

## Οι χημικές ουσίες, το περιβάλλον και ο σύγχρονος πολίτης

Χριστίνα Σολομωνίδου\*  
Ελένη Σταυρίδου\*\*

### Περίληψη

Η εργασία αυτή επιτρέπει να κατανοήσουμε τις αιτίες για τις οποίες οι κοινές αντιλήψεις και νοητικές παραστάσεις που αναπτύσσονται στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής αναφορικά με τις ουσίες, τις μεταβολές και τις αλληλεπιδράσεις τους δεν διευκολύνουν το μαθητή και τον πολίτη να κατανοήσει με ικανοποιητικό τρόπο ποικίλα προβλήματα του περιβάλλοντος που σχετίζονται με την ευρεία χρήση ενός μεγάλου αριθμού χημικών ουσιών και προϊόντων.

Από τα αποτελέσματα έρευνας που διεξαγάγαμε με φοιτητές-υποψηφίους δάσκαλους έγινε φανερό ότι το σχολείο δεν πετυχαίνει να μεταβάλει ικανοποιητικά τις αρχικές αυθόρμητες – και λανθασμένες – ιδέες των μαθητών αναφορικά με τις χημικές ουσίες και τις μετατροπές τους, και συνεπώς δεν συμβάλλει στη δημιουργία της επιθυμητής νοητικής οργάνωσης. Υποστηρίζεται η ανάγκη αλλαγής των αναλυτικών προγραμμάτων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σύμφωνα με την εποικοδομητική θεωρία για τη μάθηση και προς την κατεύθυνση των *STES curricula* (*Science, Technology, Environment and Society*).

### Το πρόβλημα

Ο άνθρωπος ανέκαθεν χρησιμοποιούσε και εξακολουθεί να χρησι-

\* Λέκτορας στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

\*\* Επίκουρη καθηγήτρια στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

μπορεί πολυάριθμες χημικές ουσίες προκειμένου να επιλύσει προβλήματα που σχετίζονται με τις ποικίλες ανάγκες του για τροφή, ένδυση, κατασκευές, θεραπεία από ασθένειες, κ.λπ. Είναι ευνόητο ότι η επαρκής – σε κοινωνικό επίπεδο – γνώση των χημικών ουσιών, των ιδιοτήτων και των αλληλεπιδράσεών τους, συντελεί στον ορθό και συνετό χειρισμό τους, γεγονός που αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για τη διασφάλιση και την επιβίωση του ανθρώπου. Η γνωριμία με τις ουσίες αποτελεί επίσης ουσιώδη διάσταση της εκπαίδευσης της νέας γενιάς κάθε κοινωνίας, προκειμένου να εξασφαλιστεί και των νεοτέρων η επιβίωση και η ευημερία.

Σε παλιότερες εποχές, όταν ο αριθμός, των γνωστών και ευρέως χρησιμοποιούμενων ουσιών ήταν περιορισμένος, το πρόβλημα της μετάδοσης των σχετικών γνώσεων από τη μια γενιά στην άλλη ήταν απλούστερο σε σχέση με την εποχή μας, όπου ο αριθμός των ουσιών που χρησιμοποιούνται σε κοινωνικό επίπεδο είναι σημαντικά αυξημένος.

Πράγματι, στη βιομηχανική και τεχνολογική εποχή που ζούμε, η ανάπτυξη της χημείας οδήγησε στην ανακάλυψη εκατομμυρίων ουσιών πολλές από τις οποίες παράγονται από τη χημική βιομηχανία σε τεράστιες ποσότητες (Collongues, 1981). Τα προϊόντα αυτά προορίζονται να έχουν ευρεία κοινωνική χρήση, είτε στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής, είτε στη βιομηχανία, καθώς και σε πλήθος τομέων της ανθρώπινης δραστηριότητας όπως η ιατρική, η φαρμακευτική, οι κατασκευές, οι οικοδομικές εργασίες, οι αγροτικές καλλιέργειες, η επεξεργασία τροφίμων, οι υπηρεσίες, οι μεταφορές, η τέχνη, ο αθλητισμός, κ.λπ. Η ανθρωπότητα επωφελείται από τα πλεονεκτήματα της χρήσης των ουσιών και κυρίως των νέων υλικών.

Δυστυχώς όμως το ζήτημα δεν τελειώνει εδώ. Ταυτόχρονα με την παραγωγή και την κυκλοφορία στο εμπόριο νέων ή ήδη γνωστών χημικών προϊόντων, τίθεται παράλληλα και το πρόβλημα των συνεπειών της ευρείας χρήσης των προϊόντων αυτών (Solomonidou, 1991). Ορισμένες από τις ουσίες που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα, συνήθως για μια συγκεκριμένη ιδιότητα, συσσωρεύονται στο περιβάλλον δίχως να μεταβάλλονται, ενώ κάποιες άλλες αλληλεπιδρούν, είτε μεταξύ τους, είτε με άλλες ουσίες ή/και με την ενέργεια, άμεσα ή μετά την πάροδο ενός ορισμένου χρονικού διαστήματος (π.χ. οι χλωροφθοράνθρακες αντιδρούν με το όζον όταν ανέλθουν σε ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας) και παράγουν νέες ουσίες.

Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με πληθώρα χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται ευρέως θέτει σε σοβαρό κίνδυνο τις λεπτές ισορροπίες που υπάρχουν στο περιβάλλον. Η ανθρωπότητα κινδυνεύει να χάσει τον πλήρη έλεγχο των ουσιών και των αλληλεπιδράσεών τους και δεν αρκεί, όπως φαίνεται, το γεγονός ότι ένας περιορισμένος αριθμός ειδικών και επιστημόνων γνωρίζουν σε βάθος τα σχετικά προβλήματα και ζητήματα. Όταν τίθεται σε κίνδυνο η επιβίωση της ίδιας της ανθρωπότητας, η ίδια μας η ύπαρξη, τότε τα θέματα αυτά αφορούν το

σύνολο των πολιτών που καταναλώνουν και χρησιμοποιούν αυτές τις χημικές ουσίες.

Τα τελευταία χρόνια η ανθρωπότητα άρχισε να συνειδητοποιεί το γεγονός ότι κινδυνεύει να χάσει τον πλήρη, σε κοινωνικό επίπεδο, έλεγχο των χημικών ουσιών και άρχισε να αντιδρά, με στόχο την επίλυση των σχετικών προβλημάτων. Η ανάπτυξη διαφόρων πρωτοβουλιών για την προστασία των φυσικών πόρων και τη διατήρηση των ισορροπιών στο περιβάλλον, τα οικολογικά κινήματα, καθώς και η περιβαλλοντική εκπαίδευση, αποτελούν ενδείξεις προς αυτή την κατεύθυνση.

## Ο ρόλος του Σχολείου

Ο κατεξοχήν κοινωνικός μηχανισμός που αναπτύσσει πρωτοβουλίες για τη διαμόρφωση του αυριανού πολίτη είναι το σχολείο. Μέσα από την εκπαίδευση που θα πάρουν οι σημερινοί μαθητές πρέπει να καταστούν ικανοί/ές να αντιλαμβάνονται, να κρίνουν και να παίρνουν αποφάσεις που αφορούν στην ασφαλή επιβίωσή τους σε ένα περιβάλλον συνεχώς υποβαθμιζόμενο από τη διαρκή ανάπτυξη αγροτικών, βιομηχανικών και αστικών περιοχών. Η περιβαλλοντική εκπαίδευση ειδικότερα είναι μια βασική συνιστώσα της διαδικασίας διαμόρφωσης του αυριανού πολίτη (Παπαδημητρίου 1989, 1992).

Κατά τη γνώμη μας, η συμβολή της εκπαίδευσης, συμπεριλαμβανομένης και της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, οφείλει να στοχεύει σε τρία επίπεδα:

- στο επίπεδο της διαμόρφωσης στάσεων (*attitudes*) απέναντι στο περιβάλλον, ευαισθητοποιώντας τους μαθητές και τις μαθήτριες σε θέματα σχετικά με το περιβάλλον,
- στο νοητικό-γνωστικό επίπεδο (*cognitive*), συμβάλλοντας στην κατανόηση από μέρους τους της σημασίας και της πολυπλοκότητας των προβλημάτων τους περιβάλλοντος,
- στο επίπεδο λήψης αποφάσεων (*decision making*), βοηθώντας τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναπτύξουν κριτικό πνεύμα, ώστε να αντιμετωπίζουν κριτικά την πληροφόρηση που υπάρχει σε σχέση με το περιβάλλον και που θα τους/τις καθιστά ικανούς/ές να παίρνουν ορθολογικές αποφάσεις για την επίλυση προβλημάτων σχετικών με το περιβάλλον και τη διαβίωσή τους μέσα σ' αυτό.

Αλλά με ποιόν τρόπο παρεμβαίνει η εκπαίδευση προκειμένου να εκπληρώσει τους προαναφερθέντες στόχους και να διαμορφώσει τον αυριανό πολίτη; Κύριοι τρόποι παρέμβασης της εκπαίδευσης γενικά είναι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (για τη διαμόρφωση κυρίως στο γνωστικό) και η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (για τη διαμόρφωση κυρίως σε επίπεδο στάσεων και λήψης αποφάσεων).

Παίρνοντας υπόψη μας το γεγονός ότι ο μαθητής και η μαθήτρια είναι οι αποδέκτες των διδακτικών παρεμβάσεων, και παραφράζοντας την γνωστή φράση για την περιβαλλοντική εκπαίδευση – «εκπαίδευση μέσα στο περιβάλλον, δια μέσου του περιβάλλοντος και για χάρη του περιβάλλοντος» – θα λέγαμε ότι, εφόσον ο/η μαθητής/τρια νοηθεί ως το «περιβάλλον» της εκπαίδευσης στο οποίο διεξάγεται όλη η εκπαιδευτική διαδικασία, τότε μέσα από αυτό το περιβάλλον οφείλει να αντλείται γνώση για να χρησιμοποιηθεί προς όφελος αυτού του περιβάλλοντος.

Στα πλαίσια λοιπόν αυτής της συλλογιστικής, το ερώτημα που θέτουμε για την εκπαιδευτική διαδικασία εστιάζεται στην ανάγκη άντλησης γνώσης από το μαθητικό περιβάλλον, ώστε αυτή να χρησιμοποιηθεί προς όφελος αυτού του περιβάλλοντος, το διατυπώνουμε δε ως εξής:

Τί γίνεται με το μαθητή και τη μαθήτρια; Ποιά είναι τα αποτελέσματα των διαφόρων παρεμβάσεων στους μαθητές και τις μαθήτριες σε επίπεδο στάσεων, στο γνωστικό επίπεδο και στο επίπεδο λήψης αποφάσεων;

## Γιατί θεωρούμε καθοριστική την παρέμβαση της εκπαίδευσης στο γνωστικό επίπεδο;

Κατά την άποψή μας η παρέμβαση της εκπαίδευσης στο γνωστικό επίπεδο είναι καθοριστική διότι όπως είναι γνωστό αντιλαμβανόμαστε την πραγματικότητα μέσα από το πλέγμα των Ιδεών-Εννοιών-Παραστάσεων (ΙΕΠ) που έχουμε γι' αυτή την πραγματικότητα (είναι γνωστή η φράση «*observation is theory leaden*»). Το ζητούμενο λοιπόν για τον αυριανό πολίτη είναι, μεταξύ άλλων, να αποκτήσει την κατάλληλη εννοιολογική συγκρότηση. Πόσο εύκολο όμως είναι αυτό με τις παραδοσιακές διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης (δασκαλοκεντρικό σύστημα, αποστήθιση, κ.λπ.) που λειτουργούν ακόμα στο εκπαιδευτικό μας σύστημα;

Σύμφωνα με σύγχρονες ψυχολόγων όπως ο Ausubel (1968) και με την εποικοδομητική θεωρία για τη μάθηση «*constructivism*» (ενδεικτικά δεξ: Driver & Bell 1986), η γνώση δεν μεταδίδεται αλλά οικοδομείται από κάθε άτομο χωριστά, καθώς αυτό αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του, που περιλαμβάνει αντικείμενα, ουσίες, φαινόμενα, διαδικασίες, κ.λπ. (Martinand 1986). Οι ιδέες-έννοιες-παραστάσεις που δημιουργούνται με βάση την εμπειρία από την καθημερινή ζωή συγκροτούν ένα νοητικό πλέγμα που ονομάζουμε κοινό νου. Στις ιδέες αυτές αποδίδονται τα εξής χαρακτηριστικά: – έχουν χαρακτήρα συλλογικών αληθειών, παρόλο που είναι ατομικές κατασκευές,

- είναι συνήθως λανθασμένες από επιστημονική άποψη,
- δεν αλλάζουν εύκολα και αντιστέκονται σε κάθε προσπάθεια που γίνεται από την εκπαίδευση γι' αυτό το σκοπό και για τη δημιουργία νέων εννοιών και παραστάσεων, συνεπέστερων από επιστημονική άποψη,
- μπορούν με κατάλληλη εκπαιδευτική διαδικασία να αλλάξουν και να μετατραπούν σε ένα ενιαίο σύνολο ενοποιημένων, αναδομημένων και ορθών από επιστημονική άποψη Ιδεών-Εννοιών-Παραστάσεων, που είναι και το ζητούμενο στην εκπαίδευση.

Πολυάριθμες έρευνες στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών υποστηρίζουν τις παραπάνω απόψεις. Ενδεικτικά αναφέρουμε ορισμένα παραδείγματα: μαθητές/τριες δημιουργούν αυθόρμητα Αριστοτελικές ιδέες για την κίνηση, λανθασμένες από επιστημονική άποψη (π.χ. Viennot 1979, McDermott 1983), ενώ αντιλαμβάνονται φυσικές και χημικές μεταβολές της ύλης, οι οποίες ως γνωστόν διέπονται από την αρχή της αφθαρσίας της ύλης, ως καταστροφή και εξαφάνιση της ύλης (Stavridou 1990, Stavridou & Solomonidou 1989, Σταυρίδου 1992), κ.λπ. Όταν η διδασκαλία δεν ασχοληθεί ειδικά με τις λανθασμένες απόψεις των μαθητών/τριών, αυτές διατηρούνται αναλλοίωτες ακόμα και μετά το πέρας των σπουδών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (West & Pines 1985, Giorden & de Vecchi 1987, Osborne & Fryberg 1985, κ.ά.).

Η εκπαίδευση σε οποιαδήποτε βαθμίδα είναι επομένως σε θέση να παρεμβαίνει αποτελεσματικά και να συμβάλλει στη δημιουργία επιστημονικών Ιδεών-Εννοιών-Παραστάσεων, υπό την προϋπόθεση ότι γνωρίζει και παίρνει υπόψη τη γνωστική κατάσταση αφετηρίας των εκπαιδευομένων, δηλαδή τις προϋπάρχουσες αρχικές τους ιδέες, φροντίζοντας για τη σταδιακή μετάβαση στο γνωστικό επίπεδο των επιστημονικών εννοιών και γεφυρώνοντας το χάσμα που συνήθως υπάρχει ανάμεσα στο επίπεδο της αυθόρμητης, καθημερινής γνώσης (κοινός νους) και αυτό της επιστημονικής γνώσης και του επιστημονικού τρόπου σκέψης.

Αυτή η γενική θέση οφείλει να καθοδηγεί και την εκπαίδευση των μαθητών/τριών και στο θέμα των χημικών ουσιών και των αλληλεπιδράσεών τους, ώστε να συμβάλλει αποτελεσματικά στη διαμόρφωση της γνωστικής συγκρότησης, που έχει ανάγκη τόσο ο σύγχρονος όσο και ο αυριανός πολίτης.

## Η έννοια της χημικής ουσίας στο επιστημονικό πλαίσιο σκέψης και στην καθημερινή ζωή

Ποια είναι όμως τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της έννοιας της χημι-

κής ουσίας στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής και σ' αυτό της επιστημονικής γνώσης;

Για τους/ις χημικούς, μια ουσία καθορίζεται-ταυτοποιείται από ένα σύνολο ιδιοτήτων, η κάθε μια από τις οποίες εκφράζει την αλληλεπίδραση της ουσίας με μια ή περισσότερες ή/και με την ενέργεια. Μέσα στο πλαίσιο της επιστημονικής σκέψης υπάρχει επίσης εκείνο το νοητικό σχήμα της αλλαγής που είναι η χημική αντίδραση, σύμφωνα με το οποίο μια ή περισσότερες (αρχικές) ουσίες μετατρέπονται σε μια ή περισσότερες άλλες ουσίες (τελικές), οι οποίες εντελώς διαφορετικές ιδιότητες.

Στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής το νοητικό πλαίσιο αναφορικά με τις χημικές ουσίες είναι εντελώς διαφορετικό. Οι ουσίες καθορίζονται-αναγνωρίζονται με βάση τα εξωτερικά τους χαρακτηριστικά γνωρίσματα, τις άμεσα αντιληπτές τους ιδιότητες, και όχι με το σύνολο των ιδιοτήτων-αλληλεπιδράσεών τους. Μέσα σ' αυτό το πλαίσιο, οι ουσίες όχι μόνο αναγνωρίζονται, αλλά και χρησιμοποιούνται ως αντικείμενα, για μια μόνο ιδιότητα χρήσης, ενώ ταυτόχρονα αγνοείται συνήθως το σύνολο των ιδιοτήτων-αλληλεπιδράσεών τους. Για παράδειγμα τα υγρά καύσιμα, όπως η βενζίνη, χρησιμοποιούνται ευρέως στην καθημερινή ζωή για μια μόνο ιδιότητά τους: για το σημαντικό ποσό θερμότητας που παράγεται κατά την καύση τους στον αέρα. Τα ποικίλα όμως προϊόντα της καύσης (διοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου, στερεά υπόλοιπα, κ.ά.) δεν λαμβάνονται συνήθως υπόψη, τουλάχιστον μέχρις ότου η ατμόσφαιρα μιας μεγαλούπολης ή μιας περιοχής ρυπανθεί σοβαρά. Τα φυτοφάρμακα χρησιμοποιούνται ευρέως για την ιδιότητά τους να σκοτώνουν τα παράσιτα και να συμβάλουν στην αύξηση και βελτίωση της αγροτικής παραγωγής, ενώ την ίδια στιγμή αγνοούνται οι παρενέργειες της πλατιάς τους χρήσης, π.χ. στη μόλυνση υπόγειων υδάτων, κ.ο.κ. (Solomonidou, 1991). Στην καθημερινή ζωή επίσης αγνοείται συνήθως η δυνατότητα μετατροπής των ουσιών σε άλλες, εντελώς διαφορετικές, χημικές ουσίες. Αποτέλεσμα της αντίληψης αυτής είναι να αντιμετωπίζονται οι χημικές ουσίες συνήθως ως αδρανείς, και κάθε ενέργεια ανάμειξής τους να θεωρείται ως ενέργεια δημιουργίας αδρανείς, και κάθε ενέργεια ανάμειξής τους να θεωρείται ως ενέργεια δημιουργίας αδρανούς μίγματος. Επιπλέον, η συμβολή της καθημερινής γλώσσας που εκφράζει τις υλικές μεταβολές φαίνεται να είναι σ' αυτό το σημείο καθοριστική και να συντελεί στη δημιουργία εσφαλμένων αντιλήψεων όσον αφορά τις χημικές μετατροπές (Σολομωνίδου, Σταυριδου 1991).

Αλλά οι ουσίες δεν είναι αντικείμενα. Η εξωτερική μορφή των αντικειμένων είναι μια πολύ ουσιαστική ιδιότητά τους που επιτρέπει την αναγνώρισή τους. Η μορφή όμως των ουσιών και τα εξωτερικά τους χαρακτηριστικά δεν παίζουν καθοριστικό ρόλο για την αναγνώρισή τους (π.χ. λευκές κρυσταλλικές σκόνες υπάρχουν πολλές και όχι μόνο το γνωστό μας αλάτι ή ζάχαρη). Κάθε αντικείμενο (π.χ. ένα τραπέζι) έχει μια συγκεκριμένη ιδιότητα χρήσης, μια λειτουργία, που σχετίζεται άμεσα με τη μορφή του. Αν διχοτομηθεί το αντικείμενο, τότε καταστρέφε-

ται η λειτουργία του. Αν όμως μια ουσία διχοτομηθεί ή ακόμα αν ληφθεί μια μικρή ποσότητα από αυτή, δεν παύει να διατηρεί όλες τις ιδιότητές της, φυσικές και χημικές.

Η οικοδόμηση της έννοιας της χημικής ουσίας σημαίνει κατά συνέπεια ότι θα πρέπει να συντελεστεί εννοιολογική αλλαγή (conceptual change), ώστε να μεταβληθούν οι αρχικές απόψεις των μαθητών/τριών σε πιο επιστημονικές απόψεις αναφορικά με τις ουσίες, τις ιδιότητες και τις μεταβολές τους.

## Η έρευνα που διεξαγάγαμε και ορισμένα αποτελέσματά της

Το ερώτημα που μας απασχόλησε ήταν το ακόλουθο: ποιά είναι τα αποτελέσματα της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης όσον αφορά στην οικοδόμηση των εννοιών της χημικής ουσίας και της χημικής μεταβολής, εκ μέρους των μαθητών/τριών; Κατορθώνει το σχολείο να βοηθήσει τους/ις μαθητές/τριες ώστε:

– να αναγνωρίζουν σε ουσίες πλατιάς καθημερινής χρήσης, εκτός από την κύρια ιδιότητα χρήσης τους, και μια δεύτερη ιδιότητα, για την διδασκαλία της οποίας στο σχολείο αφιερώθηκε σημαντικός χρόνος (όπως είναι π.χ. ο οξίνος, βασικός ή ουδέτερος χαρακτήρας των ουσιών);

– να ταξινομούν γνωστά καθημερινά φαινόμενα σε φυσικά και χημικά, με κριτήριο τη μετατροπή ή όχι των αρχικών ουσιών σε νέες, διαφορετικές ουσίες;

Η προσπάθειά μας να δώσουμε απαντήσεις στα ερωτήματα που διατυπώσαμε προηγουμένως μας οδήγησε στην πραγματοποίηση των δύο ερευνών που περιγράφουμε στη συνέχεια. Ο στόχος ήταν να ανιχνεύσουμε τις Ιδέες-Έννοιες-Παραστάσεις που έχουν απόφοιτοι/ες Λυκείου, φοιτητές/τριες Παιδαγωγικών Τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης, πριν να διδαχθούν στο Πανεπιστήμιο μαθήματα των Φυσικών Επιστημών σχετικά με τις έννοιες: α) οξέα-βάσεις-ουδέτερα σώματα και β) φυσικά-χημικά φαινόμενα. Στόχος ήταν επίσης να διαπιστώσουμε εάν είναι σε θέση να εφαρμόζουν γνώσεις Χημείας που δέχθηκαν στην Πρωτοβάθμια και τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση σχετικά με τις έννοιες αυτές, σε ουσίες και φαινόμενα γνωστά από την καθημερινή ζωή.

### α. Διάκριση γνωστών φαινομένων σε φυσικά και χημικά

Στην πρώτη έρευνα δόθηκε στους/ις φοιτητές/τριες ένα σύνολο α-

πό γνωστά φαινόμενα της καθημερινής ζωής και τους ζητήθηκε να τα κατατάξουν σε φυσικά, χημικά φαινόμενα ή άλλα φαινόμενα. Είναι προφανές ότι, προκειμένου να απαντήσουν σ' αυτήν την έρώτηση, οι φοιτητές/τριες έπρεπε να απαντήσουν προηγουμένως στο ερώτημα: σε ποιές περιπτώσεις οι αρχικές ουσίες μετατρέπονται σε άλλες, διαφορετικές ουσίες, και τότε διατηρούνται;

71 φοιτητές/τριες του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) και 36 φοιτητές/τριες του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (ΠΘ) απάντησαν γραπτά σε ερωτηματολόγια όπου τους/ις ζητήθηκε να κατατάξουν 19 καθημερινά φαινόμενα σε φυσικά (Φ), χημικά (Χ) ή άλλα. Στον πίνακα 1 που ακολουθεί αναφέρουμε ενδεικτικά ορισμένα αποτελέσματα.

**Πίνακας 1**

Φαινόμενα	Ορθός χαρακτηρισμός	Λανθασμένος χαρακτηρισμός	
		ΑΠΘ (71)	ΠΘ (36)
Νερό που βράζει	(Φ)	28% (Χ)	69% (Χ)
Κολώνια που εξατμίζεται	(Φ)	49% (Χ)	36% (Χ)
Αλάτι που διαλύεται στη σούπα	(Φ)	41% (Χ)	72% (Χ)
Αυγό που έβρασε	(Χ)	48% (Φ)	67% (Φ)
Μήλο που σαπίζει	(Χ)	48% (Φ)	58% (Φ)
Φύλλα που κιτρινίζουν	(Χ)	69% (Φ)	72% (Φ)
Ξύλο που καίγεται	(Χ)	32% (Φ)	31% (Φ)

Όταν παρουσιάζονται τόσο αυξημένα ποσοστά λανθασμένων απαντήσεων σε σχέση με απλά φαινόμενα της καθημερινής ζωής, όταν το νερό που βράζει, η κολώνια που εξατμίζεται, το αλάτι που διαλύεται στη σούπα, που αποτελούν κλασικά παραδείγματα φυσικών μεταβολών, χαρακτηρίζονται ως χημικά φαινόμενα από μεγάλο αριθμό φοιτητών, ενώ αντίθετα χαρακτηριστικές περιπτώσεις χημικών φαινομένων, όπως το ξύλο που καίγεται, τα φύλλα που κιτρινίζουν, το αυγό που έβρασε, κατατάσσονται στα φυσικά φαινόμενα, τότε είναι ολοφάνερο ότι το σχολείο, παρόλο που δίδαξε κατ' επανάληψη τις σχετικές έννοιες, εν τούτοις δεν κατόρθωσε να φέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα από πλευράς μάθησης. Όπως και σε άλλες έρευνες που πραγματοποιήσα-



με (Stavridou, Solomonidou 1989, Σολομωνίδου, Σταυρίδου 1991, Stavridou, Solomonidou, Papadimitriou 1993), έτσι και σ' αυτή την περίπτωση διαπιστώσαμε ότι τα κριτήρια της καθημερινής ζωής είναι συνεχώς παρόντα για την κατηγοριοποίηση των υλικών μεταβολών. Π.χ. ένα φαινόμενο είναι φυσικό «διότι συμβαίνει στη φύση» ή «διότι δεν παρεμβαίνει ο άνθρωπος», ή είναι χημικό διότι «συμβαίνει στο εργαστήριο» ή «με την παρέμβαση του ανθρώπου», κ.λπ. Το γεγονός αυτό δυσχεραίνει τη λειτουργία των επιστημονικών εννοιών.

### β. Αναγνώριση του όξινου-βασικού χαρακτήρα γνωστών ουσιών

Με τη δεύτερη έρευνα θελήσαμε να διαπιστώσουμε κατά πόσον απόφοιτοι/ες Λυκείου, φοιτητές/ριες ΠΤΔΕ, είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τον όξινο ή βασικό χαρακτήρα είκοσι (20) ουσιών ευρείας καθημερινής χρήσης. Αναγκαία προϋπόθεση γι' αυτή την αναγνώριση είναι ο εντοπισμός, για κάθε μια ουσία μιας επιπλέον ιδιότητας εκτός από την κύρια ιδιότητα χρήσης της.

**Πίνακας 2**

ΟΥΣΙΕΣ	ΟΞΥ	ΒΑΣΗ	ΟΥΔΕΤΕΡΟ	ΔΕΝ ΞΕΡΩ
Νερό	4%	21%	48%	27%
Αλατόνερο	11%	39%	23%	27%
Αμμωνία	36%	33%	7%	24%
Χλωρίνη	73%	16%	3%	9%
Άζαχ για τα άλατα του μπάνιου	66%	14%	6%	14%
Φυσικός χυμός λεμονιού	59%	3%	19%	20%
Φυσικός χυμός πορτοκαλιού	27%	7%	40%	26%
Coca-cola	74%	2%	9%	15%
Ξύδι	77%	11%	1%	11%

Εβδομήντα (70) φοιτητές/τριες του ΠΤΔΕ του Α.Π.Θ. απάντησαν σε γραπτό ερωτηματολόγιο. Ενδεικτικά αναφέρουμε ορισμένα αποτελέσματα στον Πίνακα 2 που ακολουθεί, όπου φαίνονται απαντήσεις των φοιτητών/τριών και όπου με έντονους χαρακτήρες σημειώνονται οι ορθές απαντήσεις.

Διαπιστώνουμε ότι οι φοιτητές/τριες αγνοούν στοιχειώδεις ιδιότητες (όξινη, βασική, ουδέτερη συμπεριφορά) γνωστών από την καθημερινή ζωή ουσιών. Το νερό χαρακτηρίζεται ως βασικό σώμα από το 21% των φοιτητών/τριών, ενώ άλλο 27% δεν γνωρίζει αν το νερό είναι όξινο ή βασικό σώμα. Οι απαντήσεις σχετικά με την αμμωνία, τη χλωρίνη, το azax για τα είδη υγιεινής, υποδηλώνουν ότι οι φοιτητές/τριες γνωρίζουν ότι τα σώματα δεν είναι ουδέτερα, δεν ξέρουν όμως ποιά από αυτά είναι βασικά και ποιά όξινα (η χλωρίνη για παράδειγμα θεωρείται από τη μεγάλη πλειοψηφία ως όξινη). Ακόμα και η γεύση κοινών ουσιών, όπως είναι ο φυσικός χυμός του λεμονιού και του πορτοκαλιού, δεν είναι σε θέση να κατατοπήσει τους/ις φοιτητές/τριες ως προς τον όξινο χαρακτήρα τους (που για ασθενή οξέα σημαίνει πρώτα απ' όλα όξινη γεύση). Παρόλα αυτά, τα τρία τέταρτα των φοιτητών/τριών γνωρίζουν ότι η coca-cola και το ξύδι είναι όξινες ουσίες.

## Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η ευρεία χρήση χημικών ουσιών έχει άμεσες δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Για την επιτυχή αντιμετώπιση των σχετικών προβλημάτων, η εκπαίδευση καλείται να παίξει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του αυριανού πολίτη, με στόχο να αλλάξει την εννοιολογική του συγκρότηση ώστε να μην αποτελούν αφετηρία για τις ενέργειές του σκέψεις, έννοιες, αντιλήψεις προ- και αντι-επιστημονικές. Οι ενέργειες του αυριανού πολίτη οφείλουν να καθοδηγούνται όσο το δυνατό περισσότερο από έννοιες, κριτήρια, αντιλήψεις επιστημονικής προέλευσης.

Τα αποτελέσματα όμως των προαναφερθεισών ερευνών υποδηλώνουν ότι το σχολείο και η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δεν συμβάλλει ικανοποιητικά στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ καθημερινής και επιστημονικής γνώσης, και κατά συνέπεια δεν εξασφαλίζει την δημιουργία εκείνης της νοητικής οργάνωσης που χρειάζεται ο σύγχρονος πολίτης, ώστε να είναι σε θέση να αντιληφθεί και να χειριστεί τις ουσίες και τις αλληλεπιδράσεις τους με τρόπο που να εξασφαλίζει την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και την ίδια του την επιβίωση.

Οι δραστηριότητες της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης όσο κι αν είναι πολύτιμες, από μόνες τους δεν επαρκούν για να καλύψουν μια τόσο τεράστια ανάγκη όπως αυτή της διαμόρφωσης της νοητικής συγκρότησης του αυριανού πολίτη. Το τελευταίο διάστημα συνειδητοποιείται όλο και περισσότερο η ανάγκη ριζικής αναμόρφωσης των αναλυτικών προγραμμάτων και των μεθόδων διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

Τα νέου τύπου αναλυτικά προγράμματα για τις Φυσικές Επιστήμες που άρχισαν τελευταία να εφαρμόζονται και να αξιολογούνται, εστιά-

ζουν το ενδιαφέρον τους στη σύζευξη μεταξύ Επιστήμης, Τεχνολογίας και Κοινωνίας (STS science curricula: Science, Technology, Society), ενώ στην πιο σύγχρονη εκδοχή τους συνδυάζουν με τα προηγούμενα και τη μελέτη προβλημάτων του περιβάλλοντος, την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης κοινωνικών και άλλων προβλημάτων και λήψης αποφάσεων (STES: Science, Technology, Environment, Society, - PS: Problem Solving, - DM: Decision Making Act) (Zoller et al. 1991, McFadden 1991). Εφόσον στις κατευθύνσεις αυτές αξιοποιηθούν κατάλληλα και δεδομένα από τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, πιστεύουμε ότι η Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες θα μπορέσει πράγματι να προσεγγίσει τους στόχους της και να συμβάλει στη διαμόρφωση της κατάλληλης εννοιολογικής συγκρότησης που έχει ανάγκη ο σύγχρονος πολίτης γενικότερα, και ειδικότερα σε ό,τι αφορά τις ουσίες και τις αλληλεπιδράσεις τους.

## Βιβλιογραφία

- Ausubel D.P., *Educational psychology: A cognitive view*, New York, Holt, Rinehart & Winston, 1968.
- Collongues R., "Les matériaux", στο *La matière aujourd' hui*, Paris, Seuil, σελ. 196-209, 1981.
- Driver R., Bell B., «Students' thinking and the learning of science, a constructivist view», *School Science Review*, 67 (640), 443-456, 1986.
- Giordan A., de Vecchi G., 1987, *Les origines du savoir*. Berne, Peter Lang Martinand J. - L., 1986. *Connaître et transformer la matière*. Paris, Delachaux et Niestlé.
- McDermott L., «Critical review of research in the domain of mechanics», in *Research on Physics Education*, Paris, CNRS, 139-182, 1983.
- McFadden C., «Towards an STS School Curriculum», *Science Education*, 75 (4), 457-469, 1991.
- Osborne R., Fryberg P., *Learning in Science. The implications of children's science*. London, Heinemann, 1985.
- Παπαδημητρίου Β., «Προβληματισμοί γύρω από την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση». *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 44 (1), 57-62, 1989.
- Παπαδημητρίου Β., Φυσικές Επιστήμες του σχολείου και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. *Νέα Παιδεία*, 61 (1), 129-140, 1992.
- Solomonidou C., *Comment se représenter les substances et leurs interactions? Etude chez de jeunes élèves du collège*. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Paris 7, 1991.
- Σολομωνίδου Χ., Μαθησιακές δυσκολίες νεαρών μαθητών/τριών κατά την πειραματική διδασκαλία των χημικών αντιδράσεων, στο Δημητρί-

- ου Α., Ευκλείδη Α., Γωνίδα Ε., Βακάλη Μ., (εκδ.) *Ψυχολογικές Έρευνες στην Ελλάδα*, Τόμος 1, Θεσσαλονίκη, ΑΠΘ, Art of Text, σελ. 91-112, 1992.
- Σολομωνίδου Χ., Σταυρίδου Ε., «Ιδέες μαθητών/τριών για τις υλικές μεταβολές: ο ρόλος της καθημερινής γλώσσας στη διαμόρφωσή τους. *Επιθεώρηση Φυσικής (ειδικό αφιέρωμα στη Διδακτική της Φυσικής)*, Τόμος Ζ', 20, 11-16, 1991.
- Stavridou H., *Le concept de réaction chimique dans l'enseignement secondaire. Etude des conceptions des élèves*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Paris 7, 1990.
- Σταυρίδου Ε., «Φυσικές και χημικές μεταβολές της ύλης: η ύλη καταστρέφεται;» στο Δημητρίου Α., Ευκλείδη Α., Γωνίδα Ε., Βακάλη Μ., (εκδ.) *Ψυχολογικές Έρευνες στην Ελλάδα*, Τόμος 1, Θεσσαλονίκη, ΑΠΘ, Art of Text, 113-130, 1992.
- Stavridou H., Solomonidou C. «Psychical phenomena-Chemical phenomena: do pupils make the distinction?» *International Journal of Science Education*, 11 (1), 83-92, 1989.
- Stavridou H., Solomonidou C., Papadimitriou V., «Student-teachers conceptions about physical and chemical transformations of matter», *Proceedings 2nd European Conference on Research in Chemical Education (2nd ECRICE)*, 235-240, 1993.
- Viennot L, *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*, Paris, Hermann, 1979.
- West L., Pines L., *Cognitive structure and conceptual change*, London, Academic Press, 1985.
- Zoller U., Donn S., Wild R., Beckett P., «Teachers' beliefs and view on selected Science-Technology-Society topics: a probe into STS literacy versus indoctrination», *Science Education*, 75 (5), 541-561, 1991).

