

**ΔΙΓΛΩΣΣΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ  
ΣΕ ΚΩΦΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΚΑΙ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥ**

**Design and Development of a Bilingual Multimedia Educational Tool for  
Teaching Chemistry Concepts to Deaf Students in Greek Sign Language**

**Πανσεληνά Μαρία**  
Εκπαιδευτικός ΣΜΕΑ,  
Εκπαιδευτικός Χημικός  
(MSc στη Διδακτική της  
Χημείας), Υποψήφια  
Διδάκτωρ Τμήματος  
Χημείας Παν/μιου  
Αθηνών  
mpanse@teach.gr  
mpanse@chem.uoa.gr

**Σιγάλας Μιχαήλ**  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Α.Π.Θ., Τμήμα Χημείας  
sigalas@chem.auth.gr

**Τζουγκράκη Χρύσα**  
Αναπληρώτρια  
Καθηγήτρια,  
Εθνικό και  
Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών,  
Τμήμα Χημείας  
tzougraki@chem.uoa.gr

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας παρουσιάζονται συχνά δυσκολίες κατανόησης από τους μαθητές, γιατί εισάγονται πολλές νέες και αφαιρετικές έννοιες, οι οποίες συνήθως αναφέρονται στο μικρόκοσμο, δηλαδή σε έναν κόσμο άγνωστο στην καθημερινότητά τους, που επιπλέον μπορεί να έρχεται σε σύγκρουση με τα υπάρχοντα γνωστικά τους σχήματα. Οι δυσκολίες αυτές πολλαπλασιάζονται στην περίπτωση των Κωφών μαθητών, των οποίων η φυσική γλώσσα, η Νοηματική Γλώσσα, δεν έχει ειδική ορολογία για να περιγράψει αντικείμενα όπως τη Χημεία και περιέχει κυρίως έννοιες συνδεδεμένες με την οπτική εμπειρία και την καθημερινότητά τους.

Έτσι, στη σχολική πραγματικότητα για μια βασική έννοια στο μάθημα της Χημείας, όπως π.χ. για το άτομο, χρησιμοποιούνται διαφορετικοί τρόποι απόδοσής της στην Ελληνική Νοηματική Γλώσσα (ΕΝΓ) από τους καθηγητές στα Ειδικά Σχολεία Κωφών, ή δεν υπάρχει καν αντίστοιχο γλωσσικό σημείο για τη έννοια, με αποτέλεσμα να γίνονται πολλές παρανοήσεις και χάσιμο πολύτιμου διδακτικού χρόνου για την περιφραστική εξήγησή της.

Στην περίπτωση των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες και γενικά μαθητών με λίγη προϋπάρχουσα γνώση ή έφεση στο αντικείμενο προς μάθηση, έχει βρεθεί ότι η αξιοποίηση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού μπορεί να επιφέρει πολλά θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω και την έλλειψη τόσο στον Ελλαδικό, όσο και στον Ευρωπαϊκό χώρο εκπαιδευτικού λογισμικού στον τομέα της διδασκαλίας της Χημείας σε Κωφά άτομα, σχεδιάστηκε ένα μοντέλο διδασκαλίας της Χημείας σε Κωφούς μαθητές Γυμνασίου με την υποστήριξη πολυμεσικού εργαλείου. Οι συνθήκες κάτω από τις οποίες οι παραγωγές πολυμέσων πλεονεκτούν μαθησιακά τηρήθηκαν κατά το σχεδιασμό του συγκεκριμένου λογισμικού.

Έτσι, έγινε υποστήριξη των πληροφοριών με δύο κώδικες: μέσω της επεξεργασίας τους με δύο κανάλια, του λεκτικού (κείμενο-γραπτή ελληνική γλώσσα) και του μη λεκτικού (βίντεο - ελληνική νοηματική γλώσσα, εικόνες). Επιπλέον, τα παραπάνω μέσα αλληλοϋποστηρίζονταν, αφού το κείμενο αναφερόταν στους διάλογους της ΕΝΓ και οι εικόνες ήταν σχετικές με το θέμα του κειμένου, δίχως να έχουν ως στόχο να παίζουν αποκλειστικά αισθητικό ρόλο (γεγονός που έχει δείξει ότι αποσπά την προσοχή των μαθητών από το θέμα και μπορεί να φέρει αρνητικά αποτελέσματα).

Μέχρι σήμερα, στην Ελλάδα η παραγωγή εκπαιδευτικού λογισμικού για τις Φυσικές Επιστήμες είναι σχετικά περιορισμένη και πολλές φορές δε βασίζεται σε κάποια παιδαγωγική μέθοδο διδασκαλίας. Μάλιστα, στην περίπτωση της Ειδικής Αγωγής, η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί την πρώτη παραγωγή εκπαιδευτικού λογισμικού για την υποστήριξη της διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας σε Κωφούς μαθητές. Η παιδαγωγική μέθοδος που εφαρμόστηκε είναι η δίγλωσση μέθοδος διδασκαλίας, η οποία έχει επικρατήσει ως η πιο αποτελεσματική για τη διδασκαλία σε Κωφούς μαθητές.

Ως εργαλείο συγγραφής του εκπαιδευτικού λογισμικού χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Director 8.0. Στα πλαίσια αυτά και βάσει του υπάρχοντος αναλυτικού προγράμματος για το μάθημα της Χημείας **Β' Γυμνασίου**, παρουσιάστηκαν οι παρακάτω ενότητες:

1. Έδαφος και υπέδαφος
2. Ατμοσφαιρικός αέρας
3. Το νερό
4. Άτομα και μόρια

Η παρουσίαση της διδασκαλίας έγινε υπό μορφή διαλόγων Κωφών ατόμων στην Ελληνική Νοηματική Γλώσσα, με ταυτόχρονη παράθεση γραπτού κειμένου (δίγλωσση μέθοδος διδασκαλίας) και σχετικών εικόνων. Στο λογισμικό ενσωματώθηκαν επίσης και ενδεικτικά εργαστηριακά πειράματα.

Παράλληλα, για πρώτη φορά, σχεδιάστηκε και καταχωρήθηκε λεξιλόγιο 114 χημικών όρων στην Ελληνική Νοηματική Γλώσσα από επιστημονική ομάδα. Σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική, στην επιστημονική ομάδα συμμετείχαν Χημικοί, εξειδικευμένος Γλωσσολόγος, εκπαιδευτικοί Κωφών ατόμων και δάσκαλος της ΕΝΓ. Επίσης, με την ομάδα συνεργάστηκε Κωφή μαθήτρια με πολύ καλή επίδοση στο μάθημα της Χημείας. Η χημική ορολογία ενσωματώθηκε με λειτουργικό τρόπο στο κείμενο των διαλόγων, αλλά και ως ξεχωριστή ενότητα στο εκπαιδευτικό λογισμικό και εμπλουτίστηκε με παράθεση σχετικών με τις χημικές έννοιες εικόνων για την καλύτερη συγκράτηση και απόδοσή τους από τους Κωφούς μαθητές.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Πολυμέσο, Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Χημεία, Κωφοί, Ελληνική Νοηματική Γλώσσα, Δίγλωσση Διδασκαλία, Ορολογία

#### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μιας πολυμεσικής εφαρμογής που λειτουργεί ως δίγλωσσο εκπαιδευτικό εργαλείο για τη διδασκαλία ενοτήτων Χημείας σε Κωφούς μαθητές. Στην Ελλάδα, στον τομέα της Ειδικής Αγωγής και ειδικότερα της κώφωσης, αποτελεί την πρώτη προσπάθεια παραγωγής εκπαιδευτικού λογισμικού σχετικά με το μάθημα της Χημείας.

Η παιδαγωγική μέθοδος που αξιοποιήθηκε είναι η δίγλωσση μέθοδος διδασκαλίας, υπό μορφή διαλόγων Κωφών ατόμων στην Ελληνική Νοηματική Γλώσσα (ΕΝΓ) και ταυτόχρονη παράθεση γραπτού κειμένου. Η μέθοδος αυτή έχει επικρατήσει διεθνώς ως η πιο αποτελεσματική για τη διδασκαλία σε Κωφούς μαθητές. Στην εφαρμογή ενσωματώνονται επίσης εικόνες σχετικές με το υπό ανάπτυξη θέμα και ενδεικτικά εργαστηριακά πειράματα.

Επιπλέον, για πρώτη φορά, σχεδιάστηκε και καταχωρήθηκε από επιστημονική ομάδα λεξιλόγιο 114 χημικών όρων στην ΕΝΓ.

Ως εργαλείο συγγραφής χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Director 8.0. Με βάση το υπάρχον αναλυτικό πρόγραμμα για τη Χημεία Β' Γυμνασίου, επιλέχθηκαν οι παρακάτω ενότητες:

1. Έδαφος και υπέδαφος
2. Ατμοσφαιρικός αέρας
3. Το νερό
4. Ατομα και μόρια

**Λέξεις Κλειδιά:** Πολυμέσο, Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Χημεία, Κωφοί, Ελληνική Νοηματική Γλώσσα, Δίγλωσση Διδασκαλία, Ορολογία

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αναγνώριση της Νοηματικής Γλώσσας, από γλωσσολόγους, ως ενός πραγματικού και αυτοτελούς γλωσσικού συστήματος που προσφέρει τρόπο έκφρασης και όχι ως ενός απλού βοηθήματος για τα άτομα που δε μπορούν να μιλήσουν, αποτέλεσε ορόσημο για την εκπαίδευση των Κωφών ατόμων (Stokoe & Battison, 1981). Όπως σε κάθε ομιλούμενη γλώσσα, κάθε εθνική νοηματική γλώσσα έχει τη δική της γραμματική δομή και συντακτικό. Στη χώρα μας η Ελληνική Νοηματική Γλώσσα αναγνωρίστηκε ως η επίσημη γλώσσα των Κωφών μόλις το 2000 και είναι υποχρεωτική η γνώση της από τους εκπαιδευτικούς που διδάσκουν σε Κωφούς μαθητές (Ν.2817/2000).

Παρόλο που η εκπαίδευση των Κωφών ατόμων έχει αποτελέσει αντικείμενο έντονης επιστημονικής δραστηριότητας, η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε Κωφούς μαθητές δεν έχει μελετηθεί επαρκώς (Lang *et al*, 1994, Lang & Propp, 1992, McIntosh *et al*, 1994, Roald, 2001). Συχνά, ο σκοπός μιας τέτοιας διδασκαλίας είναι η βελτίωση της ικανότητας ανάγνωσης και γραφής των Κωφών μαθητών και όχι η επιστήμη αυτή καθαυτή (Livingston, 1997), με αποτέλεσμα η επιστημονική γνώση να αποτελεί δευτερεύοντα στόχο (Yore, 2000). Μόλις τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχει εκδηλωθεί μια μεγάλη προσπάθεια να περιληφθούν επιστημονικά θέματα στο αναλυτικό πρόγραμμα των Κωφών μαθητών (Stewart, 1996). Επιπλέον, παρόλο που η πολυμεσική τεχνολογία (Brusilovsky, 1996) έχει χρησιμοποιηθεί για την περιγραφική παρουσίαση χειρομορφών και νοημάτων της Νοηματικής Γλώσσας (Vanderheiden, 1994), (Stephanidis *et al*, 1995), (EU-BET, 1997), (Pyfers *et al*, 1998a, 1998b), (EU-Projects, 1999), (Markellou *et al*, 2000), ελάχιστες είναι παγκοσμίως οι εφαρμογές πολυμέσων για την εκπαίδευση των Κωφών μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, που χρησιμοποιούν τη Νοηματική Γλώσσα.

Αυτή η εργασία αναφέρεται στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη μιας πολυμεσικής εφαρμογής η οποία επικεντρώνεται στη χημική εκπαίδευση των Κωφών μαθητών στο Γυμνάσιο (Panselina *et al*, 2002). Η ανάπτυξη της εφαρμογής αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου προγράμματος που έχει στόχο:

- το σχεδιασμό και την τυποποίηση για πρώτη φορά στην Ελλάδα χημικής ορολογίας στην Ελληνική Νοηματική Γλώσσα (GSL).
- το σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός δίγλωσσου εκπαιδευτικού λογισμικού για τη διδασκαλία της Χημείας σε Κωφούς μαθητές Γυμνασίου στην Ελλάδα.

Η εκπαιδευτική αξία της τεχνολογίας γίνεται ουσιαστική, όταν ο σχεδιασμός ενός εκπαιδευτικού λογισμικού αντανάκλα μία θεωρητική βάση, η οποία υποστηρίζεται από εκπαιδευτική έρευνα (Hood, J.,1993). Έτσι, οποιοδήποτε εκπαιδευτικό λογισμικό δεν μπορεί να οδηγήσει στη μάθηση, αν δεν υπάρχει το κατάλληλο θεωρητικό πλαίσιο.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, σχεδιάστηκε ένα μοντέλο διδασκαλίας της Χημείας σε Κωφούς μαθητές Γυμνασίου με την υποστήριξη πολυμεσικού εργαλείου, που βασίστηκε στις αρχές και την πρακτική της δίγλωσσης-διπολιτισμικής εκπαίδευσης (Kannapel, 1978), (Strong, 1988), η οποία έχει επικρατήσει διεθνώς ως η πιο αποτελεσματική για τη διδασκαλία σε Κωφούς μαθητές (Χατζοπούλου, 2000). Η Νοηματική Γλώσσα αποτελεί την πρώτη, φυσική γλώσσα των Κωφών και η ομιλούμενη, στη γραπτή της μορφή, τη δευτερεύουσα γλώσσα τους. Όταν η δευτερεύουσα γλώσσα έχει κατακτηθεί σε ικανοποιητικό βαθμό από το μαθητή, μπορεί να τη χρησιμοποιήσει για να έχει πρόσβαση στην επιστημονική πληροφορία. Όταν όμως, ο μαθητής αντιμετωπίζει προβλήματα κατανόησης της δευτερεύουσας γλώσσας, η επιστημονική πληροφορία προσεγγίζεται μέσω της Νοηματικής Γλώσσας.

Κατά το σχεδιασμό του συγκεκριμένου λογισμικού τηρήθηκαν οι συνθήκες κάτω από τις οποίες οι πολυμεσικές εφαρμογές πλεονεκτούν μαθησιακά (Clark, J. & Paivio A., 1991), (Winn, W., 1989). Έτσι, σε αυτό γίνεται υποστήριξη των πληροφοριών με δύο κώδικες, μέσω της επεξεργασίας τους με δύο κανάλια, το λεκτικό (κείμενο-γραπτή ελληνική γλώσσα) και το μη λεκτικό (βίντεο-Ελληνική Νοηματική Γλώσσα, εικόνες). Επιπλέον, τα παραπάνω μέσα αλληλουποστηρίζονται, αφού το κείμενο αναφέρεται στους διάλογους της ΕΝΓ και οι εικόνες είναι σχετικές με το θέμα του κειμένου, δίχως να έχουν ως στόχο να παίξουν αποκλειστικά αισθητικό ρόλο, γεγονός που έχει δείξει ότι αποσπά την προσοχή των μαθητών από το θέμα και μπορεί να φέρει αρνητικά αποτελέσματα (Mayer, R. & Anderson, R.,1991). Οι μαθητές μπορούν να επιλέξουν και να αξιοποιήσουν τους διάφορους τύπους πληροφοριών της εφαρμογής.

Η σημασία της εφαρμογής που αναπτύχθηκε, όπως διαφάνηκε μέσα από τις αρχικές παρατηρήσεις κατά την πρακτική εφαρμογή της σε Κωφούς μαθητές, συνοψίζεται ως εξής:

- Έχει τη δυνατότητα να προσελκύσει περισσότερο τους Κωφούς μαθητές στο μάθημα της Χημείας.
- Μπορεί να παρέχει περισσότερες εκπαιδευτικές δυνατότητες στους Κωφούς μαθητές.
- Εμπλουτίζει την Ελληνική Νοηματική Γλώσσα και επεκτείνει τη χρήση της σε περισσότερους τομείς.
- Θα μπορούσε μακροπρόθεσμα να αποτελέσει αυτόνομο μαθησιακό εργαλείο για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση των Κωφών μέσω του World Wide Web.

Στις παρακάτω ενότητες περιγράφονται τα διάφορα στοιχεία και το μαθησιακό υλικό του συστήματος, οι σχεδιαστικοί όροι και επιλογές, καθώς και το γραφικό περιβάλλον διεπαφής εφαρμογής - χρήστη. Τέλος, επιγραμματικά παρουσιάζονται οι μελλοντικές εργασίες που έχουν σχεδιαστεί σχετικά με αυτό το εκπαιδευτικό λογισμικό.

### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

#### **ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ**

Κατά το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του συστήματος, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή σε ορισμένα λειτουργικά χαρακτηριστικά, που θα εξασφάλιζαν τη συμβατότητα του συστήματος με τις απαιτήσεις και τις ανάγκες του χρήστη. Κατά το σχεδιασμό όλων των κουμπιών που ενσωματώθηκαν σε κάθε ενότητα χρησιμοποιήθηκαν συνήθεις συμβολισμοί με γραφικά. Έτσι, ο χρήστης δε μπαίνει στη διαδικασία να απομνημονεύσει ποια αντικείμενα αντιστοιχούν σε ποιες λειτουργίες.

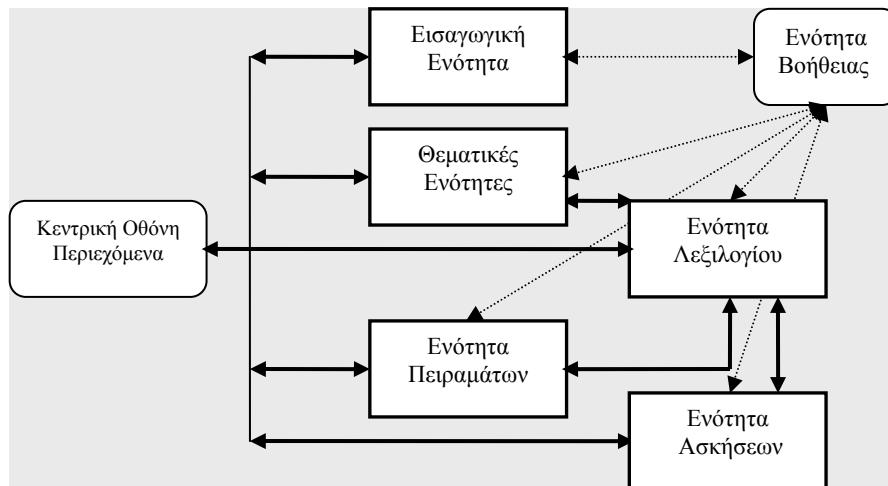
Το εργαλείο συγγραφής με το οποίο αναπτύχθηκε το πολυμέσο είναι το πρόγραμμα Macromedia Director (Macromedia, 2000). Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν το εκπαιδευτικό λογισμικό είτε μέσω ενός CD-ROM, είτε μέσω του World Wide Web. Για τη μελλοντική χρήση του πολυμέσου μέσω της υπηρεσίας World Wide Web, κατά το σχεδιασμό του χρησιμοποιήθηκε το Shockwave plug-in (Macromedia, 2000). Έτσι, τα γραφικά και τα βίντεο είναι αρκετά μικρά ώστε να μεταφέρονται σε λογικό χρονικό διάστημα, ακόμη και σε συνδέσεις μικρής ταχύτητας.

#### **ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΧΗΜΙΚΗΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΗΜΑΤΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ**

Σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική (Roald, 2000, Caccamise 2000), σχεδιάστηκε ορολογία 114 χημικών εννοιών στην ΕΝΓ με τη βοήθεια μιας επιστημονικής ομάδας, στην οποία συμμετείχαν Χημικοί, εξειδικευμένος Γλωσσολόγος στην ΕΝΓ, εκπαιδευτικοί Κωφών ατόμων και δάσκαλος της ΕΝΓ. Επίσης, με την ομάδα συνεργάστηκε Κωφή μαθήτρια με πολύ καλή επίδοση στο μάθημα της Χημείας. Μέσα σ' αυτή τη συνεργασία τηρήθηκαν οι γλωσσολογικοί κανόνες της ΕΝΓ και έγινε σοβαρή προσπάθεια να αποδοθούν αξιόπιστα οι επιστημονικές έννοιες, λαμβάνοντας υπόψη τα ήδη υπάρχοντα γλωσσικά σημεία, αλλά και την κουλτούρα αυτής της γλώσσας. Στα πλαίσια αυτά αντιμετωπίστηκαν πολλές δυσκολίες. Για παράδειγμα, ο όρος "άτομο", όπως και πολλοί άλλοι χημικοί όροι, μεταφέρθηκαν από την ελληνική γλώσσα στη διεθνή χημική ορολογία. Όμως, οι Κωφοί στην Ελλάδα βλέποντας τη λέξη "άτομο" την αποδίδουν στην Νοηματική Γλώσσα ως "πρόσωπο", αφού έχει υπάρξει μόνο αυτή η ερμηνεία του όρου στην ΕΝΓ.

#### **ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Η δομή του συστήματος παριστάνεται στο Σχήμα 1. Αποτελείται από μια σειρά από ενότητες που, όπως περιγράφεται παρακάτω, συνδέονται μεταξύ τους μέσω κουμπιών πλοήγησης ή υπερσυνδέσεων.

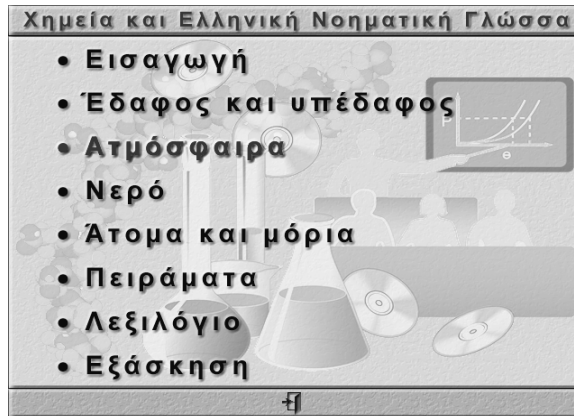


Σχήμα 1. Δομή του συστήματος

### ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΘΟΝΗ

Στην κεντρική οθόνη (Σχήμα 2) εμφανίζονται οι τίτλοι των διαφόρων ενότητων. Ο χρήστης επιλέγοντας τον αντίστοιχο τίτλο έχει τη δυνατότητα να μεταβεί:

- Στην εισαγωγική ενότητα όπου δίνονται πληροφορίες σχετικά με τους στόχους της εφαρμογής υπό μορφή κειμένου, αλλά και βίντεο στην ΕΝΓ.
- Σε μία από τις 4 ενότητες Χημείας Γυμνασίου.
- Στην ενότητα των πειραμάτων, όπου παρουσιάζονται δύο ενδεικτικά πειράματα σχετικά με τις παραπάνω ενότητες Χημείας.
- Στη ενότητα του λεξιλογίου, όπου όλοι οι χημικοί όροι παρουσιάζονται, τόσο στην ΕΝΓ με βίντεο, όσο και γραπτώς με αλφαβητική σειρά.
- Στην έξοδο από την σύστημα.



Σχήμα 2. Η κεντρική οθόνη με τα περιεχόμενα και τις συνδέσεις με τις θεματικές ενότητες Χημείας και το λεξιλόγιο

### ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Οι θεματικές ενότητες οι οποίες επιλέχθηκαν με βάση το αναλυτικό πρόγραμμα της Β΄ Γυμνασίου (Γεωργιάδου κ.α, 1995) και περιλαμβάνονται στο σύστημα είναι:

- Το Έδαφος και Υπέδαφος
- Η Ατμόσφαιρα
- Το Νερό
- Τα Άτομα και Μόρια

Κατά την επιλογή των ενοτήτων λήφθηκαν υπόψη οι αρχές του εποικοδομητισμού (Piaget, J. 1971). Οι τρεις πρώτες ενότητες έχουν άμεση σύνδεση με την καθημερινή ζωή και εμπειρία των Κωφών μαθητών με στόχο το μάθημα της Χημείας να γίνει πιο θελκτικό, το λεξιλόγιο να είναι πιο οικείο γι' αυτούς και η συμμετοχή των μαθητών πιο μεγάλη, διευκολύνοντας έτσι τον εποικοδομητικό διάλογο και τη συζήτηση στην τάξη, αξιοποιώντας ταυτόχρονα τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών. Με αυτά τα κριτήρια επιλέχθηκαν οι ενότητες που σχετίζονται με το φυσικό περιβάλλον (έδαφος- υπέδαφος, ατμοσφαιρικός αέρας, νερό) με παράλληλο στόχο την έγερση της οικολογικής συνείδησης των Κωφών μαθητών και τη διεπιστημονική σύνδεση με τη περιβαλλοντική εκπαίδευση. Η ενότητα "Άτομα και Μόρια", εντάχθηκε στην εφαρμογή, ώστε να δημιουργηθεί στους Κωφούς μαθητές το στοιχειώδες θεωρητικό υπόβαθρο και λεξιλόγιο πάνω σε αυτό το θέμα που θα διδαχθεί αναλυτικότερα, τόσο στο μάθημα της Χημείας, όσο και της Φυσικής στις ανώτερες βαθμίδες.

Μια ενδεικτική οθόνη αυτής της θεματικής ενότητας παρουσιάζεται στο Σχήμα 3. Ανάλογη μορφή έχουν και οι οθόνες των υπόλοιπων ενοτήτων. Η κεφαλίδα περιέχει τον τίτλο της ενότητας και το κουμπί της "Βοήθειας". Στο αριστερό μέρος του υποσέλιδου βρίσκονται τα κουμπιά τα οποία επιτρέπουν στο χρήστη να μεταβαίνει στην οθόνη με τα περιεχόμενα ή να εξέρχεται από το σύστημα με λειτουργικό τρόπο. Στο δεξιό μέρος του υποσέλιδου υπάρχουν τρία κουμπιά με εμφανείς λειτουργίες που επιτρέπουν τη μετάβαση στην επόμενη, προηγούμενη ή στην αρχική οθόνη της συγκεκριμένης θεματικής ενότητας. Κάθε ενότητα εμπεριέχει από πέντε έως οκτώ οθόνες. Έτσι, στο κέντρο του υποσέλιδου αναγράφεται ο αριθμός της τρέχουσας οθόνης και ο ολικός αριθμός των οθονών.

Το κεντρικό μέρος της οθόνης χωρίζεται νοητά σε τέσσερα τμήματα. Στο πάνω αριστερό τμήμα (**α**) εμφανίζεται το βίντεο με ένα συγκεκριμένο απόσπασμα διαλόγου. Το αντίστοιχο κείμενο του διαλόγου εμφανίζεται στο άνω δεξιό τμήμα της οθόνης (**β**). Όταν ο χρήστης επιλέξει το όνομα ενός από τους δύο συνομιλητές ή οπουδήποτε ανάμεσα στις προτάσεις του κειμένου, το αντίστοιχο απόσπασμα του βίντεο ενεργοποιείται και ταυτόχρονα τμήματα της πρότασης εμφανίζονται (βλ. Σχήμα 3, πέμπτη παράγραφος) στο κάτω αριστερό τμήμα της οθόνης (**γ**), την ίδια στιγμή που αποδίδονται στην ΕΝΓ. Όταν ο διάλογος πραγματεύεται συγκεκριμένες έννοιες και όρους Χημείας, παρατίθενται σχετικές εικόνες, σχήματα ή φωτογραφίες στο κάτω δεξιό τμήμα της οθόνης (**δ**).



**Σχήμα 3.** Οθόνη του συστήματος με ένα τμήμα της ενότητας "Άτομα και Μόρια"

Σε ότι αφορά το χειρισμό του βίντεο, ο χρήστης έχει επίσης τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τα κουμπιά ελέγχου στην περιοχή (α) για να εκκινήσει, σταματήσει ή επαναφέρει στην αρχή την ταινία για το συγκεκριμένο τμήμα του διαλόγου. Ο μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τον κυλιόμενο δείκτη της ταινίας για να δει το βίντεο με όποια ταχύτητα επιθυμεί ή ακόμα και πλάνο - πλάνο, ώστε να παρατηρήσει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις κινήσεις των νοημάτων του διαλόγου στην ΕΝΓ. Όταν το βίντεο ενεργοποιείται ή ελέγχεται από το χρήστη παρατίθενται ταυτόχρονα το σχετικό κείμενο και εικόνες στα τμήματα (γ) και (δ) της οθόνης.

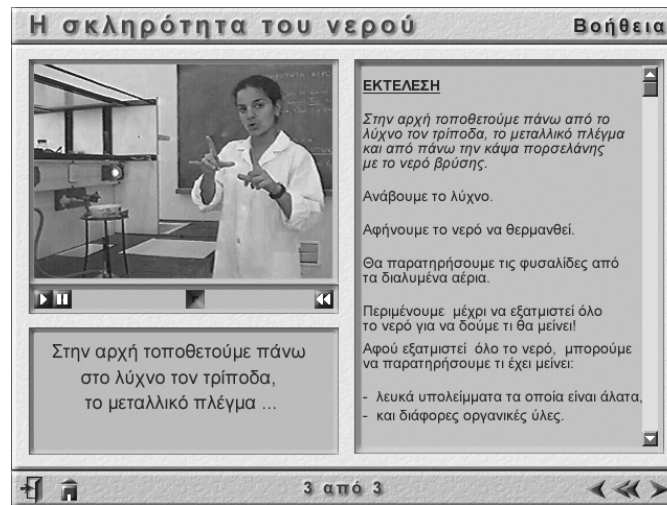
Τέλος, έννοιες χημείας και όροι που χρησιμοποιούνται στο διάλογο εμφανίζονται με ελαφρώς διαφορετικό χρώμα και σε πλάγια μορφή. Λειτουργούν ως υπερσυνδέσεις με την ενότητα του λεξιλογίου του συστήματος, η οποία θα περιγραφεί παρακάτω.

#### **ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ**

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται δυο ενδεικτικά πειράματα που περιλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμα της Χημείας Β΄ Γυμνασίου. Κάθε πείραμα αντιστοιχεί σε μία θεματική ενότητα Χημείας και συγκεκριμένα στην ενότητα της Ατμόσφαιρας (Η καύση του Μαγνησίου) και του Νερού (Η σκληρότητα του νερού). Στο σύστημα περιγράφονται οι σκοποί, η θεωρητική βάση, τα όργανα, τα αντιδραστήρια και η εκτέλεση κάθε πειράματος. Η οθόνη εκτέλεσης του πειράματος "Η σκληρότητα του νερού" παρουσιάζεται στο Σχήμα 4. Είναι ανάλογη με αυτή που χρησιμοποιήθηκε για τις θεματικές ενότητες, αλλά σε αυτήν την περίπτωση το κείμενο καλύπτει όλο το δεξιό τμήμα της οθόνης. Όταν ο μαθητής επιλέξει οποιοδήποτε μέρος του κειμένου το αντίστοιχο κομμάτι του βίντεο ενεργοποιείται. Η λειτουργία των διάφορων κουμπιών είναι η ίδια με αυτών που περιγράφηκαν στις θεματικές ενότητες.



Στα βίντεο που παρουσιάζονται ένας εκπαιδευτικός ή ένας μαθητής εκτελεί το πείραμα, περιγράφοντάς το στην ΕΝΓ.



Σχήμα 4. Οθόνη εκτέλεσης του πειράματος "Η σκληρότητα του νερού"

#### ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΕΞΙΛΟΓΙΟΥ

Σε αυτήν την ενότητα όλοι οι χημικοί όροι και έννοιες που αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν μέσα στο σύστημα παρουσιάζονται στην ΕΝΓ, ενώ ταυτόχρονα παρατίθενται γραπτώς με αλφαβητική σειρά στο κάτω αριστερό τμήμα της οθόνης που παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.

Το λεξιλόγιο λειτουργεί με δύο τρόπους. Όταν χρησιμοποιείται ως αυτόνομη ενότητα, ο χρήστης μπορεί να "φυλλομετρήσει" τα περιεχόμενά του. Επιλέγει το αρχικό γράμμα από τα κουμπιά των γραμμμάτων στο υποσέλιδο της οθόνης και στη συνέχεια επιλέγει το συγκεκριμένο χημικό όρο από τη λίστα που παρατίθεται στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης. Η λέξη αλλάζει χρώμα και μορφή (πλάγια) και η απόδοσή της στην ΕΝΓ προβάλλεται στο βίντεο. Σε κάθε όρο εμφανίζεται ταυτόχρονα μια σχετική εικόνα, σχήμα ή φωτογραφία στη δεξιά πλευρά της οθόνης.

Όταν ο χρήστης εισέλθει στο λεξιλόγιο, μέσω υπερσύνδεσης από μια θεματική ενότητα, το σύστημα αυτόματα εμφανίζει την οθόνη με το κατάλληλο γράμμα, ενεργοποιεί το συγκεκριμένο όρο από τη λίστα και παραθέτει την απόδοσή του στην ΕΝΓ με βίντεο. Σε αυτήν την περίπτωση, ο χρήστης μπορεί να επιστρέψει στο σημείο της θεματικής ενότητας που βρισκόταν με το κουμπί της επιστροφής, που βρίσκεται στο ακραίο δεξιό τμήμα του υποσέλιδου, ακόμη κι αν είχε προηγηθεί περιήγηση στο λεξιλόγιο. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα λειτουργίας των κουμπιών ελέγχου του βίντεο, όπως περιγράφηκε παραπάνω.



**Σχήμα 5.** Οθόνη του συστήματος με ένα τμήμα της ενότητας του λεξιλογίου για τον όρο "μεταλλουργία"

### ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Στο άμεσο μέλλον, πρόκειται να ενταχθούν αλληλεπιδραστικά στοιχεία στην εφαρμογή μέσω ερωτήσεων και ασκήσεων με την ενότητα "Εξάσκηση", που εμφανίζεται στα Σχήματα 1 και 2. Επίσης, σχεδιάζεται ανάλογο βελτιωμένο εκπαιδευτικό λογισμικό για τη Χημεία Γ' Γυμνασίου με δυνατότητα να λειτουργήσει ως αυτόνομο μαθησιακό εργαλείο για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση των Κωφών μέσω του World Wide Web. Επιπλέον, θα πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παραπάνω εφαρμογών σε τάξεις Κωφών μαθητών.

### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα το Δρ. Χρ. Παπασπύρου, Κωφό Γλωσσολόγο και Χημικό, για τις δημιουργικές συζητήσεις και προτάσεις του σχετικά με την ανάπτυξη της χημικής ορολογίας στην ΕΝΓ. Επίσης, ευχαριστούμε τον Ν. Ίσαρη, Κωφό δάσκαλο της ΕΝΓ και τη Μ. Γκαμάλια, Κωφή μαθήτρια, για την πολύτιμη συνεργασία και τη συμμετοχή τους στις βιντεοσκοπήσεις της εφαρμογής.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Brusilowsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 6(2): 87-129.
2. Caccamise F., & Lang, H.G. (2000). Signs for Science and Mathematics: A Resource Book for Teachers and Students, 2<sup>nd</sup> ed., Rochester Institute of Technology, Rochester, New York.
3. Clark, J. & Paivio A. (1991). Dual Coding Theory and Education, *Educational*
4. Egelston - Dodd, J., & Himmelstein, J. (1996). A constructivist paradigm in science education for students who are deaf and hard-of-hearing. *Journal of Science for Persons with Disabilities*, 4(1): 21-27.

5. EU-BET (1997). EU-BET, European Association for Bilingual Education, Training and support for the deaf and those with associated communication needs, [<http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/signingbooks/Links/eubet.html>].
6. EU-Projects (1999). EU-projects involving sign language/information access for deaf people, [<http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/signingbooks/Links/projects.html>].
7. Hood, J.(1993). Research on Computers in Chemistry Education: Reflections and Predictions, *Journal of Chemical Education*, *71*(3), 196-200.
8. <http://www.SignWriting.org/forums/linguistic/ling032.html>
9. Kannapel, B. (1978). Linguistic and sociolinguistic perspectives on sign systems for educating deaf children: Toward a true bilingual approach. In *American sign language in a bilingual, bicultural context*, Caccamise F. and Hicks R. (Eds.), Silver Spring.
10. Lang, H. G. McKee, B. G., & Conner, K. (1994). Characteristics of effective teachers: A descriptive study of the perceptions of faculty and deaf college students. *American Annals of the Deaf*, *138*(3): 252-259.
11. Lang, H. G., & Propp, G. (1992). Science education for hearing - impaired students. State-of-the-art. *American Journal of Deaf*, *127*: 860-869.
12. Livingston, S. (1997). *Rethinking the education of deaf students: Theories and practice from a teacher's perspective*. Portsmouth, NH: Heinemann.
13. Macromedia Inc. (2000). Macromedia Director Shockwave studio 8.0. Macromedia Home Page. [<http://www.macromedia.com>].
14. Macromedia Inc. (2000). Shockwave plug-in. Macromedia Home Page. [<http://www.macromedia.com>].
15. Markellou, P., Rigou, M., Sirmakesis S., & Tsakalidis, A. (2000). A Web adaptive educational system for people with hearing difficulties. *Education and Information Technologies*, *5*(3): 189-200.
16. Mayer, R. & Anderson, R. (1991). Animations Need Narrations: An Experimental
17. McIntosh, R. A., Sulzen, L., Reeder K., & Kidd, D. H. (1994). Making Science accessible to deaf students: The need for science literacy and conceptual teaching. *American Annals of the Deaf*, *139*(5): 480-484.
18. Panselina, M., Sigalas, M. & Tzougraki C. (2002). Design and Development of a Bilingual Multimedia Educational Tool for Teaching Chemistry Concepts to Deaf Students in Greek Sign Language, *Education and Information Technologies*, *7*(3), pp. 225-235.
19. Piaget, J. (1971). *Biology and Knowledge: An Essay on the Relations and Cognitive Processes* (B. Walsh, trans), University of Chicago Press, Chicago.
20. *Psychology Review*, *3*, 149-210.
21. Pyfers, L. Robinson, J. & Schmaling C. (1998). Different approaches in the production of signing books, Signing Books for the Deaf, EU-Telematics Application Programme DE 4209, Deliverable 5.1.
22. Pyfers, L., Robinson, J., & Schmaling C. (1998). Signing books for the deaf in EU-countries: state of the art, Signing Books for the Deaf, EU-Telematics Application Programme DE 4209, Deliverable 3.1.
23. Roald, I. (2000). Terminology in the Making: Physics Terminology in Norwegian Sign Language.

24. Roald, I. (2001). Norwegian deaf teachers' reflections on their science education: Implication and instruction. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 7: 57-73.
25. Sandhu, J. S., & Wood, T. (1990). Demography and market sector analysis of people with special needs in thirteen European countries: a report on telecommunication usability issues, RACE R1088 TUDOR, Special Needs Research Unit, Newcastle Polytechnic, Newcastle upon Tyne, UK.
26. Stefanidis, C., Savidis, A., & Akoymianakis, D. (1995). Tools for user interfaces for all. In *Proceedings of the 2nd TIDE Congress*, Paris, France, 26 - 28 April, IOS Press, Amsterdam, pp. 167-170.
27. Stewart, D. A. (1996). The unwritten curriculum: Teaching deaf students in the '90s. In *Teaching science to students with disabilities: Experiences and perceptions of classroom teachers and science educators*, Stefanich, G. P., Norman K. I., and Egelston-Dodd J. (Eds.), Rochester, NY: The Association for the Education of Teachers in Science, pp. 335-342.
28. Stokoe, W.C., & Battison, R.M. (1981). Sign language, mental health and satisfactory interaction. In *Deafness and mental health*, Stein, L. K., Mindel E. D., and Jabaley T. (Eds.), Grune and Stratton, New York, pp. 179-194.
29. Strong, M. (1988). A bilingual approach to the education of young deaf children: ASL. In *Language learning and Deafness*, Strong M. (Ed.), Cambridge University Press, New York.
30. Sutton, C. (1992). Words, science and learning, Open University Press, Buckingham, Philadelphia.
31. Test of a Dual-coding Hypothesis, *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490.
32. Vanderheiden, G. C. (1994). Application software design guidelines: increasing the accessibility of application software to people with disabilities and other users. Trace R&R Center, Dept. of Industrial Engineering, University of Wisconsin-Madison [[http://trace.wisc.edu/docs/software\\_guidelines/software.htm](http://trace.wisc.edu/docs/software_guidelines/software.htm)].
33. Winn, W., The Design and Use of Instructional Graphics, in: Knowledge Acquisition from Text and Pictures, eds. Mandl H. & Levin, J., Elsevier Science Publishers, New York, 1989.
34. Yore, L. D. (2000). Enhancing science literacy for all students with embedded reading instructions and writing-to-learn activities. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 5(1): 105-122.
35. Γεωργιάδου, Τ., Καφετζόπουλος, Κ., Προβής, Ν., Σπυρέλλης, Ν., Χηνιάδης
36. Δ. (1995). Χημεία Β' Γυμνασίου, ΥΠ.Ε.Π.Θ., Π.Ι., ΟΕΔΒ, Αθήνα
37. Χατζοπούλου Μ. (2000) Έκθεση σχετικά με τις εργασίες του συνεδρίου: "European Days of Deaf Education 1999-Bilingual Education with focus on Reading and Writing" Orebro Σουηδίας, *Θέματα Ειδικής Αγωγής*, Απρ-Μάιος-Ιουν σ.59-71.