

Οι ιδέες των μαθητών

Η στερεή κατάσταση

Αρκετοί ερευνητές έχουν μελετήσει τις ιδέες των παιδιών για τα στερεά.

Τα μικρότερα παιδιά τείνουν να θεωρούν κάθε άκαμπτο υλικό ως στερεό, κάθε σκόνη ως υγρό και κάθε εύκαμπτο υλικό ως ενδιάμεσο μεταξύ στερεού και υγρού (π.χ. η πλαστελίνη, το σφουγγάρι, τα ρούχα). Οι μαθητές δίνουν εξηγήσεις όπως ότι οι πούδρες / σκόνες είναι υγρά γιατί “μπορούν να χυθούν” και ότι τα εύκαμπτα υλικά δεν είναι στερεά μα ούτε και υγρά γιατί είναι “μαλακά” ή “θρυμματίζονται” ή “μπορεί να σχιστούν”. Τα παιδιά αποφασίζουν την κατάσταση ενός υλικού σύμφωνα με την εμφάνισή του και τη συμπεριφορά του, με αποτέλεσμα να συσχετίζουν τη στερεή κατάσταση με τη σκληρότητα, την αντοχή και τη μη πλαστικότητα (R.Driver et al, 1998).

Μέχρι και την ηλικία των 11 ετών, οι μαθητές θεωρούν ότι μια πούδρα/σκόνη βρίσκεται περισσότερο σε μια ενδιάμεση κατάσταση παρά σε μια υγρή κατάσταση.

Σύμφωνα με την άποψη μερικών μαθητών, η μετατροπή ενός μεγάλου σε μέγεθος στερεού κατά το θρυμματισμό του σε πούδρα /σκόνη ή σε υγρό είναι πιθανό να οδηγεί σε μείωση της μάζας του.

Η υγρή κατάσταση

Τα παιδιά φαίνεται να προσδιορίζουν την ταυτότητα ενός υγρού σαν ένα υλικό το οποίο είναι “ρευστό” ή “μπορεί να χυθεί”. Συνεπώς, η αντίληψη για τα υγρά περιλαμβάνει και υλικά (π.χ. οι πούδρες /σκόνες) που δεν εντάσσονται σε καμία επιστημονικά αποδεκτή ταξινόμηση. Επιπλέον επειδή σύμφωνα με τις ιδέες των παιδιών, το νερό είναι το “υποδειγματικό υγρό”, όλα τα υγρά μπορεί να θεωρηθούν ως “νερουλά” ή “φτιαγμένα από νερό” ή “ότι περιέχουν νερό”. Επίσης ερευνητές διαπίστωσαν ότι μερικά παιδιά αντιμετώπιζαν μεγαλύτερη δυσκολία στην ταξινόμηση πιο παχύρευστων υγρών, π.χ. ο πολτός, το μέλι ή η σάλτσα ντομάτας παρά στην αντίστοιχη ταξινόμηση πιο “ρευστών” υγρών (R. Driver et al, 1998).

Τα παιδιά είναι δυνατό να θεωρούν ότι ένα υλικό σε υγρή μορφή έχει

λιγότερο βάρος (ή περιστασιακά περισσότερο) απ' ότι η ίδια μάζα του υλικού σε στερεή κατάσταση. Παρομοίως, τα παιδιά είναι δυνατό να θεωρούν ότι ένα υλικό που βρίσκεται σε υγρή μορφή είναι βαρύτερο από την ίδια μάζα του υλικού σε αέρια κατάσταση.

Η αέρια κατάσταση

Αρκετοί ερευνητές, μελετώντας τις αντιλήψεις των παιδιών για τα αέρια, έχουν βρει ότι αρχικά τα παιδιά δεν αναγνωρίζουν στον αέρα και τα άλλα αέρια μια υλική υπόσταση. Για παράδειγμα, αν και τα μικρότερα παιδιά μπορεί να δέχονται ότι ο αέρας και ο καπνός υπάρχουν, εντούτοις θεωρούν ότι τέτοια υλικά έχουν χαρακτήρα προσωρινό, όμοιο με αυτό των "σκέψεων". Στη σκέψη των παιδιών ο αέρας και το αέριο φαίνεται να προκαλούν αντίθετα συναισθήματα. Ο αέρας είναι "καλός", χρήσιμος στην αναπνοή και τη ζωή, ενώ το αέριο είναι "κακό" γιατί μπορεί να είναι δηλητηριώδες, επικίνδυνο και εύφλεκτο (R. Driver et al, 1998).

Τα μικρότερα παιδιά όπως προαναφέρθηκε θεωρούν τον αέρα και γενικώς τα αέρια ως άυλες οντότητες. Τα μεγαλύτερα παιδιά δέχονται ότι ο αέρας και τα αέρια είναι υλικά σώματα. Καταλήγουν να αναγνωρίζουν ότι τα αέρια είναι υλικά σώματα τα οποία διασκορπίζονται, καθώς και ότι μερικά από αυτά είναι ορατά, αν και τα περισσότερα είναι άχρωμα, άοσμα και διαφανή. Ωστόσο δεν αντιλαμβάνονται ότι έχουν μάζα ή βάρος. Οι ερευνητές υποθέτουν ότι αυτό οφείλεται στην πιο κοινή εμπειρία των παιδιών σύμφωνα με την οποία τα αέρια τείνουν να υψώνονται ή να επιπλέουν.

Αυτή η άποψη υποστηρίζεται και από μελέτες που δείχνουν ότι τα παιδιά, ηλικίας 9-13 ετών, τείνουν να προβλέπουν ότι τα αέρια έχουν την ιδιότητα του "αρνητικού βάρους" και γι' αυτό το λόγο όσο περισσότερο αέριο προστίθεται σε ένα δοχείο τόσο πιο ελαφρύ γίνεται αυτό.

Μέχρι τη στιγμή όπου τα παιδιά οικοδομήσουν την ιδέα ότι τα αέρια έχουν βάρος, είναι απίθανο να δεχτούν τη διατήρηση της μάζας.

Εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για την ύλη

Οι ερευνητές μελετώντας τις αντιλήψεις των παιδιών για την ύλη κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα (Κόκκοτας, 1999):

1. Παιδιά ηλικίας 9-11 ετών αντιλαμβάνονται την ύλη ως κάτι το

συμπαγές, ως ένα στερεό αντικείμενο. Παιδιά κάτω των δέκα ετών δεν αναγνωρίζουν τα υγρά και τα αέρια ως ύλη.

2. Τα παιδιά ηλικίας 10-12 ετών θεωρούν ότι η ύλη αποτελείται από έναν υλικό πυρήνα και από μη υλικό μέρος, όπως χρώμα, οσμή, βάρος, ευφλεκτικότητα κτλ.
3. Πιστεύουν ότι η ύλη υπάρχει όταν υπάρχουν αποδείξεις για την ύπαρξή της, όταν δηλαδή γίνεται αντιληπτή με τις αισθήσεις και κυρίως με την όραση. Παραδείγματος χάρη, οι χρωματιστοί ατμοί που παρατηρούνται κατά την εξάχνωση του ιωδίου αποτελούν ύλη, ενώ δεν είναι ύλη οι ατμοί του ασετόν που δε φαίνονται. Συνεπώς παιδιά ηλικίας 9-12 ετών δέχονται την ύπαρξη της ύλης όταν την ανιχνεύουν με τις αισθήσεις και κυρίως με την όραση.
4. Το βάρος δεν αντιμετωπίζεται ως αναπόσπαστη ιδιότητα της ύλης. Μπορεί η ύλη να μην έχει βάρος, ή με την αλλαγή της κατάστασης να αλλάζει το βάρος της. Τα παιδιά οικοδομούν μια σειρά από διαισθητικούς κανόνες όσον αφορά στη συσχέτιση μεταξύ του βάρους της ύλης και της κατάστασης στην οποία ευρίσκεται.
5. Η ύλη αποτελείται από σωματίδια και η κατάστασή της ερμηνεύεται σύμφωνα με τη διάταξη των σωματιδίων.

Η τήξη

Όταν οι μαθητές παρατηρούν ένα στερεό να μετατρέπεται σε υγρό μπορεί να σκέφτονται ότι αυτό χάνει βάρος ή μάζα. Ερευνήτρια παρουσίασε σε μαθητές δύο δείγματα πάγου που είχαν ακριβώς το ίδιο βάρος. Στη συνέχεια έλιωσε το ένα από αυτά και ρώτησε τους μαθητές για τα σχετικά βάρη των δύο δειγμάτων. Το ποσοστό του δείγματος που διατήρησε το βάρος ή τη μάζα ήταν 5% στις ηλικίες των 5 και 6 ετών, 50% στην ηλικία των 7 ετών και 75% στην ηλικία των 10 ετών.

Τα μικρά παιδιά δε διαχωρίζουν πάντα την τήξη από τη διάλυση. Αν και για τη διαδικασία της διάλυσης απαιτούνται δύο υλικά, τα παιδιά έχουν την τάση να εστιάζουν την προσοχή τους μόνο στο στερεό και θεωρούν αυτή τη διαδικασία ως "τήξη". Ερευνητές βρήκαν ότι πολλά παιδιά του δείγματός τους, ηλικίας 8-17 ετών, θεωρούσαν την τήξη παρόμοια με τη διάλυση γιατί είναι και αυτή μια διαδικασία που πραγματοποιείται βαθμιαία, και κατά την άποψή τους είναι σχεδόν ασύνδετη με κάποια συγκεκριμένη θερμοκρασία.

Η πήξη

Ερευνητές, μελετώντας τις συνεντεύξεις - που είχαν πάρει από μαθητές - που αφορούσαν τις αλλαγές της κατάστασης των υλικών, παρατήρησαν ότι αυτοί γενικά δε θεωρούν ότι μια αλλαγή της κατάστασης συσχετίζεται με κάποια συγκεκριμένη θερμοκρασία. Έτσι πολλά παιδιά δε θεωρούν ότι η πήξη λαμβάνει χώρα σε ορισμένη θερμοκρασία.

Η εξάτμιση

Αρκετοί ερευνητές έχουν προσπαθήσει να ελέγξουν την ανάπτυξη των αντιλήψεων των παιδιών για την εξάτμιση.

Τα παιδιά, ηλικίας 5 και 6 ετών, εντυπωσιάζονται από την εξαφάνιση του υλικού και δέχονται ότι αυτό συμβαίνει, χωρίς βέβαια να δίνουν καμία εξήγηση. Μέχρι την ηλικία των 8-10 ετών, οι μαθητές είναι απίθανο να πιστεύουν στη διατήρηση της εξατμισμένης ουσίας, αφού προτείνουν ότι το υλικό που εξαφανίστηκε θα πρέπει να πήγε σε κάποιο άλλο μέρος. Κατά την άποψή τους, αυτό το μέρος έχει το χαρακτήρα ενός "υποδοχέα". Σε αυτήν όμως την ηλικία ο μόνος "υποδοχέας" που μπορούν να σκεφτούν είναι ένα στερεό κουτί ή μια υποστηρικτική επιφάνεια. Και τα δύο αυτά μπορεί να θεωρούνται πορώδη (R. Driver et al, 1998).

Αργότερα, όταν αναπτύσσουν την ιδέα του "ακίνητου" αέρα, οι μαθητές προτείνουν ότι "κομματάκια νερού πηγαίνουν μέσα στον (υποδοχέα) "αέρα". Η ιδέα για την εξάτμιση εμφανίζεται να εξαρτάται από την ανάπτυξη της ιδέας για τη διατήρηση της ύλης και τον (αόρατο) αέρα.

Όταν τα παιδιά παρατηρούν ένα υγρό να μετατρέπεται σε αέριο ή να εξατμίζεται, είναι δυνατό να οικοδομήσουν την ιδέα ότι το βάρος ή η μάζα του χάνεται επειδή η υλική ουσία φαίνεται να εξαφανίζεται. Επιπλέον όσα διατηρούν την ουσία, μπορεί να γενικεύουν την ιδέα ότι ένα αέριο είναι ελαφρύτερο από την αντίστοιχη ποσότητα του υλικού σε υγρή κατάσταση.

Ερευνητές βρήκαν, ότι η κατανόηση του βρασμού προηγείται της κατανόησης της εξάτμισης των υγρών από βρεγμένες επιφάνειες, όπως π.χ. δάπεδα, πιατέλες και δρόμους. Οι ίδιοι βρήκαν επίσης ότι το 70% ενός δείγματος από μαθητές ηλικίας 6-8 ετών κατανόησαν ότι όταν

βράζει το νερό βγαίνει ατμός, η ποσότητα του νερού μειώνεται και ο ατμός είναι από νερό. Ωστόσο, τα ίδια παιδιά είπαν ότι όταν ένα στερεό αντικείμενο, όπως π.χ. ένα βρεγμένο πιάτο, στεγνώσει, τότε το νερό απλά εξαφανίζεται ή εισχωρεί στο στερεό αντικείμενο.

Ο βρασμός

Οι ερευνητές έχουν επικεντρώσει το ενδιαφέρον τους στο κατά πόσο οι μαθητές κατανοούν ότι το σημείο βρασμού μιας καθαρής ουσίας (σε συγκεκριμένη πίεση) είναι ορισμένο και δε μεταβάλλεται ούτε σε συνάρτηση με το χρόνο που το υλικό βράζει, ούτε από την ενέργεια που του προσφέρεται. Έδωσαν στα παιδιά δύο προβλήματα, στα οποία τους ζητούσαν να προβλέψουν τι θα συνέβαινε αν το νερό συνέχιζε να θερμαίνεται για 5 λεπτά επιπλέον. Το 40% παιδιών ηλικίας 12 ετών, απάντησε ότι η θερμοκρασία θα ήταν μεγαλύτερη από 100°C . Από τα παιδιά που υποστήριζαν ότι η θερμοκρασία θα παρέμενε στους 100°C , το 25% αυτών (ηλικίας 12-13 ετών) εξήγησαν τις απαντήσεις τους με όρους όπως π.χ. "ο αριθμός που δείχνει ο διακόπτης της κουζίνας καθορίζει τη θερμοκρασία του νερού".

Το δεύτερο πρόβλημα απαιτούσε από τους μαθητές να προτείνουν τι θα μπορούσε να συμβεί αν γυρίζαμε το διακόπτη της κουζίνας σε μεγαλύτερη ένδειξη. Εδώ το 80% των δωδεκάχρονων παιδιών σκέφτηκε ότι η θερμοκρασία θα αυξανόταν πάνω από τους 100°C . Η ίδια απάντηση και σε σημαντικά ποσοστά δόθηκε από παιδιά ηλικίας 13, και 14 ετών. Ακόμη και στην ηλικία των 15 ετών μόνο το 31% έδωσε σωστές απαντήσεις και κατάλληλες εξηγήσεις και στα δύο προβλήματα. Παρόλα αυτά, η λογική μερικών παιδιών τα οδήγησε να σκεφτούν ότι ο χρόνος του βρασμού και η προσφερόμενη ενέργεια θα μπορούσαν να επηρεάσουν το σημείο βρασμού του καθαρού υγρού. Μεγάλο μέρος της σύγχυσης προέρχεται από την αντίληψη των παιδιών ότι η θερμοκρασία και η θερμότητα είναι το ίδιο πράγμα και έτσι καταλήγουν να λένε πως αν αυξήσεις το ποσό της θερμότητας, θα αυξηθεί και η θερμοκρασία (R. Driver et al, 1998).

Για τους μαθητές οι φυσαλλίδες που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια του βρασμού μπορεί να είναι κενές ή να περιέχουν οξυγόνο, υδρογόνο, οξυγόνο και υδρογόνο ή υδρατμούς, που είναι και η επιστημονικά αποδεκτή άποψη.

Η συμπύκνωση

Έχουν ερευνηθεί οι ιδέες που αφορούν τη συμπύκνωση του νερού, σε ένα δοχείο που περιέχει πάγο, με μια διαδικασία πολλαπλής επιλογής στην οποία οι εναλλακτικές επιλογές ήταν βασισμένες σε απαντήσεις που είχαν ληφθεί σε προηγούμενες συνεντεύξεις.

Τα παιδιά, ηλικίας 10-14 ετών, διάλεξαν συχνότερα τις απαντήσεις: “η κρυότητα αλλάζει σε νερό” και “το κρύο ήταν η αιτία για να μετατραπεί το υδρογόνο και το οξυγόνο σε νερό” (σχεδόν το 40% των μαθητών έδωσε μία από αυτές τις απαντήσεις). Λιγότερο από το 20% επέλεξε την απάντηση: “το νερό προήλθε από τη συμπύκνωση του ατμού στον αέρα”. Η σύγκριση αυτών των απαντήσεων με άλλες απαντήσεις των ίδιων μαθητών, οδήγησε τους ερευνητές στο συμπέρασμα ότι παρόλο που οι μαθητές γνωρίζουν θεωρητικά ότι ο ατμός μπορεί να μετατραπεί σε νερό, με δυσκολία εφαρμόζουν αυτή τη γνώση στην πράξη. Ένα υπολογίσιμο ποσοστό επέλεξε την απάντηση “η κρυότητα διαπερνά το ποτήρι και γίνεται νερό” (R. Driver et al, 1998).

Το ποσοστό των μαθητών που εξέφρασε την άποψη ότι η συμπύκνωση προκύπτει από το νερό που βρίσκεται στον αέρα αυξήθηκε με την ηλικία.

Ο κύκλος του νερού - Καιρικά φαινόμενα

Για να κατανοήσουν οι μαθητές τον κύκλο του νερού, είναι ανάγκη να κατανοήσουν όχι μόνο τις έννοιες της εξάτμισης και της συμπύκνωσης αλλά επίσης ότι οι υδρατμοί και οι σταγόνες του νερού έχουν βάρος και υφίστανται ελεύθερη πτώση.

Μαθητές ηλικίας 5 έως 15 ετών, ερωτήθηκαν μέσω συνέντευξης σχετικά με τις απόψεις τους για τον κύκλο του νερού. Οι ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν όπως οι ακόλουθες: “Από πού προέρχονται τα σύννεφα;”, “Πώς ξεκινάνε;” “Από τι είναι φτιαγμένα;”, “Μπορείς να μου πεις πώς πέφτει η βροχή;” και “Πώς ξεκινάει;”. Οι απαντήσεις έδειξαν ότι μεταξύ ορισμένων ηλικιών ήταν κυρίαρχες συγκεκριμένες ιδέες (R. Driver et al, 1998):

- * Στις ηλικίες 5 έως 7 ετών, η πιο συνηθισμένη ιδέα ήταν ότι η βροχή πέφτει όταν κάποιος, πιθανόν ο Θεός, ανοίγει τα αποθέματα νερού. Τα παιδιά επίσης είπαν ότι τα σύννεφα είναι φτιαγμένα από καπνό ή

βαμβάκι. Αυτό δείχνει ότι τα σύννεφα και η βροχή δε συσχετίζονταν στη σκέψη τους. Μια εναλλακτική άποψη ήταν ότι τα σύννεφα, τα οποία αντιμετωπίζονται ως σακούλες νερού, φυλάσσονται πάνω ή μέσα στον ουρανό. Όταν τα σύννεφα συγκρούονται, μπορεί να εκραγούν ή να ανοίξουν ή να σχιστούν, ή να διαχωριστούν έτσι ώστε να πέσει βροχή.

- * Στις ηλικίες 6 έως 8 ετών, πιστεύεται ότι τα σύννεφα πηγαίνουν στη θάλασσα και μαζεύουν, "πίνουν" νερό και έπειτα κινούνται σε άλλα μέρη και δίνουν τη βροχή.
- * Στις ηλικίες 6 έως 9 ετών, τα σύννεφα θεωρούνται ότι είναι φτιαγμένα από ατμό, ο οποίος δημιουργείται από τη θάλασσα όταν αυτή θερμαίνεται από τον ήλιο ή ότι είναι φτιαγμένα από ατμό που προέρχεται από κατσαρόλες. Κάποια στιγμή, τα σύννεφα ανοίγουν και δίνουν βροχή. Ο ήλιος θεωρείται ότι πηγαίνει μέσα στο νερό και έτσι το θερμαίνει σε υψηλή θερμοκρασία. Οι ατμοί του νερού, που δημιουργούνται με αυτόν τον τρόπο, εισέρχονται στα σύννεφα, αργότερα αυτά τα σύννεφα ανοίγουν και βρέχει.
- * Στις ηλικίες των 7 έως 10 ετών, τα παιδιά φαντάζονται ένα σύννεφο σαν ένα σφουγγάρι το οποίο έχει σταγόνες νερού μέσα του. Όταν βρέχει, οι σταγόνες πέφτουν μέσα από μικρές τρύπες που έχει το σύννεφο -αυτό συμβαίνει όταν το σύννεφο κουνιέται από τον αέρα. Εναλλακτικά, κάποια παιδιά πιστεύουν ότι η βροχή πέφτει όταν τα σύννεφα κρυώσουν ή ζεσταθούν.
- * Στις ηλικίες των 9 έως 10 ετών, τα παιδιά λένε ότι τα σύννεφα είναι φτιαγμένα από νερό που έχει εξατμιστεί από λακκούβες. Η βροχή πέφτει όταν τα σύννεφα κρυώσουν ή βαρύνουν.
- * Στις ηλικίες 11 έως 15 ετών, πιστεύεται ότι τα σύννεφα δημιουργούνται όταν ο ατμός κρυώνει. Η βροχή πέφτει όταν οι σταγόνες του νερού γίνονται μεγάλες και βαριές. Κανένα παιδί από το δείγμα δεν εξήγησε πώς τα σύννεφα ψύχονται.

Βιβλιογραφία

1. Driver, E. Guesne and A. Tiberghien (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Τροχαλία*
2. Driver, A. Squires, P. Rushworth, V. Wood-Robinson (1998) (επιμέλεια Π. Κόκκοτας). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, Τυπωθήτω, Αθήνα*

