



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α

### ΠΩΣ ΜΑΘΑΙΝΟΥΝ ΟΙ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ;

Τι είναι η εποικοδόμηση της γνώσης ή κονστρουκτιβισμός;

ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ πολλών εκατομμυρίων ετών η εξέλιξη εφοδίασε τους ανθρώπους με την ικανότητα να αναπτύσσουν ερμηνευτικά νοητικά μοντέλα, για να αντιλαμβάνονται τον κόσμο γύρω τους. Οι Αζτέκοι για παράδειγμα, θεωρούσαν ότι ο Ήλιος ήταν ένας θεός που διέσχισε τον ουρανό και δώριζε τη δύναμή του στην ανάπτυξη των καλλιεργείων. Έπρεπε λοιπόν να τον κατευνάζουν συνεχώς με λατρείες και αφιερώματα αλλιώς κάποια μέρα ήταν δυνατό να πάψει να ανατέλλει και οι άνθρωποι να πεινάσουν. Ομοίως, στην καθημερινή ζωή δημιουργούμε νοητικά μοντέλα που μας βοηθούν να αντιμετωπίσουμε τις προκλήσεις που εκδηλώνονται σε διάφορες καταστάσεις. Λόγου χάρι συνδέοντας τις μέρες του καλοκαιριού με υψηλές θερμοκρασίες αποφασίζουμε να μη φορέσουμε χοντρά ρούχα. Ορισμένες φορές εξελίσσουμε τα μοντέλα μας για τα φυσικά φαινόμενα σε υψηλότερο βαθμό πολυπλοκότητας. Για παράδειγμα εμπλουτίζοντας το προηγούμενο μοντέλο μπορεί να θεωρήσουμε ότι το καλοκαίρι ο καιρός είναι πιο ζεστός, διότι τότε η Γη βρίσκεται πλησιέστερα στον Ήλιο.

Δημιουργούμε νοητικά μοντέλα, ή *νοητικές κατασκευές*, ανάλογα με τις προηγούμενες εμπειρίες μας. Κατόπιν για να κατανοήσουμε ένα νέο γεγονός ή μια νέα έννοια πρέπει να μπορέσουμε να τα εντάξουμε σε μοντέλο που ήδη διαθέτουμε. Αν αυτό δεν συμβεί, είναι λιγότερο πιθανό να μπορέσουμε να ανακαλέσουμε αργότερα αυτή την καινούρια πληροφορία. Αυτή η διαδικασία μάθησης συμβαίνει συνεχώς μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας. Εκεί οι μαθητές δεν απορροφούν απλώς σα σφουγγάρια τα γεγονότα αλλά υποσυνείδητα αναζητούν αυτόματα κατάλληλες νοητικές κατασκευές, από αυτές που ήδη διαθέτουν, για να συνδέσουν το νέο υλικό. Αυτή είναι η ιδέα της *εποικοδόμησης της γνώσης*.

Οι νοητικές κατασκευές των μαθητών είναι προσωπικές. Δηλαδή όταν ο δάσκαλος παρουσιάσει μια νέα έννοια σε μια τάξη τριάντα μαθητών, κάθε μαθητής θα οικοδομήσει τη δική του προσωπική εκδοχή για αυτή την έννοια που θα διαφέρει, σε



κάποιο βαθμό, από των άλλων. Αυτό συμβαίνει διότι κάθε μαθητής έρχεται στην τάξη με διαφορετικές εμπειρίες. Έτσι, στο τέλος του μαθήματος ο δάσκαλος θα έχει απέναντί του ίσως και τριάντα διαφορετικές ιδέες, ορισμένες πιο κοντά στην παρουσίαση της έννοιας όπως έγινε από το δάσκαλο απ' όσο άλλες. Στην πράξη ωστόσο συνήθως υπάρχει ένας μικρός αριθμός αντιλήψεων στους μαθητές που είναι κοινές, στα διάφορα μέρη του κόσμου. Ένας σκοπός αυτού του βιβλίου είναι να κάνει γνωστές στον αναγνώστη τις διαφορετικές αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών.

Στο παρελθόν –αλλά από κάποιους και σήμερα– η διδασκαλία και η μάθηση θεωρούνταν ως μεταφορά γεγονότων από το δάσκαλο στο μαθητή τα οποία είτε μάθαινε ο μαθητής είτε όχι. Αυτή η άποψη για τη μάθηση έχει ονομαστεί *μεταβιβαστική* μάθηση και προσβέυει ότι η γνώση περνά (μεταβιβάζεται) αναλλοίωτη από τον μέντορα στο μαθητή. Τον 20ό αιώνα η δημοτικότητα της θετικιστικής θεωρίας του συμπεριφορισμού έδωσε μια θεωρητική τεκμηρίωση σ' αυτές τις απόψεις, συνδέοντας την επιτυχημένη μάθηση με την αναπαραγωγή επιθυμητών συμπεριφορών σε σχέση με κίνητρα, ενθάρρυνση και τιμωρία. Οι αντιλήψεις αυτές επιβιώνουν ακόμη και σήμερα. Μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας (αλλά και σχεδιαστές αναλυτικών προγραμμάτων) συχνά ακολουθούν θετικιστικές αντιλήψεις και οι καλοί μαθητές έχουν την τάση να μαθαίνουν μηχανικά επιδιώκοντας υψηλές βαθμολογίες. Αυτές οι στρατηγικές μάθησης χρησιμοποιούνται, διότι οι Φυσικές Επιστήμες θεωρούνται απλώς ως μια συλλογή γεγονότων, τα οποία οι μαθητές πρέπει να αποστηθίσουν ή να χρησιμοποιήσουν. Σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές δεν ανακαλύπτουν μόνοι τους τη γνώση αλλά στηρίζονται στους δασκάλους για να τους «την ταΐσουν με το κουτάλι» και πρέπει να την απορροφήσουν αναλλοίωτη. Θεωρούν ότι οι Φυσικές Επιστήμες είναι στατικές και ότι υπάρχει μία μόνο σωστή απάντηση σε κάθε ερώτημα που είναι έγκυρη για πάντα.

Υπήρξαν αντιδράσεις στις συμπεριφοριστικές παιδαγωγικές. Στην αρχή του 20ού αιώνα ο John Dewey υποστήριξε ότι οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα ανακαλύπτοντας τη γνώση και ότι η ελεύθερη αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον προωθεί την ενεργό μάθηση σε αντίθεση με την παθητική πρόσληψη αναλλοίωτης γνώσης. Πριν από 50 χρόνια ο Σουηδός ψυχολόγος Jean Piaget, «ο πατέρας της θεωρίας της εποικοδόμησης της γνώσης», ισχυρίστηκε ότι υπάρχουν στάδια στην ανάπτυξη της ανθρώπινης αντίληψης και ότι το παιδί προσεγγίζει το επόμενο στάδιο αφού οικοδομήσει προσωπικές θεωρίες στηριγμένες σε προηγούμενο στάδιο. Επόμενοι στοχαστές όπως ο David Ausubel, επέκτειναν τη θεωρία της εποικοδόμησης, δίνοντας έμφαση στη σημασία της σύνδεσης του νέου υλικού με ιδέες που οι μαθητές ήδη διαθέτουν. Θεωρείται επίσης ότι οι μαθητές που ακολουθούν παιδαγωγικές μεθόδους εποικοδόμησης (βλέπε επόμενες ενότητες) χρησιμοποιούν στρατηγικές ουσιαστικής μάθησης (meaningful learning), εμπλέκονται σε πιο ενεργητική μάθηση και υλοποιούν πρακτικές δραστηριότητες χωρίς επίβλεψη (για να φθάσουν σε κάποιες απαντήσεις). Γι' αυ-

τούς τους μαθητές οι Φυσικές Επιστήμες είναι δυναμικές και αναζητούν γενικές αρχές για να συνδέσουν μεταξύ τους τις επί μέρους γνώσεις τους.

Όπως αναφέραμε, οι μαθητές οικοδομούν ιδέες που είναι κοινές σε πολλούς από αυτούς, δηλαδή οι ερευνητές έχουν βρει ότι κάποιες ιδέες εμφανίζονται ξανά και ξανά σε διαφορετικά δείγματα μαθητών δείχνοντας μια παγκοσμιότητα στην ανθρώπινη σκέψη. Ωστόσο υπάρχουν ιδέες που εμφανίζονται μόνο σε ορισμένους πολιτισμούς. Λόγου χάρη ακόμη και σήμερα στη νότια Αφρική μαθητές απορρίπτουν επιστημονικές ιδέες και προτιμούν παραδοσιακές πεποιθήσεις που στηρίζονται στη λαϊκή ιατρική και τη μαγεία. Αυτές οι περιπτώσεις δείχνουν ότι οι μαθητές δεν οικοδομούν τα νοητικά μοντέλα τους ανεξάρτητα από τον κοινωνικό περίγυρό τους αλλά επηρεάζονται από τις ιδέες των ανθρώπων του περιβάλλοντός τους που μπορεί να παίξουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της σκέψης τους. Τη δεκαετία του 1930 ο Ρώσος ψυχολόγος Lev Vygotsky ισχυρίστηκε ότι όλη η γνώση οικοδομείται κοινωνικά με αυτό τον τρόπο. Σύγχρονα κείμενα στη βιβλιογραφία της θεωρίας της εποικοδόμησης της γνώσης τείνουν να συμφωνήσουν μ' αυτή την άποψη. Λόγου χάρη όταν σε ένα μάθημα Φυσικών Επιστημών οι μαθητές εργάζονται ομαδικά, οικοδομούν γνώση αλληλεπιδρώντας κοινωνικά μεταξύ τους: καθώς συζητούν και επιχειρηματολογούν για την προσωπική ερμηνεία που έδωσε ο καθένας στα αποτελέσματα ενός πειράματος, τελικά καταλήγουν σε μια κοινά αποδεκτή αντίληψη: αυτό είναι η εννοιολογική σύγκλιση.

## Τι είναι παρανόηση στις Φυσικές Επιστήμες;

Από τη συζήτηση που προηγήθηκε γίνεται φανερό ότι τα παιδιά διαθέτουν κάποιες «γνώσεις» Φυσικών Επιστημών, πριν διδαχθούν τα σχετικά θέματα στο σχολείο και ότι οι αντιλήψεις ενός ατόμου δεν οικοδομούνται σε άγραφο χαρτί. Έχουν αποκτήσει αυτές τις αντιλήψεις από τη σχολική εμπειρία τους καθώς και από μη τυπικές διαδικασίες μάθησης (καθημερινότητα, παιχνίδι). Συνεπώς η νέα γνώση δεν ιχνογραφείται πάνω σε άγραφο χαρτί αλλά ενσωματώνεται σε προϋπάρχουσες δομές. Για να διευκολυνθεί η ουσιαστική μάθηση, λοιπόν, πριν την οικοδόμηση της νέας γνώσης, στην αρχή της διδασκαλίας ενός θέματος ή μιας διδακτικής ενότητας είναι καλύτερα ο δάσκαλος να προσπαθήσει να ανακαλύψει τις ιδέες των μαθητών του για τις έννοιες του μαθήματος. Οι προϋπάρχουσες νοητικές κατασκευές που δεν συμφωνούν με τις αποδεκτές επιστημονικές αντιλήψεις αποτελούν ασταθή βάση για την κατανόηση νέων εννοιών. Πάρα πολλές έρευνες έχουν δημοσιευτεί στη βιβλιογραφία της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, πολλές από τις οποίες ασχολούνται με τέτοιες όχι σωστά δομημένες επιστημονικές ιδέες, τις παρανοήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες.<sup>1</sup> Στην αρ-

1. Στη βιβλιογραφία οι εν λόγω παρανοήσεις αναφέρονται επίσης ως «επιστήμη των παιδιών», «απλοϊκές αντιλήψεις», «ιδιωτικές αντιλήψεις», «εναλλακτικές αντιλήψεις», «εναλλακτι-

χή της παρούσας ενότητας αναφέραμε μια τέτοια παρανόηση που αφορά την εξήγηση του καλοκαιριού σε σχέση με την εγγύτητα της Γης με τον Ήλιο: «Το καλοκαίρι η Γη βρίσκεται πιο κοντά στον Ήλιο».

Σε πολλές περιπτώσεις από τη στιγμή που οι μαθητές κατασκευάσουν μοντέλα, που γι' αυτούς έχουν απόλυτο νόημα και μ' αυτά ερμηνεύουν ποικίλα φαινόμενα, είναι δύσκολο να τα τροποποιήσουν ή να απαλλαγούν από αυτά, ιδιαιτέρως αν τα μοντέλα έχουν δομηθεί σε πρόωμη παιδική ηλικία. Αν αυτά τα μοντέλα περιέχουν παρανοήσεις, η κατάσταση είναι προβληματική.

Πολλά από αυτά τα μοντέλα είναι αποτέλεσμα καθημερινού πειραματισμού με τη μέθοδο της δοκιμής και απόρριψης (trial and error). Λόγου χάρι θεωρείται ότι η βαθιά ριζωμένη γνώση για τη δράση των δυνάμεων στον πραγματικό κόσμο οικοδομείται σε μικρή ηλικία, κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, και είναι δυνατό να αποτελέσει πηγή παρανοήσεων που αποκαλύπτεται αργότερα, όταν το παιδί αρχίσει να μελετά Φυσική στο σχολείο. Ωστόσο το παιδί είναι επίσης πιθανό να μην έχει συναντήσει ορισμένες έννοιες στην καθημερινή ζωή του, πριν εκτεθεί σ' αυτές κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος Φυσικών Επιστημών, όπως για παράδειγμα τον τρόπο που σχεδιάζουμε τις τροφικές αλυσίδες. Τότε παρανοήσεις είναι δυνατό να δημιουργηθούν κατά τη διάρκεια του ίδιου του μαθήματος.

Οι νοητικές κατασκευές μπορεί να είναι περίπλοκες όταν στο μυαλό του μαθητή πολλές παρανοήσεις συνδέονται με λογικό τρόπο μεταξύ τους. Σε τούτη την περίπτωση οι παρανοήσεις έχουν την τάση να ισχυροποιούνται: Η μια παρανόηση στηρίζει την άλλη και όλες μαζί συνθέτουν ένα ευλογοφανές αλλά λανθασμένο νοητικό πλέγμα. Σχετικό παράδειγμα είναι η άποψη ορισμένων μαθητών ότι η λειτουργία των πνευμόνων είναι να στέλνουν αέρα στην καρδιά. Οι μαθητές συνδέουν αυτή την ιδέα με την αντίληψη ότι κατά τη διάρκεια σωματικής άσκησης η καρδιά χτυπά γρηγορότερα για να εφοδιάζει τους μύες με περισσότερο αέρα, προερχόμενο από τους πνεύμονες (βλέπε 3.2 και 4.2 στο Δεύτερο Μέρος του βιβλίου).

Είναι πλέον τεκμηριωμένο ότι οι παρανοήσεις στις Φυσικές Επιστήμες αποτελούν εμπόδιο στη μάθηση σε κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης. Οι παρανοήσεις που παρατίθενται στο βιβλίο που κρατάτε στα χέρια σας προέρχονται από δημοσιευμένες ερευνητικές εργασίες από τα μέσα της δεκαετίας του '70 μέχρι σήμερα. Ορισμένες από αυτές θεωρούνται «κλασικές»: άλλες είναι λιγότερο γνωστές. Ένας κύριος στόχος του βιβλίου είναι να ευαισθητοποιήσει τους δασκάλους ότι οι μαθητές τους είναι ικανοί να οικοδομήσουν προσωπικές ιδέες για τις επιστημονικές έννοιες που διδάσκονται, διαφορετικές από τον τρόπο που τις παρουσίασε ο δάσκαλος, να τους ενημερώσει ποιες είναι αυτές οι αντιλήψεις, καθώς και να προτείνει τρόπους για τη μετατροπή τους σε αποδεκτές επιστημονικές ιδέες.

κά πλαίσια», «διαισθητικές θεωρίες», «προϋπάρχουσες αντιλήψεις», και «περιορισμένες ή ακατάλληλες προτασιακές ιεραρχίες».

## Είναι δυνατό να διορθωθούν οι παρανοήσεις στις Φυσικές Επιστήμες;

Ο προσδιορισμός των παρανοήσεων των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες είναι το εύκολο μέρος της δουλειάς των δασκάλων, η διόρθωσή τους όμως είναι πιο σύνθετη και λιγότερο εφικτή. Στη βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα προσπαθειών –εμπεισμένων από την ιδέα της εποικοδόμησης– για την αντικατάσταση των παρανοήσεων με επιστημονικά αποδεκτές ιδέες (εννοιολογική αλλαγή) που ανάγονται στην ιδέα του Piaget για την «προσαρμογή» (accommodation): όταν οι νέες ιδέες έρχονται σε σύγκρουση με υπάρχοντα μοντέλα έχουν αποτέλεσμα μια αλλαγή στο μοντέλο, ή εξισορρόπηση (equilibrium). Πιο πρόσφατες απόψεις εστιάζουν λιγότερο στη θεωρία των σταδίων που διατύπωσε ο Piaget και περισσότερο στη φύση των ιδεών που διαθέτουν οι μαθητές σχετικά με τα φυσικά φαινόμενα. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 η έρευνα έχει επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στον τρόπο που οι μαθητές οικοδομούν ιδέες παρατηρώντας φυσικά φαινόμενα. Πολλές από τις εν λόγω έρευνες εστιάζουν στον κοινωνικό εποικοδομητισμό του Vygotsky και στην οικοδόμηση της γνώσης σε ένα κοινωνικό πλαίσιο.

Οι αρχές του σύγχρονου μοντέλου εννοιολογικής αλλαγής ανάγονται στην πολύ συχνά αναφερόμενη στη βιβλιογραφία εργασία του 1982 των Posner, Strike, Hewson και Gertzog από το Πανεπιστήμιο Cornell. Οι συγγραφείς ισχυρίζονται ότι οι μαθητές έχουν την τάση να αποδεχτούν νέες έννοιες μόνον όταν *δεν ικανοποιούνται* με τις δομές που διαθέτουν (δηλαδή όταν με αυτές τις δομές δεν μπορούν να επιλύσουν ένα νέο πρόβλημα). Η νέα θεωρία που θα αντικαταστήσει την προηγούμενη πρέπει να είναι *κατανοητή, εύλογη* (δηλαδή να είναι εφαρμόσιμη και να μπορεί να λύσει τα προβλήματα ασυνέπειας του υπάρχοντος μοντέλου), καθώς και *παραγωγική* (δηλαδή να μπορεί να λύσει προβλήματα που θα παρουσιαστούν στο μέλλον σε διαφορετικές συνθήκες, τα οποία δεν θα μπορούσαν να λυθούν με τις υπάρχουσες αντιλήψεις). Οι παρεμβάσεις που αποσκοπούν σε εννοιολογική αλλαγή πρέπει να λαμβάνουν δεόντως υπόψη τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών. Η μάθηση είναι απαραίτητο να ενσωματωθεί σε συνθήκες διδασκαλίας που στηρίζουν αυτό το στοιχείο. Παρ' όλα αυτά από πολλές μελέτες έχει βρεθεί ότι οι παρανοήσεις αντιστέκονται σε κάθε προσπάθεια μεταβολή τους. Αυτό ίσως οφείλεται εν μέρει στο γεγονός ότι οι εν λόγω παρανοήσεις είναι λειτουργικά χρήσιμες στο μαθητή: Με αυτές ερμηνεύει φαινόμενα της καθημερινής ζωής του.

Εννοιολογική αλλαγή σημαίνει ότι, αν ο μαθητής αντιληφθεί ότι μια ιδέα του δεν τον ικανοποιεί, την αναδομεί ώστε να ταιριάζει στα νεότερα δεδομένα. Οι εποικοδομηστικές παιδαγωγικές μάς έχουν εφοδιάσει με συγκεκριμένες τακτικές, για να προκαλέσουμε *γνωστική σύγκρουση* στη σκέψη των μαθητών: Παρουσιάζουμε μια προβληματική κατάσταση, όπως για παράδειγμα ένα πειραματικό δεδομένο, που δεν συμ-

φώνει με τις αντιλήψεις των μαθητών, για να δημιουργήσουμε γνωστική ανισορροπία. Εκθέτοντας τους μαθητές σε εναλλακτικές ιδέες τους βοηθάμε να στοχαστούν για τις δικές τους και ή να τις απορρίψουν ή να τις τροποποιήσουν ή να τις διατηρήσουν. Επιπλέον, η αναγνώριση των προϋπαρχουσών ιδεών ενός ατόμου είναι απαραίτητη για εννοιολογική αλλαγή.

Οι έρευνες δείχνουν ότι ακόμη και όταν οι μαθητές δομήσουν επιτυχώς επιστημονικές ιδέες με κατάλληλες δραστηριότητες μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας, μπορεί να επανέλθουν στις αρχικές παρανοήσεις τους αργότερα, ή εάν τους δοθεί ένα πρόβλημα διαφορετικό από αυτό που έκαναν προηγουμένως. Συχνά οι παρανοήσεις παραμένουν μέχρι την ενηλικίωση των μαθητών. Φαίνεται ότι οι παρανοήσεις ουδέποτε εξαλείφονται εντελώς αλλά συνυπάρχουν δίπλα-δίπλα με τις ορθές επιστημονικές αντιλήψεις και χρησιμοποιούνται εναλλακτικά ανάλογα με την περίπτωση. Σ' αυτές τις συνθήκες οι ιδέες ανταγωνίζονται μεταξύ τους για να επικρατήσουν στη σκέψη του μαθητή. Αυτό έχει ονομασθεί *εννοιολογικός ανταγωνισμός*. Το γεγονός ότι πολλές παρανοήσεις είναι δύσκολο να αντιμετωπισθούν οφείλεται στο ότι υπάρχουν επιστημονικές έννοιες, που έρχονται σε αντίθεση με τη διαίσθηση και την κοινή λογική. Λόγου χάρη η παρανόηση που περιγράψαμε, δηλαδή ότι το καλοκαίρι η Γη βρίσκεται πλησιέστερα στον Ήλιο, φαίνεται πιο λογική από αυτό που συμβαίνει πραγματικά – τον Ιούλιο η Γη βρίσκεται πιο μακριά από το Ήλιο από οποιαδήποτε άλλη περίοδο του έτους (βλέπε 18.9).

## Τι είναι τα επιστημονικά αποδεικτικά στοιχεία (scientific evidence);<sup>2</sup>

Αυτό που μπορεί να αποτελεί έκπληξη για ένα νέο δάσκαλο είναι ότι στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών θέλουμε τα παιδιά να σκέπτονται με λίγο διαφορετικό τρόπο από αυτόν με τον οποίο σκέπτονται στα άλλα μαθήματα. Πράγματι, από πολλές πλευρές ο επιστημονικός τρόπος σκέψης διαφέρει από τον τρόπο που σκεφτόμαστε στην καθημερινή ζωή. Στον επιστημονικό τρόπο σκέψης χρειάζονται αποδεικτικά στοιχεία κάτι που δεν συμβαίνει στην καθημερινή ζωή.

Όταν ζητάμε από μαθητές του Δημοτικού να ορίσουν τις Φυσικές Επιστήμες, συχνά δυσκολεύονται. Μπορεί να αναφερθούν στον εξοπλισμό που χρησιμοποιούν, για παράδειγμα: «Φυσικές Επιστήμες είναι όταν δουλεύουμε με τους δοκιμαστικούς σωλήνες». Ένας απλός ορισμός για τις Φυσικές Επιστήμες θα μπορούσε να είναι «ο τρό-

2. (ΣτΕ): Ο όρος «scientific evidence» έχει μεταφραστεί στη γλώσσα μας ως επιστημονική απόδειξη, αποδεικτικά στοιχεία, αποδεικτικά τεκμήρια, επιστημονικά δεδομένα. Πιο σωστή φαίνεται να είναι η μετάφραση «επιστημονικές ενδείξεις» [βλέπε Μουντοκαλάκης (2015). «Αποσαφηνίζοντας τον όρο 'evidence based medicine'». *Αρχαία Ελληνικής Ιατρικής*, 32(5): 650-660].



πος με τον οποίο κατανοούμε τα φυσικά φαινόμενα». Στη γλώσσα των παιδιών: «Φυσικές Επιστήμες είναι να ανακαλύψουμε πώς λειτουργούν τα πράγματα», όχι μόνο τα μηχανικά αντικείμενα όπως μια μηχανή αυτοκινήτου αλλά και η φύση γενικότερα, δηλαδή το Σύμπαν, οι ζωντανοί οργανισμοί, τα οικοσυστήματα και το ανθρώπινο μυαλό. Η διαδικασία που ακολουθούν οι επιστήμονες συστηματικά, για να βρουν πώς λειτουργούν τα πράγματα ακολουθεί ένα σύστημα που ονομάζεται επιστημονική μέθοδος. Θεμελιώδη χαρακτηριστικά της μεθόδου είναι η απαίτηση κάθε επιστημονικός ισχυρισμός να στηρίζεται σε εμπειρικά δεδομένα (δηλαδή σε δεδομένα που είναι δυνατό να επιβεβαιωθούν με την παρατήρηση) και αυτά τα δεδομένα θα πρέπει να έχουν συλλεχθεί όσο πιο αντικειμενικά γίνεται. Ένας επιστήμονας δεν αρκεί να διαμορφώσει απλώς μια άποψη, όσο λογική κι αν είναι. Είναι απαραίτητο να υπάρχουν πειστικά δεδομένα από πειράματα ή παρατηρήσεις, τα οποία θα εγγυώνται την ορθότητα της άποψης.

Βεβαίως στην καθημερινή ζωή διαμορφώνουμε γνώμες συνέχεια που στηρίζονται σε αβέβαια δεδομένα ή δεν στηρίζονται καθόλου σε δεδομένα, όπως συμβαίνει σχετικά με την ύπαρξη ιπτάμενων δίσκων. Σε ένα πάρτυ οι καλεσμένοι μπορεί να υποστηρίζουν ότι υπάρχουν ιπτάμενοι δίσκοι. Όμως ένας τέτοιος ισχυρισμός δεν θα δημοσιευόταν ποτέ σε κάποιο επιστημονικό περιοδικό, διότι δεν θα συνοδευόταν από πειστικά τεκμήρια. Οι γνώμες στηρίζονται σε προσωπικές κρίσεις και όχι κατ' ανάγκη σε αντικειμενικά δεδομένα. Πα παράδειγμα ο διευθυντής μιας επιχείρησης μπορεί να έχει κάποια θετική άποψη για έναν εργαζόμενο στηριζόμενος εν μέρει στην –υποκειμενική– διαίσθησή του. Ωστόσο κάποιος άλλος διευθυντής είναι δυνατό να είχε αντίθετη άποψη για τον ίδιο εργαζόμενο. Οι θρησκευτικές πεποιθήσεις είναι επίσης είδος προσωπικής άποψης: Δεν απαιτούνται αποδεικτικά στοιχεία για τον έλεγχό τους, η πίστη σ' αυτές αρκεί. Σε αντίθεση με τις Φυσικές Επιστήμες, η κριτική των θεμελιωδών θρησκευτικών ιδεών δεν είναι εφικτή και οι θρησκευτικές δοξασίες μένουν αναλλοίωτες στο πέρασμα του χρόνου. Πολλοί θρησκευόμενοι θεωρούν λοιπόν ότι η διατήρηση των θεμελιωδών αξιών που γεννήθηκαν πριν από χιλιάδες χρόνια αποδεικνύει την ισχύ της θρησκείας τους. Αντιθέτως η επιστημονική μέθοδος υποστηρίζει ότι, ένα υπάρχον σώμα γνώσης πρέπει κάθε φορά να αλληλεπιδρά με τα νέα δεδομένα που προκύπτουν. Αυτή η αλληλεπίδραση είναι δυνατό να οδηγήσει σε νέα ερμηνεία των φαινομένων και των διαδικασιών. Έτσι με το πέρασμα του χρόνου θεμελιώδεις επιστημονικές ιδέες έχουν μεταβληθεί, διότι αναδύθηκαν πειστικότερα μοντέλα κι αυτό θα συνεχιστεί και στο μέλλον. Ένας συνηθισμένος μύθος στις Φυσικές Επιστήμες είναι ότι όταν η ορθότητα μιας θεωρίας «αποδειχθεί», η θεωρία θα ισχύει για πάντα.

Οι απόψεις είναι λανθασμένες όταν δεν υποστηρίζονται από αξιόπιστα και αντικειμενικά δεδομένα. Παρ' όλα αυτά κάποιες απόψεις μπορεί να είναι σωστές και καθένας έχει απόλυτο δικαίωμα να έχει την άποψή του. Ωστόσο δεν είναι επιστημονικά αποδεκτό να διατυπώνουμε αστήρικτους ισχυρισμούς. Μια γνώμη μπορεί να γίνει επι-

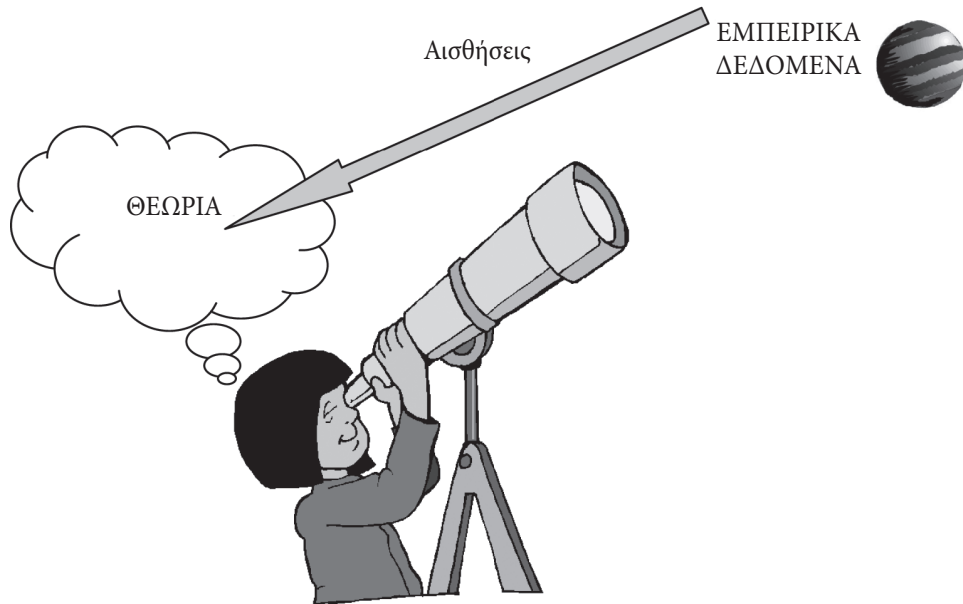
στημονική θεωρία μόνο όταν υπάρχουν αρκετά πειστικά τεκμήρια που την υποστηρίζουν. Η επιτυχία των Φυσικών Επιστημών οφείλεται στις έντονες προσπάθειες των επιστημόνων να διαψεύσουν κάθε υπάρχουσα θεωρία. Οι επιστημονικές ιδέες ελέγχονται εξονυχιστικά από σκεπτικιστές επιστήμονες που τις υποβάλουν συνεχώς σε δοκιμασίες. Κάτω από αυτή τη συνθλιπτική πίεση μόνο οι πειστικότερες και εγκυρότερες ιδέες επιζούν, και οι άκαρπες **ψευδοεπιστήμες**, που αρχικά είχαν γίνει αποδεκτές, τελικώς απορρίφθηκαν. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται η αστρολογία, η αλχημεία, η μαγεία, ο Δημιουργισμός και μορφές παραφυσικών δραστηριοτήτων. Σημειώστε ωστόσο ότι αντίθετα από τη θρησκεία, οι Φυσικές Επιστήμες δεν είναι απόλυτες: Στο μέλλον είναι δυνατό να προκύψουν πειστικά εμπειρικά δεδομένα ώστε κάποιες απ' αυτές τις ψευδοεπιστήμες να προαχθούν στο επίπεδο των αποδεκτών επιστημών. Στο πλαίσιο των Φυσικών Επιστημών ουδεμία ιδέα απορρίπτεται απολύτως και για πάντα.

Μπορούμε να φανταστούμε τις επιστημονικές θεωρίες ως διαφορετικές οντότητες από τα εμπειρικά δεδομένα (Εικόνα Α.1). Ο Γάλλος μαθηματικός και φιλόσοφος Καρτέσιος (Rene Descartes, 1596-1650) ταξιδεύοντας με βάρκα παρατήρησε ότι, τα κουπιά μέσα στο νερό, έμοιαζαν να είναι σπασμένα.<sup>3</sup> Συνειδητοποίησε λοιπόν ότι οι αισθήσεις του τον εξαπατούσαν. Στην περίπτωση των «σπασμένων κουπιών» ο εξωτερικός κόσμος ήταν διαφορετικός από αυτό που ο ίδιος αντιλαμβανόταν. Επεκτείνοντας αυτό τον τρόπο σκέψης αναρωτήθηκε αν είναι ποτέ δυνατό να αποκτήσουμε ορθή αντίληψη για τον κόσμο μέσω των αισθήσεών μας. Αμφέβαλε ακόμη κι αν όντως υπάρχει αυτός ο κόσμος αφού τον αντιλαμβανόμαστε μόνο μέσω των αναξιόπιστων αισθήσεών μας. Αναρωτήθηκε μήπως απλώς τον ονειρευόμαστε. Τελικώς άρχισε να αμφιβάλει αν όντως υπάρχει κι ο ίδιος. Ωστόσο διστάζοντας να προχωρήσει περισσότερο διατύπωσε τη διάσημη φράση του «Cogito ergo sum» (Σκέπτομαι, άρα υπάρχω). Ακόμη και σήμερα, στο πλαίσιο της φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών υπάρχουν ιδέες που απηχούν την ουσία του Καρτεσιανού δυισμού, δηλαδή ότι υπάρχει ένας εσωτερικός κόσμος (ο νους) που είναι ξεχωριστός από έναν εξωτερικό κόσμο (η πραγματικότητα) που συνδέονται μεταξύ τους μόνο δια μέσου των αισθήσεων, οι οποίες όμως ορισμένες φορές είναι αναξιόπιστες.

Στην αίθουσα διδασκαλίας ο δάσκαλος είναι δυνατό να εξηγήσει την έννοια «δεδομένο» ως κάτι που χρησιμοποιούμε για να δούμε αν οι ιδέες μας είναι σωστές. Είναι σημαντικό να αποσυνδέσει το δεδομένο, δηλαδή αυτό που παρατηρούμε ή μετράμε σε κάποιο πείραμα, από τη θεωρία (ή την πρόβλεψη, την υπόθεση ή το συμπέρασμα), δηλαδή αυτό που συλλαμβάνουμε με τη φαντασία μας. Τα παιδιά θα πρέπει να αντιληφθούν ότι στις Φυσικές Επιστήμες η πίστη μας σε κάποια ιδέα δεν αποδεικνύει

3. Σήμερα γνωρίζουμε πολύ καλά αυτή την οφθαλμαπάτη και μπορούμε να την αναπαράγουμε βυθίζοντας ένα μολύβι σε ένα ποτήρι νερό.





Σχήμα Α.1 Η σχέση ανάμεσα στη θεωρία και στα εμπειρικά δεδομένα

την ορθότητα ή την ακρίβεια της ιδέας. Για να βεβαιωθούμε πρέπει να συλλέξουμε δεδομένα τα οποία πρέπει να είναι αξιόπιστα.

## Περίληψη

Οι άνθρωποι επανειλημμένα κατασκευάζουν νοητικά μοντέλα για να συλλάβουν το νόημα του κόσμου που τους περιβάλλει (εποικοδόμηση της γνώσης ή κονστρουκτιβισμός). Αν οι συγκεκριμένες κατασκευές βρίσκονται σε σύγκρουση με τις αποδεκτές επιστημονικές ιδέες, είναι παρανοήσεις και λειτουργούν ως εμπόδια στη διαδικασία της μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες. Ένα μεγάλο μέρος της παιδαγωγικής έρευνας έχει ασχοληθεί με την αναζήτηση παρανοήσεων στις Φυσικές Επιστήμες και τη διόρθωσή τους μέσω εννοιολογικής αλλαγής σε συμφωνία με τις θεωρίες της μάθησης του Piaget, του Vygotsky και άλλων. Προσπάθειες αντικατάστασης των παρανοήσεων από επιστημονικές ιδέες είχαν ανάμεικτες επιτυχίες. Ο επιστημονικός τρόπος σκέψης διαφέρει από τον καθημερινό, κάτι που γίνεται φανερό στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών, καθώς κάθε θεωρία, υπόθεση, πρόβλεψη ή συμπέρασμα πρέπει να υποστηρίζεται από εύλογα εμπειρικά δεδομένα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β

### ΠΩΣ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΕΚΜΑΙΕΥΣΟΥΜΕ, ΝΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΟΥΜΕ ΚΑΙ ΝΑ ΑΝΑΔΟΜΗΣΟΥΜΕ ΠΑΡΑΝΟΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ;

**ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΔΥΝΑΜΗ** για τη συγγραφή αυτού του βιβλίου ήταν αφενός μεν η αναγνώριση ότι οι μαθητικές παρανοήσεις στις Φυσικές Επιστήμες παραμένουν ένα σημαντικό πρόβλημα για όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και αφετέρου η πεποίθηση της αναγκαιότητας να αντιμετωπίσουμε τις εν λόγω παρανοήσεις νωρίς, από την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Σκοπός του βιβλίου είναι να ενημερώσει τους δασκάλους για την πληθώρα των εναλλακτικών ιδεών που μπορεί να δομήσουν οι μαθητές είτε πριν την επίσημη παρουσίαση των επιστημονικών εννοιών στην τάξη είτε ως αποτέλεσμα της ίδιας της διδασκαλίας. Όταν οι δάσκαλοι έχουν μάθει ποιες παρανοήσεις είναι δυνατό να συναντήσουν διδάσκοντας ένα θέμα, θα είναι καλύτερα προετοιμασμένοι να τις αναγνωρίσουν, όταν οι μαθητές πουν ή γράψουν κάτι που φανερώνει παρανόηση. Έτσι, αντί να περιμένουμε παθητικά να εκδηλωθούν οι παρανοήσεις κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, είναι προτιμότερο οι δάσκαλοι να τις αναζητήσουν ενεργά με ειδικές διδακτικές τεχνικές που αποσκοπούν να τις επισημάνουν. Αυτή είναι η *εκμείευση* των παρανοήσεων.

#### Εκμείευση (elicitation)

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τρόποι με τους οποίους οι δάσκαλοι μπορούν να εκμείευσουν τις ιδέες των μαθητών τους ώστε να αποκαλυφθούν παρανοήσεις τους. Έτσι όχι μόνο ο δάσκαλος πληροφορείται για τις πεποιθήσεις των μαθητών του σχετικά με τα φυσικά φαινόμενα αλλά και οι ίδιοι οι μαθητές συνειδητοποιούν τις πραγματικές πεποιθήσεις τους. Αυτή η διαδικασία είναι θεμελιώδης στην αναδόμηση των εννοιών.



## Ρωτήστε ευθέως τους μαθητές για τις ιδέες τους

Ο απλούστερος τρόπος για να αποκαλυφθούν οι αντιλήψεις των άλλων είναι να τους ρωτήσουμε ευθέως. Σε ορισμένες περιπτώσεις αυτή η προσέγγιση είναι δυνατό να έχει πλεονεκτήματα. Ωστόσο ζητώντας κατευθείαν την άποψη των μαθητών για κάποιο ζήτημα οι μαθητές προβάλλουν μάλλον ό,τι θέλει να ακούσει ο δάσκαλός τους παρά την πραγματική άποψή τους. Έμμεσες προσεγγίσεις, που θα δούμε λεπτομερέστερα στη συνέχεια, ίσως είναι απαραίτητες για να προκύψουν πιο αξιόπιστοι τύποι αξιολόγησης. Είναι δυνατό να απευθύνουμε άμεσες ερωτήσεις προς όλη την τάξη και να λάβουμε γραπτώς τις απαντήσεις τους, για παράδειγμα σε μια σειρά ερωτήσεων σωστού-λάθους. Στις ενότητες του βιβλίου αναφέρονται χρήσιμες ερωτήσεις για την εκμείευση ιδεών των μαθητών.

## Ασκήσεις «Συμπλήρωσε τη φράση»

Αυτές οι ασκήσεις είναι δυνατό να λάβουν τη μορφή φύλλων εργασίας με στόχο να ελεγχθεί μια επιστημονική έννοια. Επίσης είναι δυνατό να λάβουν τη μορφή γραπτών τεστ, κουίζ σε υπολογιστή, όπως αυτό του ιστότοπου του BBC *Bitesize* κ.λπ. Ίσως όμως κι αυτές οι ασκήσεις να μην αποκαλύψουν τις πραγματικές πεποιθήσεις των μαθητών, αν και αυτό συμβαίνει λιγότερο συχνά απ' όση στις άμεσες ερωτήσεις. Αν θέλετε να εκμαιεύσετε ιδέες από όλους τους μαθητές, είναι πιο αποτελεσματικό οι μαθητές να εκτελέσουν ατομικά τις δραστηριότητες. Διότι αν εργασθούν ομαδικά τελικώς εκμαιεύονται απλώς οι ιδέες του κυρίαρχου μέλους ή των κυρίαρχων μελών κάθε ομάδας.

## Ταξινόμηση καρτών

Σε μικρότερους μαθητές που δυσκολεύονται να εκφράσουν γραπτώς τις ιδέες τους, θα πρέπει να προτιμήσουμε περισσότερο κιναισθητικές δοκιμασίες, λόγω χάρη ζητώντας τους να κατηγοριοποιήσουν ένα πλήθος καρτών. Συνηθισμένο παράδειγμα στην πρωτοβάθμια επιστήμη είναι η ταξινόμηση καρτών που απεικονίζουν ποικίλα υλικά σε ομάδες στερεών, υγρών και αερίων. Αυτές οι μη λεκτικές προσεγγίσεις έχουν το επιπλέον πλεονέκτημα ότι είναι κατάλληλες και για άτομα με χαμηλό μορφωτικό επίπεδο ή άτομα που διδάσκονται σε γλώσσα άλλη από τη μητρική. Συνήθως οι μαθητές ταξινομούν τις κάρτες σε ομάδες με όποιο κριτήριο θεωρούν κατάλληλο και, κατόπιν, αλλάζουν θέσεις μεταξύ τους, να ελέγξουν τις ταξινομήσεις των άλλων μαθητών. Ο δάσκαλος περιφερόμενος στην αίθουσα παρατηρεί αν μεμονωμένοι μαθητές ή ολόκληρη η τάξη εκδηλώνουν παρανοήσεις.

## Ζωγραφιές μαθητών

Ζητώντας από τους μαθητές να σχεδιάσουν για παράδειγμα «διαφορετικά ζώα», ο δάσκαλος είναι δυνατό να ανακαλύψει πώς αντιλαμβάνονται την έννοια του ζώου. Αν ένα παιδί σχεδιάσει μόνο ζώα με τέσσερα πόδια και τρίχωμα μπορούμε να τους ρωτήσουμε γιατί δεν σχεδίασαν ψάρια ή σκουλήκια. Ο δάσκαλος μπορεί να χρησιμοποιήσει την ανάγνωση μιας ιστορίας ως εναρκτήρια δραστηριότητα για την παρουσίαση μιας έννοιας την οποία θέλει να εκμαιεύσει από αυτούς. Μετά μπορεί να τους ζητήσει να ζωγραφίσουν σκηνές από την ιστορία που θα εκφράζουν τις προσωπικές αντιλήψεις τους. Συνηθισμένο παράδειγμα είναι το παραμύθι *Μια πολύ πεινασμένη κάμπια* (1969) που χρησιμοποιείται στο Ηνωμένο Βασίλειο για να εκμαιευθούν παρανοήσεις που αφορούν τους κύκλους ζωής. Ζωγραφιές των μαθητών έχουν χρησιμοποιηθεί και από ερευνητές ως βάση για να θέτουν ερωτήματα με σκοπό να αποκαλύψουν λεπτομερώς τις ιδέες των μαθητών για διάφορα θέματα.

## Χάρτες εννοιών (concept maps)

Οι χάρτες εννοιών βοηθούν τόσο στην εκμάευση παρανοήσεων στην αρχή της διδασκαλίας όσο και στην αξιολόγηση της κατανόησης μετά τη διδασκαλία. Υπάρχουν πολλοί τρόποι να κατασκευαστεί ένας χάρτης εννοιών. Η πιο συνηθισμένη εκδοχή είναι να δώσει ο δάσκαλος στους μαθητές σε μια σελίδα χαρτί τυπωμένες όλες τις λέξεις που θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν. Οι μαθητές, εργαζόμενοι σε ζευγάρια θα πρέπει να κόψουν τις λέξεις και να τις τοποθετήσουν σε ένα άλλο χαρτί κολλώντας τις λέξεις που σχετίζονται μεταξύ τους, τη μία κοντά στην άλλη και συνδέοντάς τις με μια γραμμή. Κάθε γραμμή θα πρέπει να συνοδεύεται με γραπτό σχόλιο με το οποίο οι μαθητές θα επεξηγούν πώς συνδέονται οι συγκεκριμένες λέξεις. Για παράδειγμα:

Άμμος \_\_\_\_\_ Και τα δύο στερεά \_\_\_\_\_ Ξύλο

## Παρουσίαση εννοιών με καρτούν (Concept Cartoon)

Το βιβλίο με τίτλο *Concept Cartoons in Science Education* των Naylor, Koegh και Mitchell (2000) περιλαμβάνει ιδέες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Επιστημονικές ιδέες απεικονίζονται σε σκηνές όπου χαρακτήρες καρτούν εκφράζουν διαφορετικές απόψεις για μια συγκεκριμένη κατάσταση που απεικονίζεται. Οι μαθητές πρέπει να αποφασίσουν ποιος χαρακτήρας διατυπώνει τη σωστή άποψη ή να διατυπώσουν τη δική τους ερμηνεία. Μ' αυτό τον τρόπο εκμαιεύονται παρανοήσεις τους.

## Χρήση παιχνιδιών

Συχνά πιο αξιόπιστες ενδείξεις είτε για τις σκέψεις είτε για τα συναισθήματά τους προκύπτουν από τη συμπεριφορά των ανθρώπων κι όχι από τα λόγια τους. Αυτή η υπόθεση δημιουργεί τη βάση για να μελετήσουμε τη γλώσσα του σώματος. Όταν οι μαθητές παίζουν με παιχνίδια χαλαρώνουν και απορροφώνται από το παιχνίδι, μπαίνουν σ' ένα διαφορετικό κόσμο και απορρίπτουν τις αναστολές τους. Η προσεκτική παρατήρηση των μαθητών όταν παίζουν μπορεί να σώσει πολύτιμες πληροφορίες για τις επιστημονικές πεποιθήσεις τους. Λόγου χάρη ζητάμε από τους μαθητές να φτιάξουν με Lego ένα αυτοκίνητο που θα πάει όσο το δυνατό πιο μακριά σε μια κεκλιμένη ράμπα. Κάποιοι μαθητές θα επιλέξουν μεγάλες ρόδες, άλλοι θα προσθέσουν βάρος, άλλοι θα συνδυάσουν διαφορετικές παραμέτρους κ.λπ.

## Χρήση επιστημονικών συσκευών

Μπορούμε να επεκτείνουμε την παρατήρησή μας από τα παιχνίδια των μαθητών σε πιο τυπικές δοκιμασίες όταν οι μαθητές εκτελούν πειράματα ή πρακτικές δραστηριότητες. Για παράδειγμα σε μαθητή που πιστεύει ότι ο μαγνήτης έλκει όλα τα μέταλλα μπορούμε να του ζητήσουμε να δοκιμάσει με ένα κουτί αναψυκτικού από αλουμίνιο (δεν έλκεται). Ο μαθητής θα διαπιστώσει ότι το κουτάκι δεν «κολλά» στο μαγνήτη. Παρατηρώντας πώς χειρίζονται οι μαθητές τα όργανα στο γυμναστήριο την ώρα της Φυσικής Αγωγής<sup>1</sup> βοηθά να εκμαιεύσουμε παρανοήσεις τους για τις δυνάμεις.

## Παιχνίδι ρόλων

Ορισμένες φορές είναι πιο εύκολο για τα παιδιά να εκφράσουν τις αληθινές σκέψεις και τα συναισθήματά τους όταν υποκρίνονται ότι είναι κάποιος ή κάτι άλλο. Έρευνες με τη χρήση μαριονέτας από τους μαθητές έδειξαν ότι βοηθούν τους μαθητές να εκφραστούν. Οι μαριονέτες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την εκμείευση ιδεών. Ο δάσκαλος θέτει ερωτήματα στην κούκλα (και όχι στο μαθητή) στα πλαίσια ενός κατάλληλου σεναρίου.

## Παιχνίδια συσχετισμού λέξεων

Οι ερευνητές έχουν αποκαλύψει παρανοήσεις μαθητών λέγοντας κάτι στους μαθητές και κατόπιν του ζητούν να αναφέρουν την πρώτη φράση που τους έρχεται στο μυαλό. Παράδειγμα: Ο δάσκαλος λέει «η θέση της Γης στο Διάστημα το καλοκαίρι». Οι μαθητές συνήθως απαντούν «η Γη είναι πολύ κοντά στον Ήλιο». Οι αυθόρμητες απαντήσεις θεωρείται ότι συνδέονται με τις πεποιθήσεις ενός ατόμου και όπως οι «φροϋ-

1. (ΣτΕ): Στη Μεγάλη Βρετανία τα σχολεία έχουν γυμναστήρια.

δικές ολισθήσεις» της γλώσσας κυβερνώνται από διαδικασίες του ασυνείδητου, που το άτομο δεν γνωρίζει και δεν μπορεί να ελέγξει.

### Ακούοντας τι λένε οι μαθητές

«Κρυφακούοντας» τι λένε τα παιδιά όταν εργάζονται ομαδικά ή όταν συζητάνε με το διπλανό τους στο θρανίο (ή στο χαλί στην Α' τάξη Δημοτικού) μπορεί να μας βοηθήσει να συλλέξουμε πολύτιμα στοιχεία για να αξιολογήσουμε τις ιδέες τους.

### Αναγνώριση (recognition)

Οι παρανοήσεις που αναφέρονται στη συνέχεια του βιβλίου έχουν σκοπό να διευκολύνουν τους δασκάλους να αναγνωρίσουν ενδεχόμενες παρανοήσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια των ασκήσεων εκμείευσης. Η λογική είναι η εξής: Έχοντας διαβάσει γι' αυτές πριν την εκδήλωσή τους οι δάσκαλοι είναι προετοιμασμένοι να τις εντοπίσουν όταν εμφανισθούν στην αίθουσα διδασκαλίας. Αν οι δάσκαλοι δεν είναι πληροφορημένοι για τις ποικίλες παρανοήσεις που σχετίζονται με ένα ιδιαίτερο θέμα ή έννοια, ίσως τις παραβλέψουν, ιδιαιτέρως όταν μοιάζουν με τις επιστημονικές έννοιες, δηλαδή όταν είναι σχεδόν σωστές αλλά όχι απολύτως.

### Αναδόμηση (reconstruction)

Από τη στιγμή που οι παρανοήσεις εκμειευθούν και αναγνωρισθούν, ακολουθεί η αναδόμησή τους. Σαφείς ιδέες για την αναδόμηση των παρανοήσεων παρατίθενται στο κύριο τμήμα αυτού του βιβλίου. Υπάρχουν γενικές αρχές της κονστρουκτιβιστικής παιδαγωγικής που όταν εφαρμοσθούν είναι χρήσιμες για την αναδόμηση. Το Πλαίσιο 1, στο τέλος αυτής της ενότητας, περιέχει ορισμένα γενικά χαρακτηριστικά της διδακτικής προσέγγισης της εποικοδόμησης.

Κρίσιμο σημείο αφετηρίας για την αναδόμηση των παρανοήσεων είναι η σύνδεση οποιασδήποτε παρέμβασης με τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών. Αυτό μπορεί να γίνει αξιοποιώντας δεδομένα που προέκυψαν από δοκιμασίες εκμείευσης ώστε να οδηγηθούμε στο κατάλληλο είδος παρέμβασης. Λόγου χάρη μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εκείνη τη μέθοδο αναδόμησης που αποσκοπεί στη θεραπεία της πιο διαδεδομένης παρανόησης η οποία κυριαρχεί στους μαθητές μας τάξης. Είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί με απλούστερο τρόπο συνδέοντας απλώς μια δραστηριότητα με μια προηγούμενη, οικεία εμπειρία των μαθητών, όπως μια τηλεοπτική εκπομπή που παρουσιάζει (λανθασμένα) μια ηχηρή έκρηξη στο διάστημα<sup>2</sup> ή πώς λειτουργεί το

---

2. (ΣτΕ): Ενώ δεν υπάρχει αέρας.



κουμπί που ρυθμίζει την ένταση σ' ένα MP3 (ρυθμίζει την ένταση του ρεύματος σ' ένα κύκλωμα). Όπως αναφέραμε σημαντική αρχή της εποικοδόμησης της γνώσης είναι η παραδοχή ότι θυμόμαστε καλύτερα όταν ενσωματώνουμε τη νέα γνώση σε προϋπάρχουσες δομές.

Άλλη θεμελιώδης παραδοχή είναι ότι οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα όταν εκτελούν δοκιμασίες με τα ίδια τους τα χέρια (hands-on). Στις Φυσικές Επιστήμες αυτό συχνά σημαίνει υλοποίηση πειραμάτων. Γι' αυτό το σκοπό στην πρωτοβάθμια (και τη δευτεροβάθμια) εκπαίδευση οι μαθητές διδάσκονται να συμπεριφέρονται σαν «μικροί επιστήμονες», σχεδιάζοντας πειράματα, παρατηρώντας φαινόμενα, καταγράφοντας και ερμηνεύοντας αποτελέσματα, εξάγοντας συμπεράσματα και τελικώς αξιολογώντας ολόκληρη τη διαδικασία αναστοχαζόμενοι τι έκαναν. Συνήθως στο πλαίσιο προσέγγισης εποικοδόμησης υποστηρίζεται μια ιδιαίτερη διαδικασία εκτέλεσης πειραμάτων: Αντί να δίνονται στους μαθητές «συνταγές» τις οποίες πρέπει να ακολουθήσουν αυστηρά, τους δίνεται κάποια ελευθερία για να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν πρακτικές δραστηριότητες. Αρχίζουν κάνοντας προβλέψεις και κατόπιν χρησιμοποιώντας επιστημονικές συσκευές ελέγχουν την ορθότητα των προβλέψεών τους. Λόγου χάρη ένας μαθητής είναι δυνατό να προβλέψει ότι ένα σώμα θα πέσει γρηγορότερα από ένα ελαφρότερο, αν και όταν δύο βόλαιο διαφορετικού μεγέθους αφεθούν να πέσουν, φθάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος. Έτσι η πρόβλεψή τους αποδεικνύεται λανθασμένη. Αυτό συγκρούεται με την πεποίθηση του μαθητή και αυτή η σύγκρουση ιδανικά καταλήγει στην απόρριψη της αρχικής του άποψης και στη συγκρότηση της αντίληψης επιστημονικά (η μάζα δεν επηρεάζει καθόλου την ταχύτητα στην ελεύθερη πτώση). Τότε λέμε ότι η παρανόηση *απορρίφθηκε*. Πιο σύνθετη προσέγγιση είναι να δώσουμε στους μαθητές διαφορετικά αποτελέσματα ή υποθέσεις και να τους ζητήσουμε να εκτελέσουν ελέγχους για να βρουν ποιο είναι σωστό.

Η αρχή στην οποία στηρίζεται η πρακτική εργασία στην εποικοδόμηση είναι να δώσουμε ελευθερία στους μαθητές να δομήσουν μια επιστημονική έννοια με ό,τι ανακαλύπτουν οι ίδιοι και όχι με τις απαντήσεις που τους δίδονται έτοιμες από τον δάσκαλο. Οι παιδαγωγικές μεθοδολογίες της εποικοδόμησης δεν μοιάζουν με την ανακαλυπτική μάθηση όπου τα παιδιά αφήνονται να λειτουργήσουν με τα δικά τους εφόδια, με λίγη ή καθόλου καθοδήγηση. Αντίθετα, εδώ ο δάσκαλος κατευθύνει σε ορισμένο βαθμό τους μαθητές ώστε να εστιάζουν σε φαινόμενα που σχετίζονται με το θέμα που μελετούν. Επίσης τα αποτελέσματα των πρακτικών δραστηριοτήτων πρέπει να είναι αξιόπιστα, διότι η επιστημονική έννοια που μελετάται ή διερευνάται, αντανακλάται στα αποτελέσματα που συλλέγουν οι μαθητές, αλλιώς οι παρανοήσεις τους ενισχύονται, δεν απορρίπτονται. Σημειώστε ότι σε ορισμένες περιπτώσεις η αναδόμηση μπορεί να μην είναι απαραίτητη διότι οι μαθητές ήδη διαθέτουν την επιστημονική άποψη. Σ' αυτή την περίπτωση οι ασκήσεις πρέπει και να ενισχύουν την επιστημονική άποψη και να απορρίπτουν τις παρανοήσεις.

Η συνηθισμένη άποψη για τον επαγγελματία επιστήμονα ότι είναι μοναχικό άτομο που δουλεύει μόνος στο εργαστήριό του ανακαλύπτοντας θεωρίες είναι στην ουσία εντελώς αντίθετη από μάθηση μέσω εποικοδόμησης σύμφωνα με την οποία οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα Φυσικές Επιστήμες όταν αλληλεπιδρούν σε ομάδες και συζητούν ελεύθερα για τα φαινόμενα που παρατηρούν. Σε μια τάξη που λειτουργεί με τη μέθοδο της εποικοδόμησης εκφράζονται ελεύθερα προβλέψεις και παρατηρήσεις και γίνεται συζήτηση με επιχειρήματα για την ερμηνεία τους. Αυτό μοιάζει περισσότερο με τον τρόπο που εργάζονται οι επιστήμονες. Οι θεωρίες είναι υποθέσεις για τις οποίες η επιστημονική κοινότητα έχει συμφωνήσει συλλογικά ότι είναι «η καλύτερη εικασία». Τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών στο σχολείο πρέπει να θεωρούνται ως μια συμμετοχική δραστηριότητα όπου η βοήθεια από τους συμμαθητές και η συνεισφορά των συμμαθητών έχουν μεγάλη σημασία.

Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ενός θέματος είναι χρήσιμο να παρακολουθούμε τις ιδέες των μαθητών για να δούμε πόσο έχουν μεταβληθεί. Τα «βιβλία εδάφους» είναι ένα καλό εργαλείο: Οι μαθητές κολλάνε εικόνες από τις εργασίες τους, σχετικές με το θέμα που θέλουν να παρουσιάσουν, οι δάσκαλοι σημειώνουν ενδιαφέρουσες απόψεις των μαθητών, φωτογραφίες των πειραμάτων, προβλέψεις και αποτελέσματα κ.λπ. Εναλλακτικά το ίδιο αποτέλεσμα είναι δυνατό να επιτευχθεί με την κατασκευή αφισών ή άλλων παρουσιάσεων τοίχου.

#### **Γνωρίζετε ότι;**

#### ***Συνήθειες παιδαγωγικές στρατηγικές εποικοδόμησης της γνώσης***

- Διευκολύνετε τους μαθητές να δομήσουν προσωπική γνώση και να ενσωματώσουν τη νέα γνώση στις προϋπάρχουσες ιδέες τους (assimilation – αφομοίωση).
- Προσφέρετε στους μαθητές ευκαιρίες για μάθηση που δεν περιλαμβάνει μόνο απόκτηση ή επέκταση γνώσεων αλλά επίσης αναδιοργάνωση ή απόρριψη των υπαρχουσών (accommodation – προσαρμογή).
- Προσφέρετε στους μαθητές πρακτική εργαστηριακή εργασία ώστε να βοηθηθούν να οικοδομήσουν γνώση μέσα από την προσωπική εμπειρία τους με τον φυσικό κόσμο.
- Προσφέρετε στους μαθητές εμπειρίες που συγκρούονται με τις απόψεις τους (γνωστική σύγκρουση).
- Προωθήστε τη μάθηση στο πλαίσιο της ομάδας και της τάξης.
- Επιτρέψτε στους μαθητές αυτονομία, εμπλοκή, κίνητρα και πρωτοβουλίες.
- Να θέτετε ερωτήματα ανοικτού τύπου.
- Να προωθείτε τις ανώτερες γνωστικές δεξιότητες.
- Ενθαρρύνετε το διάλογο μεταξύ των μαθητών.
- Αφήνετε την τελική ευθύνη της μάθησης στους ίδιους του μαθητές.

## Περίληψη

Οι παρανοήσεις στις Φυσικές Επιστήμες αντιμετωπίζονται στη διδακτική προσέγγιση της εποικοδόμησης με εργαλεία την εκμαίευση, τη διαπίστωση και την αναδόμηση. Όποτε είναι δυνατό οι μαθητές θα πρέπει να οικοδομούν τις επιστημονικές έννοιες με πρακτικές δραστηριότητες με κάποια ελευθερία στο σχεδιασμό, εκτέλεση, ερμηνεία. Η συνεισφορά των συμμαθητών είναι ζωτικής σημασίας σ' αυτές τις διαδικασίες. Οι δραστηριότητες θα πρέπει σαφώς να απορρίπτουν τις παρανοήσεις και να προκαλούν γνωστική σύγκρουση ώστε οι μαθητές να αφομοιώνουν με επιτυχία την αποδεκτή επιστήμη.