

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----------|
| Ευχαριστίες..... | 15 |
| Πρόλογος | 17 |
| Α΄ ΜΕΡΟΣ | 23 |
| Θεματική ενότητα 1: Επιστημονικός γραμματισμός..... | 25 |
| 1.1 Εισαγωγή..... | 25 |
| 1.2 Ιστορική αναδρομή..... | 26 |
| 1.3 Λόγοι που προβάλλονται για τον επιστημονικό γραμματισμό των πολιτών..... | 32 |
| 1.4 Διερεύνηση της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού | 34 |
| 1.4.1 Η ασάφεια του όρου..... | 34 |
| 1.4.2 Οι πολλαπλές σημασίες του επιστημονικού γραμματισμού, όπως προκύπτουν από τη μελέτη της ιστορίας της εκπαίδευσης στις φ.ε. | 36 |
| 1.4.3 Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού γραμματισμού | 40 |
| 1.4.4 Απόλυτη και σχετική έννοια του επιστημονικού γραμματισμού | 43 |
| 1.4.5 Κάποιες απόπειρες λειτουργικών ορισμών του επιστημονικού γραμματισμού | 44 |
| 1.5 Αναλυτικά προγράμματα για τον επιστημονικό γραμματισμό..... | 47 |
| 1.6 Σχολιασμός και συμπεράσματα | 48 |
| 1.7 Επίλογος..... | 49 |
| Θεματική ενότητα 2: Οι θεωρίες μάθησης στο πεδίο των φυσικών επιστημών (φ.ε.)..... | 51 |
| 2.1 Εισαγωγή..... | 51 |
| 2.2 Ποιες είναι σήμερα οι σημαντικότερες τάσεις για τη μάθηση στις φ.ε.;..... | 52 |
| 2.3 Οι γνωσιακές προσεγγίσεις – Η εννοιολογική αλλαγή..... | 53 |
| 2.3.1 Τα θεωρητικά θεμέλια της εννοιολογικής αλλαγής..... | 53 |
| 2.3.2 Ο ατομικός κονστρουκτιβισμός..... | 59 |
| 2.3.3 Τι εννοούμε με τον όρο «εννοιολογική αλλαγή»;..... | 61 |
| 2.3.4 Χαρακτηριστικά της έρευνας της εννοιολογικής αλλαγής: Η επιστήμη ως θεωρητικός διάλογος με τη φύση | 62 |
| 2.3.5 Τι μπορεί να προκαλέσει την εννοιολογική αλλαγή;..... | 63 |
| 2.3.6 Οι συνθήκες υπό τις οποίες μπορεί να συμβεί εννοιολογική αλλαγή..... | 66 |
| 2.3.7 Η διδακτική πρόταση του κλασικού μοντέλου της εννοιολογικής αλλαγής | 67 |
| 2.3.8 Η ισχύς και τα όρια της εννοιολογικής αλλαγής..... | 69 |
| 2.4 Οι κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις της μάθησης | 71 |
| 2.4.1 Τα θεωρητικά θεμέλια των κοινωνικοπολιτισμικών προσεγγίσεων | 72 |
| 2.4.2 Χαρακτηριστικά των κοινωνικοπολιτισμικών προσεγγίσεων | 75 |
| 2.4.3 Διαφορές μεταξύ γνωσιακών και κοινωνικοπολιτισμικών προσεγγίσεων | 78 |
| 2.4.4 Η διδακτική πρόταση των κοινωνικοπολιτισμικών προσεγγίσεων..... | 79 |
| 2.4.5 Η ισχύς και τα όρια των κοινωνικοπολιτισμικών προσεγγίσεων | 82 |
| 2.5 Ο κοινωνικός (διαμεσολαβημένος) κονστρουκτιβισμός..... | 84 |

| | |
|--|-----|
| Θεματική ενότητα 3: Οι ιδέες των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου | 87 |
| 3.1 Εισαγωγή..... | 87 |
| 3.2 Τι είναι οι εναλλακτικές ιδέες;..... | 88 |
| 3.3 Γιατί έχουν εναλλακτικές ιδέες οι μαθητές;..... | 89 |
| 3.4 Ποια είναι τα κύρια χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών;..... | 90 |
| 3.5 Πόσο εύκολα επιτυγχάνεται η αλλαγή των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών;..... | 94 |
| 3.5.1 Η διαχείριση των εναλλακτικών αντιλήψεων κατά την εννοιολογική αλλαγή..... | 95 |
| 3.5.2 Η διαχείριση των εναλλακτικών αντιλήψεων κατά την κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση | 95 |
| 3.6 Τι θα ήταν χρήσιμο να γνωρίζουν και τι θα μπορούσαν να κάνουν οι εκπαιδευτικοί σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών τους στα μαθήματα των φ.ε. | 96 |
| 3.6.1 Τι πρέπει να γνωρίζουν οι εκπαιδευτικοί | 96 |
| 3.6.2 Τι θα μπορούσαν να κάνουν οι εκπαιδευτικοί | 97 |
| | |
| Θεματική ενότητα 4: Τα μοντέλα διδασκαλίας στα μαθήματα των φυσικών επιστημών (φ.ε.) | 99 |
| 4.1 Εισαγωγή..... | 99 |
| 4.2 Το παραδοσιακό μοντέλο μεταφοράς της γνώσης (από τον εκπαιδευτικό στους μαθητές)..... | 100 |
| 4.2.1 Οι φάσεις διδασκαλίας στο μοντέλο μεταφοράς της γνώσης | 101 |
| 4.3 Το μοντέλο της ανακαλυπτικής μάθησης | 102 |
| 4.3.1 Το ιστορικό πλαίσιο..... | 102 |
| 4.3.2 Τα χαρακτηριστικά του μοντέλου ανακαλυπτικής μάθησης..... | 104 |
| 4.3.3 Τα θεωρητικά θεμέλια της ανακαλυπτικής μάθησης..... | 105 |
| 4.3.4 Οι φάσεις διδασκαλίας στο μοντέλο της ανακαλυπτικής μάθησης | 106 |
| 4.3.5 Δυνατά και αδύνατα σημεία στο μοντέλο της ανακαλυπτικής μάθησης..... | 107 |
| 4.3.6 Ανακάλυψη με «πειράματα επίδειξης» | 108 |
| 4.3.7 Καθοδηγούμενη ανακάλυψη..... | 109 |
| 4.3.8 Ελεύθερη ανακάλυψη | 109 |
| 4.3.9 Οι εμπειρίες των εκπαιδευτικών από το μοντέλο ανακαλυπτικής μάθησης | 110 |
| 4.3.10 Τα ίχνη του μοντέλου ανακαλυπτικής μάθησης στα μετέπειτα μοντέλα διδασκαλίας και μάθησης | 111 |
| 4.4 Το μοντέλο της κονστрукτιβιστικής μάθησης (εποικοδόμησης) | 111 |
| 4.4.1 Οι φάσεις διδασκαλίας του μοντέλου κονστрукτιβιστικής μάθησης | 112 |
| 4.4.2 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στο μοντέλο της κονστрукτιβιστικής μάθησης..... | 115 |
| 4.4.3 Δυνατά και αδύνατα σημεία στο μοντέλο της κονστрукτιβιστικής μάθησης..... | 117 |
| | |
| Θεματική ενότητα 5: Η μάθηση μέσω μικρών ερευνών – Οι επιστημονικές διαδικασίες | 119 |
| 5.1 Εισαγωγή..... | 119 |
| 5.2 Η μάθηση μέσω μικρών ερευνών..... | 120 |
| 5.3 Οι επιστημονικές διαδικασίες..... | 121 |
| 5.4 Η επιστημονική διερεύνηση..... | 123 |
| 5.5 Συνοπτική παρουσίαση των βασικών σταδίων διερεύνησης ερωτημάτων στη σχολική πράξη | 124 |
| 5.6 Η παρατήρηση | 125 |
| 5.7 Η ταξινόμηση | 131 |
| 5.8 Ο σχεδιασμός της διερεύνησης ενός ερωτήματος στη σχολική πράξη | 132 |
| 5.8.1 Η επιλογή ενός γενικού ερωτήματος, ή προβλήματος, προς διερεύνηση | 132 |
| 5.8.2 Ο προσδιορισμός των ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών του ερωτήματος, ή του προβλήματος | 136 |

| | |
|---|------------|
| 5.8.3 Ο έλεγχος των ανεξάρτητων μεταβλητών (Fair-testing) | 141 |
| 5.8.4 Η διατύπωση προβλέψεων | 143 |
| 5.8.5 Η επιλογή και η χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού (απλών υλικών, οργάνων, συσκευών) – Ο έλεγχος των κινδύνων..... | 144 |
| 5.9 Η λήψη και η παρουσίαση των δεδομένων..... | 145 |
| 5.9.1 Η συλλογή δεδομένων (μέθοδοι συλλογής δεδομένων – είδος δεδομένων – πραγματοποίηση παρατηρήσεων και μετρήσεων – χρήση του εξοπλισμού με ποικίλους βαθμούς ακριβείας)..... | 145 |
| 5.9.2 Η καταγραφή των δεδομένων..... | 147 |
| 5.10 Η αξιολόγηση των δεδομένων | 151 |
| 5.10.1 Η «ανάγνωση» των δεδομένων (συνοπτική περιγραφή των δεδομένων – αναζήτηση κανονικοτήτων και συσχετίσεων)..... | 151 |
| 5.10.2 Η ερμηνεία των δεδομένων – Η εξαγωγή των συμπερασμάτων..... | 151 |
| 5.10.3 Η αξιολόγηση της όλης διαδικασίας..... | 152 |
| 5.11 Εναλλακτικές προσεγγίσεις στη μάθηση μέσω μικρών ερευνών: Σύγχρονες θεωρήσεις | 153 |
| Θεματική ενότητα 6: Διδακτικά εργαλεία..... | 159 |
| 6.1 Εισαγωγή..... | 159 |
| 6.2 Τα μοντέλα στις φ.ε..... | 159 |
| 6.2.1 Τι είναι μοντέλο;..... | 160 |
| 6.2.2 Η σημασία των μοντέλων για την επιστήμη και τη διδασκαλία των φ.ε..... | 162 |
| 6.2.3 Τα είδη των μοντέλων | 163 |
| 6.2.4 Οι περιορισμοί των μοντέλων..... | 165 |
| 6.2.5 Η διδασκαλία των μοντέλων στα μαθήματα των φ.ε..... | 166 |
| 6.3 Οι μεταφορές και οι αναλογίες..... | 172 |
| 6.3.1 Τι είναι μεταφορά, τι είναι αναλογία, και σε τι διαφέρουν;..... | 173 |
| 6.3.2 Οι αναλογίες στην εκπαίδευση στις φ.ε..... | 174 |
| 6.3.3 Οι αναλογίες στις φ.ε..... | 174 |
| 6.3.4 Οι αναλογίες κατά τη διδασκαλία των φ.ε..... | 176 |
| 6.3.5 Αιτίες δημιουργίας εναλλακτικών αντιλήψεων από τη χρήση των αναλογιών στις σχολικές αίθουσες..... | 177 |
| 6.3.6 Τρόποι αξιοποίησης των αναλογιών κατά τη διδασκαλία του μαθήματος των φ.ε..... | 179 |
| 6.4 Τα νοητικά πειράματα..... | 183 |
| 6.4.1 Τι είναι τα ΝΠ και ποιος ο ρόλος τους στις φ.ε.;..... | 184 |
| 6.4.2 Μια ταξινόμια των ΝΠ | 185 |
| 6.4.3 Τα χαρακτηριστικά των ΝΠ | 187 |
| 6.4.4 Η διδακτική αξιοποίηση των ΝΠ στα μαθήματα των φ.ε..... | 189 |
| 6.5 Οι εννοιολογικοί χάρτες | 194 |
| 6.5.1 Τι είναι ο εννοιολογικός χάρτης;..... | 194 |
| 6.5.2 Πώς χρησιμοποιούνται οι εννοιολογικοί χάρτες στην εκπαίδευση;..... | 196 |
| 6.5.3 Οδηγίες για την κατασκευή ενός εννοιολογικού χάρτη | 198 |
| Θεματική ενότητα 7: Οι άτυπες πηγές μάθησης στις φ.ε. και η αλληλεπίδρασή τους με την τυπική εκπαίδευση | 203 |
| 7.1 Εισαγωγή..... | 203 |
| 7.2 Παράγοντες που συντελούν στη μάθηση από τις άτυπες πηγές γνώσης..... | 205 |
| 7.3 Άτυπες και μη τυπικές πηγές μάθησης: Λειτουργικοί ορισμοί..... | 207 |
| 7.4 Άτυπες πηγές γνώσης και μάθησης στο χώρο των φ.ε.: Βασικές παράμετροι..... | 208 |
| 7.5 Συστήματα ταξινόμησης άτυπων πηγών γνώσης στις φ.ε..... | 211 |
| 7.5.1 Διάσταση Α: Σύστημα ταξινόμησης με κριτήριο το χώρο και τις συνθήκες μάθησης στις φ.ε..... | 212 |
| 7.5.2 Διάσταση Β: Σύστημα ταξινόμησης με κριτήριο τον τρόπο σύνταξης ενός «κειμένου» για τις φ.ε. και τους κώδικες που χρησιμοποιούνται | 213 |

| | | |
|--|---|-----|
| 7.5.3 | Διάσταση Γ: Σύστημα ταξινόμησης με κριτήριο το μέσο που χρησιμοποιείται για την παρουσίαση ενός «κειμένου» επιστήμης..... | 214 |
| 7.6 | Περαιτέρω συζήτηση σχετικά με τη Διάσταση Α (χώρος και συνθήκες) των άτυπων πηγών μάθησης | 217 |
| 7.6.1 | Σχολικές επισκέψεις σε οργανωμένους χώρους (άτυπες πηγές όπου παρουσιάζονται εκθέματα διαφόρων τύπων)..... | 217 |
| 7.6.2 | Η προσωπική πλοήγηση μαθητών ή/και εκπαιδευτικών σε άτυπες πηγές γνώσης | 226 |
| 7.6.3 | Η δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού, με την αξιοποίηση των άτυπων πηγών μάθησης, για χρήση στην καθημερινή διδακτική πράξη..... | 231 |
| 7.7 | Κάποιες επιπλέον επισημάνσεις για τους εκπαιδευτικούς..... | 236 |
| 7.8 | Επίλογος..... | 237 |
| Β΄ ΜΕΡΟΣ..... | | 239 |
| Θεματική ενότητα 8: Μηχανική (δύναμη και κίνηση) | | 241 |
| 8.1 | Εισαγωγή | 241 |
| 8.2 | Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες | 242 |
| 8.3 | Σύντομη ιστορική αναδρομή | 245 |
| 8.3.1 | Οι απόψεις του Αριστοτέλη για την κίνηση και τη δύναμη (5ος αιώνας π.Χ.) | 245 |
| 8.3.2 | Η θεωρία του Buridan (14ος αιώνας) για την κίνηση και τη δύναμη | 247 |
| 8.3.3 | Η διαμόρφωση της κλασικής μηχανικής από τον Γαλιλαίο και τον Νεύτωνα (17ος αιώνας) | 247 |
| 8.4 | Ιδέες μαθητών για τη δύναμη και την κίνηση | 251 |
| 8.4.1 | Ιδέες των μαθητών για τη δύναμη | 251 |
| 8.4.2 | Ιδέες των μαθητών για τη δύναμη και την κίνηση (1ος και 2ος νόμος του Νεύτωνα) | 252 |
| 8.4.3 | Ιδέες των μαθητών σχετικά με τον 3ο Νόμο του Νεύτωνα (νόμος δράσης-αντίδρασης) | 264 |
| 8.4.4 | Ιδέες των μαθητών σχετικά με τη βαρύτητα | 268 |
| 8.5 | Προτάσεις για τη διδασκαλία ορισμένων βασικών εννοιών | 275 |
| 8.5.1 | Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του 1ου Νόμου του Νεύτωνα (και ειδικότερα της συνέπειάς του) ότι: «Όταν ένα σώμα ηρεμεί, η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό (από άλλα σώματα με τα οποία αλληλεπιδρά) είναι μηδέν» | 275 |
| 8.5.2 | Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας: «Ελεύθερη πτώση των σωμάτων» | 287 |
| Θεματική ενότητα 9: Θερμότητα | | 303 |
| 9.1 | Εισαγωγή | 303 |
| 9.2 | Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες | 303 |
| 9.3 | Σύντομη ιστορική αναδρομή | 305 |
| 9.4 | Οι ιδέες των μαθητών για τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και τους καλούς και κακούς αγωγούς της θερμότητας | 308 |
| 9.4.1 | Ιδέες των μαθητών για τη θερμότητα | 308 |
| 9.4.2 | Ιδέες των μαθητών για τη διάδοση της θερμότητας | 309 |
| 9.4.3 | Ιδέες των μαθητών για τη θερμοκρασία | 310 |
| 9.4.4 | Ιδέες των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία | 311 |
| 9.4.5 | Ιδέες των μαθητών για τη θερμοκρασία κατά την αλλαγή φάσης | 313 |
| 9.4.6 | Ιδέες των μαθητών για τους καλούς και κακούς αγωγούς θερμότητας | 313 |
| 9.5 | Προτάσεις για τη διδασκαλία ορισμένων βασικών εννοιών της θερμότητας | 315 |
| 9.5.1 | Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θερμικής αγωγιμότητας | |

| | |
|---|------------|
| μέσω των διαφόρων σωμάτων – Καλοί αγωγοί και μονωτές της θερμότητας ως άκρα ενός συνεχούς (θερμικής αγωγιμότητας) | 315 |
| 9.5.2 Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της ενότητας «Μετάδοση της θερμότητας με αγωγή» | 323 |
| Θεματική ενότητα 10: Ηλεκτρισμός (Το συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα) | 335 |
| 10.1 Εισαγωγή | 335 |
| 10.2 Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες | 336 |
| 10.3 Σύντομη ιστορική αναδρομή | 337 |
| 10.4 Οι ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα | 339 |
| 10.4.1 Πώς σκέφτονται οι μαθητές για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα; | 341 |
| 10.4.2 Τα μοντέλα των ιδεών των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, είτε απλό (μία λάμπα) είτε σε σειρά (δύο λάμπες συνδεδεμένες σε σειρά) | 341 |
| 10.4.3 Τα μοντέλα των ιδεών των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα παράλληλο κύκλωμα | 350 |
| 10.4.4 Οι ιδέες μαθητών Λυκείου και ενηλίκων για τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος | 360 |
| 10.5 Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών του κυκλώματος συνεχούς ρεύματος | 363 |
| 10.5.1 Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία του «απλού ηλεκτρικού κυκλώματος συνεχούς ρεύματος» | 363 |
| 10.5.2 Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (απλό και σε σειρά) | 375 |
| Θεματική ενότητα 11: Οπτική (Φύση του φωτός, διάδοση του φωτός, όραση) | 401 |
| 11.1 Εισαγωγή | 401 |
| 11.2 Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες | 402 |
| 11.3 Σύντομη ιστορική αναδρομή (Η ιστορική εξέλιξη του επιστημονικού προτύπου για τη φύση του φωτός) | 404 |
| 11.4 Οι ιδέες των μαθητών για το πως και το πώς βλέπουμε τα αντικείμενα | 408 |
| 11.4.1 Οι ιδέες των μαθητών για τη φύση του φωτός | 410 |
| 11.4.2 Οι ιδέες των μαθητών για τον τρόπο που καθίστανται ορατά τα αντικείμενα | 412 |
| 11.5 Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία της θεματικής ενότητας: «Πώς γίνονται ορατά τα αντικείμενα: Η πορεία των φωτεινών ακτίνων μεταξύ φωτεινής πηγής, αντικειμένου και ματιού» | 421 |
| Θεματική ενότητα 12: Βιολογία (Φωτοσύνθεση) | 437 |
| 12.1 Εισαγωγή | 437 |
| 12.2 Σύντομη αναφορά στις σχετικές έννοιες | 438 |
| 12.3 Σύντομη ιστορική αναδρομή | 440 |
| 12.4 Οι ιδέες των μαθητών | 444 |
| 12.4.1 Οι ιδέες των μαθητών για την έννοια του φυτού | 444 |
| 12.4.2 Οι ιδέες των μαθητών για την «τροφή» των φυτών | 446 |
| 12.4.3 Επισημάνσεις σχετικά με τη διδασκαλία της φωτοσύνθεσης | 450 |
| 12.5 Προτάσεις για τη διδασκαλία βασικών εννοιών της θεματικής ενότητας «Φωτοσύνθεση» | 451 |
| 12.5.1 Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία βασικών εννοιών σχετικά με το ερώτημα «Πώς εξασφαλίζουν τα φυτά την “τροφή” τους (το άμυλο);» | 453 |
| 12.5.2 Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία βασικών εννοιών σχετικά με το ερώτημα «Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τη σύνθεση της “τροφής” των φυτών;» | 459 |

| | |
|--|-----|
| 12.5.3 Μία πρόταση διδακτικής πορείας για τη διδασκαλία βασικών εννοιών σχετικά με το ερώτημα «Ποιες είναι οι “πρώτες ύλες” για τη σύνθεση του αμύλου (τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης) και πού τις βρίσκει το φυτό;» | 468 |
| Ευρετήριο | 473 |
| Συγκεντρωτική βιβλιογραφία | 479 |