5-Cluster	-4200,57	9317,946	154	3935,517	231	0.32	0,1112	0.80
Model6	6-Cluster	-4160,39	9422,126	185	3855,146	200	0.32	0,108	0.83
Model7	7-Cluster	-4125,72	9537,336	216	3785,806	169	0.01	0,1159	0.83
Model8	8-Cluster	-4088,78	9648,002	247	3711,921	138	0.01	0,0995	0.86

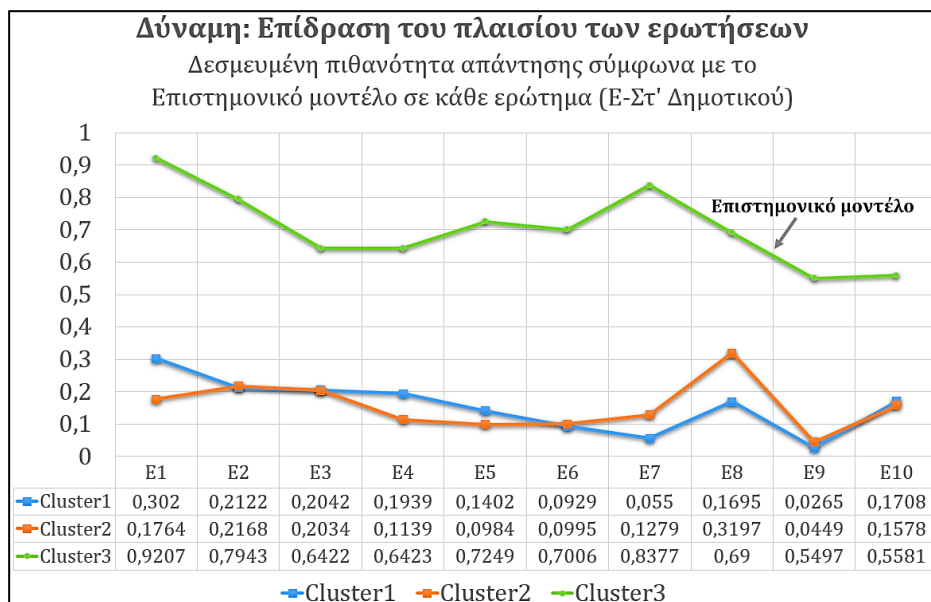
Για να διαπιστωθεί εάν το πλαίσιο της ερώτησης επιδρά στις απαντήσεις των συμμετεχόντων, κατασκευάστηκε διάγραμμα των δεσμευμένων πιθανοτήτων να δοθεί επιστημονική απάντηση σε κάθε ερώτημα. Από αυτό φάνηκε ότι η πιθανότητα να δοθεί επιστημονική απάντηση από τα μέλη του Cluster3 είναι μειωμένη για τις Ε3 και Ε4 (σώματα στα οποία ασκείται δύναμη από κάποιον άνθρωπο), καθώς και τις Ε9 και Ε10 (σώματα που πετάει κάποιος άνθρωπος), παρέχοντας ενδείξεις για επίδραση του πλαισίου των ερωτήσεων στις απαντήσεις των παιδιών (βλ. Διάγραμμα 4).

Διάγραμμα 3: Clusters συμμετεχόντων και Επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών.
 (Ε-Στ' Δημοτικού)





Διάγραμμα 4: Επίδραση του πλαισίου των ερωτήσεων.
Δεσμευμένη πιθανότητα απάντησης σύμφωνα με το Επιστημονικό μοντέλο σε κάθε ερώτημα
(Ε-Στ' Δημοτικού)



4. Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η κατανόηση της φύσης της γνώσης των μαθητών, ενώ το βασικό ερώτημα ήταν το εάν η γνώση, πριν την κατάκτηση της επιστημονικής προοπτικής, είναι συνεκτική ή κατακερματισμένη. Για την επίτευξη αυτού, αναζητήθηκαν με επιβεβαιωτική προσέγγιση τα νοητικά μοντέλα που έχουν εντοπιστεί εμπειρικά σε παλιότερες έρευνες αναφορικά με την έννοια της δύναμης. Από τις σχετικές αναλύσεις δεν ανιχνεύθηκε κανένα συνεκτικό νοητικό μοντέλο πέραν του επιστημονικού. Πιο συγκεκριμένα, είναι ενδιαφέρον ότι στα παιδιά Γ'-Δ' Δημοτικού δεν αναδείχθηκε ένα συνεκτικό επιστημονικό μοντέλο, αλλά, αντιθέτως, τα παιδιά κατηγοριοποιήθηκαν σε δύο κατακερματισμένα clusters, εύρημα που υποδεικνύει ότι σε αυτή την ηλικία δεν έχει ακόμη συστηματοποιηθεί η επιστημονική τους γνώση για τη δύναμη, χωρίς να εντοπίζεται κάποιο νοητικό μοντέλο μεταξύ των εξεταζόμενων. Αντιθέτως, στους μαθητές Ε-Στ' Δημοτικού, παρά τις αποκλίσεις, ανιχνεύεται το επιστημονικό μοντέλο. Σε καμία ηλικιακή ομάδα, δεν διαπιστώθηκαν διαφορές φύλου, αλλά και στις δύο εντοπίστηκαν ενδείξεις ευαισθησίας των απαντήσεων ορισμένων ερωτήσεων από το πλαίσιο, ένα από τα βασικά στοιχεία που υποστηρίζει ο κατακερματισμός (π.χ. diSessa, 1993).

Τα ευρήματα αυτά δεν επιτρέπουν την απόρριψη της H_0 , δηλαδή ότι οι συμμετέχοντες δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε ομάδες που έχουν συνεπές μοτίβο απαντήσεων, διότι η γνώση τους για τη δύναμη πράγματι εμφανίζεται κατακερματισμένη. Είναι σημαντικό, ωστόσο, να διευκρινιστεί ότι η παρούσα έρευνα, μολονότι δεν υποστηρίζει την προσέγγιση των νοητικών μοντέλων, δεν αποτελεί άμεσο τεκμήριο υπέρ της κατακερματισμένης γνώσης, καθώς δεν ελέγχθηκαν θετικές υποθέσεις για τον κατακερματισμό. Τα αποτελέσματά της συνεισφέρουν στον συνεχιζόμενο διάλογο μέσω της μετατόπισης από την παραδοσιακή μεθοδολογική προσέγγιση στο πεδίο και έχουν σημαντικές προεκτάσεις για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, αφού η εμπειρική υποστήριξη της προοπτικής της κατακερματισμένης γνώσης συνεπάγεται ότι θα πρέπει να αποδίδεται έμφαση όχι στην προσπάθεια εννοιολογικής αλλαγής, αλλά



στην ενίσχυση της οργάνωσης των επιμέρους τμημάτων γνώσης, εισάγοντας τις προϋποθέσεις για την αναθεώρηση των Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών.

Βιβλιογραφία

- Clark, D. B., D'Angelo, C. M., & Schleigh, S. P. (2011). Comparison of Students' Knowledge Structure Coherence and Understanding of Force in the Philippines, Turkey, China, Mexico, and the United States. *Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 207–261. <https://doi.org/10.1080/10508406.2010.508028>
- Demirci, N. (2005). A Study About Students' Misconceptions in Force and Motion Concepts By Incorporating a Web-Assisted Physics Program. *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 4(3), 40–48.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10(2–3), 105–225. <https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649008>
- diSessa, A. A., Gillespie, N. M., & Esterly, J. B. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28(6), 843–900. <https://doi.org/10.1016/j.cogsci.2004.05.003>
- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2002). The Changing Meanings of Force. *Cognitive Science Quarterly*, 2(1), 5–61.
- Jansen, B. R. J., & van der Maas, H. L. J. (1997). Statistical Test of the Rule Assessment Methodology by Latent Class Analysis. *Developmental Review*, 17(3), 321–357. <https://doi.org/10.1006/drev.1997.0437>
- Jansen, B. R. J., & van der Maas, H. L. J. (2002). The development of children's rule use on the balance scale task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81(4), 383–416. <https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2664>
- Markus, K. A., & Borsboom, D. (2013). *Frontiers of test validity theory: Measurement, causation and meaning*. New York, NY: Routledge.
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2009). Knowledge structure coherence in Turkish students' understanding of force. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(5), 570–596. <https://doi.org/10.1002/tea.20290>
- Sadanand, N., & Kess, J. (1990). Concepts in force and motion. *The Physics Teacher*, 28(8), 530–533. <https://doi.org/10.1119/1.2343138>
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1996). Mental models of the earth, sun, and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11(4), 491–521. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(96\)90015-5](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(96)90015-5)
- Savinainen, A., & Scott, P. (2002). Using the Force Concept Inventory to monitor student learning and to plan teaching. *Physics Education*, 37(1), 53–58. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/37/1/307>
- Schneider, M., & Hardy, I. (2013). Profiles of inconsistent knowledge in children's pathways of conceptual change. *Developmental Psychology*, 49(9), 1639–1649. <https://doi.org/10.1037/a0030976>
- Stamovlasis, D., Papageorgiou, G., & Tsitsipis, G. (2013). The coherent versus fragmented knowledge hypotheses for the structure of matter: an investigation with a robust statistical methodology. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 485–495. <https://doi.org/10.1039/C3RP00042G>
- Straatemeier, M., van der Maas, H. L. J., & Jansen, B. R. J. (2008). Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, 100(4), 276–296. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.03.004>
- Trumper, R. (1999). A Longitudinal Study of Physics Students' Conceptions of Force in Pre-service Training for High School Teachers. *European Journal of Teacher Education*, 22(2–3), 247–258. <https://doi.org/10.1080/02619768990202047>
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)



- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535–585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental Models of the Day / Night Cycle. *Cognitive Science*, 18, 123–183. <https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801>
- Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development*, 19(2), 203–222. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2003.12.002>
- Watts, D. M., & Zylbersztajn, A. (1981). A survey of some children's ideas about force. *Physics Education*, 16(6), 313. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/16/6/313>
- Zarkadis, N., Papageorgiou, G., & Stamovlasis, D. (2017). Studying the consistency between and within the student mental models for atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 893–902. <https://doi.org/10.1039/c7rp00135e>