



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Διδακτική της Χημείας

Ενότητα 2: Θεωρίες Διδακτικής Θετικών Επιστημών

Ζαχαρούλα Σμυρναίου

Σχολή Φιλοσοφίας

Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας

Περιεχόμενα ενότητας

Φύση των επιστημονικών εννοιών, επιστημονική/διερευνητική μέθοδος, μοντελοποίηση, πειραματική προσέγγιση και δημιουργικότητα. Η οικοδόμηση των επιστημονικών εννοιών (ψυχοπαιδαγωγική προσέγγιση), τα στάδια της επιστημονικής μεθόδου (παρατήρηση, διατύπωση υποθέσεων, έλεγχος υποθέσεων, κ.λπ.), χρήση ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία, δημιουργικότητα.



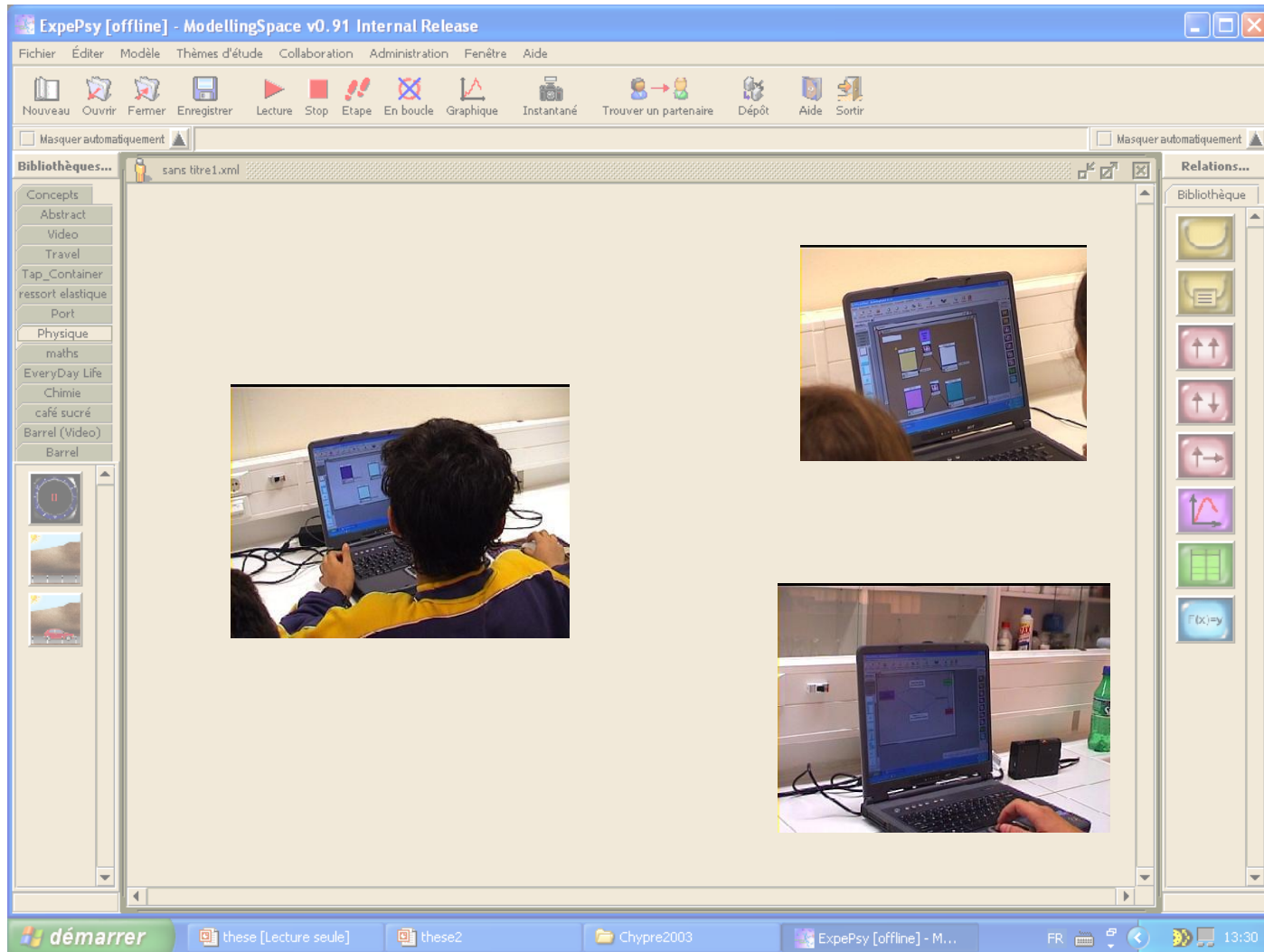
Επιστημονική Μέθοδος

Εισαγωγή (1)

- Στη σημερινή εποχή είναι απαραίτητο οι μαθητές να ασκηθούν στον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται, εργάζονται και λύνουν τα προβλήματα οι επιστήμονες, στις διαδικασίες, δηλαδή, που ακολουθούν στις έρευνες τους.
- Η Βιβλιογραφία των επιστημών αγωγής προσφέρει σημαντικά στοιχεία σχετικά με την έντονη ερευνητική δραστηριότητα – ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν επιστημονικές δεξιότητες (*Lee, 2002; De Jong κ.α., 2002; Zacharia & Anderson, 2003; Van Joolingen, 2004; Cuevas, Lee, Hart, Deaktor, 2005; Smyrnaioy & Weil-Barais, 2005; Zacharia, 2006; Smyrnaioy & Dimitracopoulou, 2007;κλ*).



Εισαγωγή (2)



Ορισμός (1)

- Στην βιβλιογραφία υπάρχουν πολλαπλοί ορισμοί για την επιστημονική μέθοδο (Flick, 2002; Barman, 2002; Settlage, 2003). Δεν υπάρχει ένας ξεκάθαρος ορισμός (Cuevas, Lee, Hart & Deaktor, 2005).



Ορισμός (2)

- Σύμφωνα με τον ορισμό που αναφέρεται στο National Science Education Standards (2000): Η επιστημονική μέθοδος είναι μια πολύπλευρη δραστηριότητα που περιλαμβάνει την διεξαγωγή παρατηρήσεων, την υποβολή ερωτημάτων, την εξέταση βιβλίων και άλλων πηγών πληροφορίας, τον προγραμματισμό έρευνας - αναθεωρώντας αυτό που είναι ήδη γνωστό - λαμβάνοντας υπόψη τα πειραματικά στοιχεία, χρησιμοποιώντας εργαλεία για να συγκεντρώσει δεδομένα, να αναλύσει, να ερμηνεύσει τα στοιχεία, και να προτείνει απαντήσεις, εξηγήσεις, προβλέψεις - επικοινωνώντας τα αποτελέσματα.

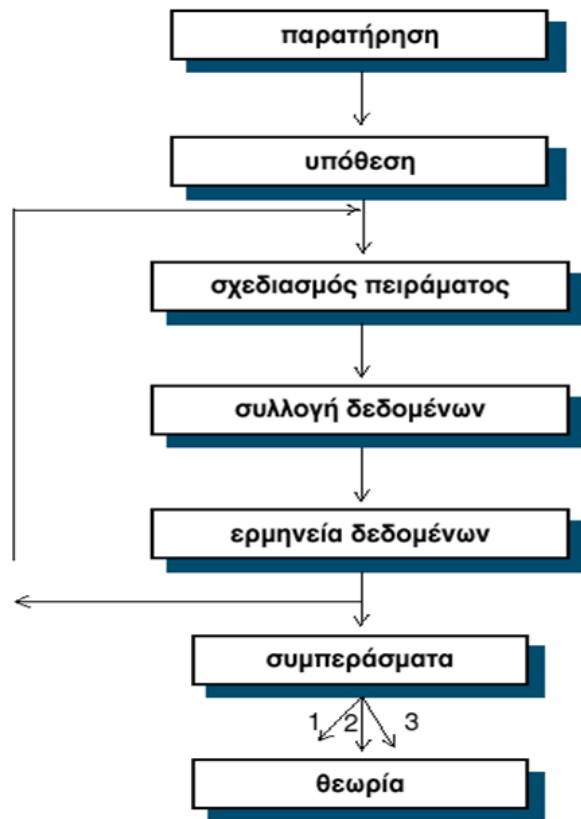


Επιστημονικές δεξιότητες (1)

- Παρατήρηση
- Ερμηνεία παρατήρησης
- Ταξινόμηση
- Μέτρηση
- Υποβολή ερωτημάτων
- Διατύπωση υπόθεσης
- Διατύπωση λειτουργικού ορισμού
- Ερμηνεία δεδομένων
- Πρόβλεψη
- Αναγνώριση παραγόντων
- Έλεγχος μεταβλητών
- Κατασκευή μοντέλων
- Μαθηματικές εκφράσεις
- Διεξαγωγή πειραμάτων
- Επικοινωνία
- Εξαγωγή συμπερασμάτων
- Χωροχρονικές σχέσεις



Η επιστημονική μέθοδος ως εργαλείο αδειοδότησης



- Παρατήρηση
- Υπόθεση
- Σχεδιασμός πειράματος
- Συλλογή δεδομένων
- Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων
- Συμπεράσματα
- Θεωρία

Σχήμα 1: Επιστημονική μέθοδος

Καθοδήγηση

- Η **καθοδήγηση** είναι αναγκαία ώστε να αναπτύξουν οι μαθητές επιστημονικές δεξιότητες (παραγωγή υπόθεσης, έλεγχος, κλπ).
- Οι οδηγίες (υλικά σκαλωσιάς ή **γνωστικά εργαλεία**) που παρέχονται στους μαθητές μπορούν να έχουν διαφορετικές μορφές: φύλλα εργασίας, ενσωματωμένες στο τεχνολογικό περιβάλλον (*Dimitracopoulou & Komis, 2005; de Jong, 2005; Papaevripidou, Constantinou και Zacharia, 2007*).
- Η unguided έρευνα δεν συνίσταται από τους επιστήμονες (*Hogan & Thomas, 2001; Klahr & Nigam, 2004; Kuhn, Amsel, & O'Loughlin, 1988; Kuhn, Black, Keselman, & Kaplan, 2000; Mayer, 2004; Van Joolingen & de Jong, 2003*).

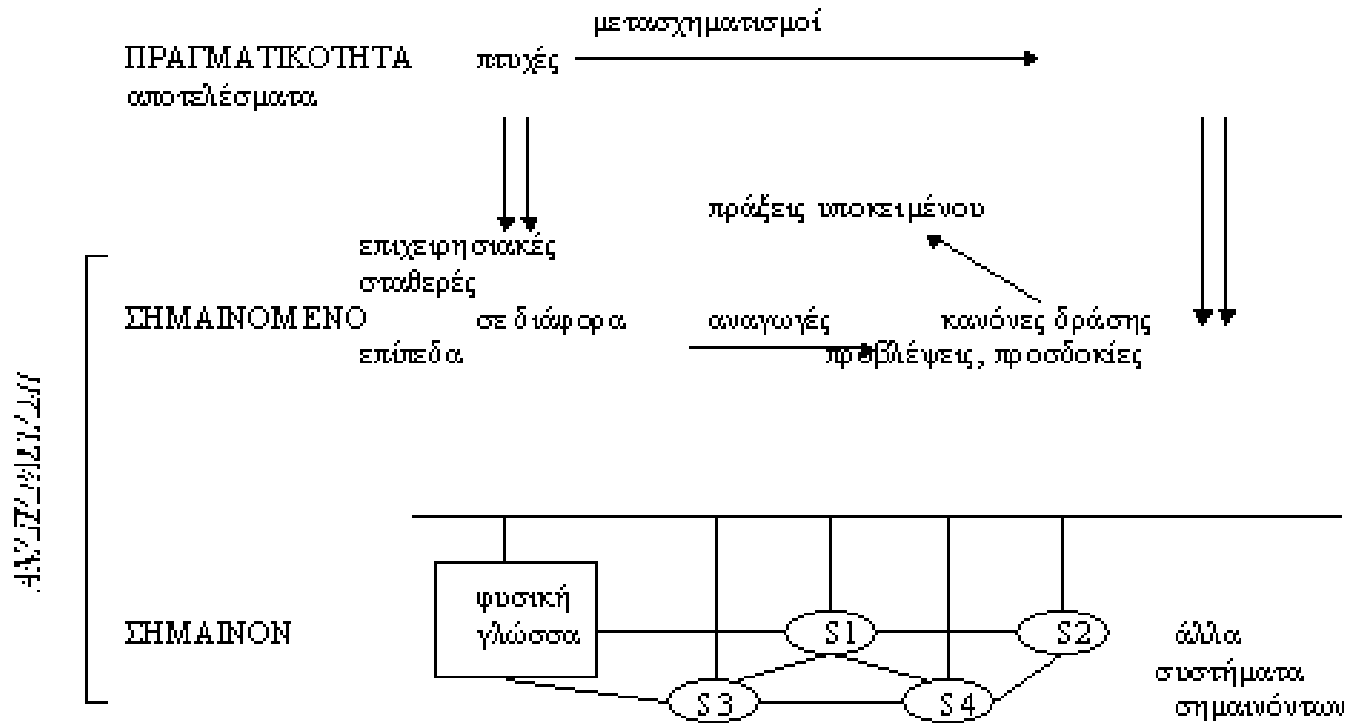


Scaffolding questions & inquiry-modelling phases

SCAFFOLDING QUESTIONS	INQUIRY-MODELLING PHASE S
Observing the phenomenon in the video What is the problem? What do I think will happen?	Questioning
Which resources are available? How to tackle the assignment?	Planning
<i>Design experiments with real objects</i> Prepare the experiment Which real objects will you use? Which measures will you take? Which variables will you vary? And which ones will remain constant? Formulate a research question which variables you are going to explore: which variable will be varied in the experiments: which variables will be held constant: Conduct experiments and analyse results Draw conclusions	Implementing
Experiments with technology based learning environment (MODELLINGSPACE) Make and test a model of acidity and alkalinity Which are the entities we need to choose from the entities libraries? Which are the properties we need to choose for each entity? Indicate the appropriate relationship ("table" or semi-quantitative, or quantitative) between the properties that are needed for creating the model. Create and test the model Run the model. Graphs from the model, Solve the problem using the model	Modeling
Conclusions	Concluding
Inquiry-Modeling Report presentation in the classroom Which is the final model? Can you justify it, using strong arguments (graph, table of measures, etc.) in relation with the phenomenon's description? Which were the intermediary models that you had created (you and/or your collaborators), and they were not adequate? Why they were not suitable? Formulate your own problem and ask other students to solve it.	Reporting



Σχήμα μοντελοποίησης – γνωστική προσέγγιση



Σχήμα 2: Γνωστικό σχήμα μοντελοποίησης, Vergnaud (1987)

Ερμηνεία σχήματος (1)

- Το σχήμα, που προτείνεται από το Vergnaud (1987), εμπίπτει σε μια κονστρουκτιβιστική προσέγγιση και τονίζει ότι η ανάπτυξη της γνώσης του υποκείμενου επιτυγχάνεται χάρη στις ενέργειές του και στη γνώση την οποία ήδη διαθέτει.



Ερμηνεία σχήματος (2)

- Ο Vergnaud (1987), στο σχήμα αυτό, διακρίνει τρεις καταχωρητές: των ενεργειών πάνω στα αντικείμενα, των νοητικών αναπαραστάσεων και των συμβολικών αναπαραστάσεων. Οι νοητικές αναπαραστάσεις είναι οι γνωστικές δομές που το υποκείμενο δημιουργεί για να λάβει υπόψη του τις κανονικότητες που μαθαίνει, ξεκινώντας από τις ενέργειές του. Αυτές οι νοητικές αναπαραστάσεις κατευθύνουν τις δραστηριότητες του υποκειμένου.



Παρατήρηση (1)

- **Συλλογή πληροφοριών** μέσω των αισθήσεων για τις ιδιότητες των σωμάτων ή φαινομένων. Διεύρυνση εμπειριών. Ομοιότητες-διαφορές, σύγκριση αλλαγών. Συνοχή και ακολουθία (επαγωγή). Ελεύθερη παρατήρηση, καθοδηγούμενη. Απλά όργανα. Χρήση όλων των αισθήσεων διαδοχικά. Ίδιο αντικείμενο, διαφορετικές γωνίες/χρόνοι.



Παρατήρηση (2)

- **Παρατηρούμε τα φαινόμενα** που επαναλαμβάνονται και αναγνωρίζουμε ότι κάτι συμβαίνει. Διαμορφώνουμε ερωτήματα και επιλέγουμε αυτά που κατά την κρίση μας θα μπορούσαν να απαντηθούν. Συλλέγουμε πληροφορίες. Ανταλλάζουμε απόψεις
- **Ερμηνεία παρατήρησης:** Λογική αιτιολόγηση των όσων παρατηρούμε. Σύνθεση βιωμάτων και πληροφοριών. Πλήθος παρατηρήσεων και ατόμων – αξιοπιστία. Παρότρυνση με ερωτήσεις για ερμηνεία, σύγκριση.



Παρατήρηση (3)



Υπόθεση

- **Διατύπωση υπόθεσης:** Πιθανή εξήγηση ή θεωρία για ένα φαινόμενο προς διερεύνηση. Προσωρινή, δοκιμαστική θεωρία. Νόμος, ή απόρριψη; Απαντά στην ερώτηση: 'Γιατί συμβαίνει;' Αναγνώριση σχέσεων μεταξύ μεταβλητών. Αποσαφήνιση και καθορισμός αιτιακών σχέσεων. Τροποποίηση.
 - Διατυπώνουμε μια υποθετική εξήγηση, την πιο πιθανή, με βάση τα δεδομένα μας.
 - Προσπαθούμε να ελέγξουμε την ορθότητά της επιστημονικά.
 - Έχουμε πάντα υπόψη μας ότι η υπόθεση μπορεί να αποδειχθεί ότι είναι λανθασμένη.



Σχεδιασμός πειράματος & Συλλογή δεδομένων

- **Σχεδιασμός Πειράματος:** Σχεδιάζουμε ένα πείραμα ή μια σειρά πειραμάτων που θα μας επιτρέψουν να ελέγξουμε την ορθότητα ή μη της υπόθεσής μας. Χρησιμοποιούμε ομάδες ελέγχου.
- **Πρόβλεψη:** Περιγραφή του τι αναμένουμε να συμβεί με βάση εμπειρίες και θεωρίες. Δεν αποβλέπει στην εξήγηση φαινομένων (υπόθεση). Απαντά στην ερώτηση: 'τι θα συμβεί αν...'. Ανάπτυξη σκεπτικού. Καταγραφή και σύγκριση αργότερα με τα αποτελέσματα. Ποιο πείραμα είναι κατάλληλο για να ελέγξουμε μια πρόβλεψη;
- **Διεξαγωγή Πειράματος:** Κάνουμε τα πειράματα, συλλέγουμε και καταγράφουμε προσεκτικά τα δεδομένα.



Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων (1)

- **Αναγνώριση και έλεγχος μεταβλητών:** Παράγοντες που μεταβάλλονται και επηρεάζουν ένα φαινόμενο. Διατήρηση και αλλαγή μεταβλητών. Ανεξάρτητες, εξαρτημένες και ελεγχόμενες (σταθερές) μεταβλητές.
- **Ερμηνεία δεδομένων και εξαγωγή συμπερασμάτων:** Επεξεργασία, συγκρίσεις, εύρεση σχέσεων και μοτίβων. Σχέση με άλλες δεξιότητες (ταξινόμηση, επικοινωνία, πρόβλεψη, υπόθεση). Οργάνωση και ερμηνεία δεδομένων. Εντοπισμός σχέσεων που επαναλαμβάνονται. Επαλήθευση ή απόρριψη υποθέσεων.



Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων (2)

- Αναλύουμε και ερμηνεύουμε τα δεδομένα που συγκεντρώσαμε από τα πειράματα, συνεκτιμώντας και την προηγούμενη γνώση, αν υπάρχει, για το θέμα που μελετάμε.
- **Ταξινόμηση – Μέτρηση:** Οργάνωση δεδομένων με χρήση κριτηρίων. Ομαδοποίηση, σειροθέτηση, οργάνωση σύνθετων δομών. Κριτήρια: μορφολογικά, λειτουργικά, ιδιότητες, λογικές σχέσεις. Υποδιαίρέσεις.



Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων (3)

- Εύρεση της τιμής ενός μεγέθους με τη χρήση μονάδας μέτρησης. Καταλληλότητα μονάδας; Σύγκριση αντικειμένων ως προς το ίδιο μέγεθος. Μη συμβατικές μονάδες (μπογιές, καλαμάκια). Ορθότητα και σταθερότητα. Καταγραφή.
- **Μοντελοποίηση**
- **Επικοινωνία:** Έκφραση και ανταλλαγή ιδεών, γνώσεων, ερωτημάτων. Αναδιαμόρφωση από το δέκτη. Περιγραφή του τι παρατηρούμε. Υποβολή ερωτήσεων. Εξηγήσεις. Συζήτηση εμπειριών. Καταγραφή και αναπαράσταση. Προφορική ανακοίνωση στην ομάδα. Διατύπωση λειτουργικού ορισμού.

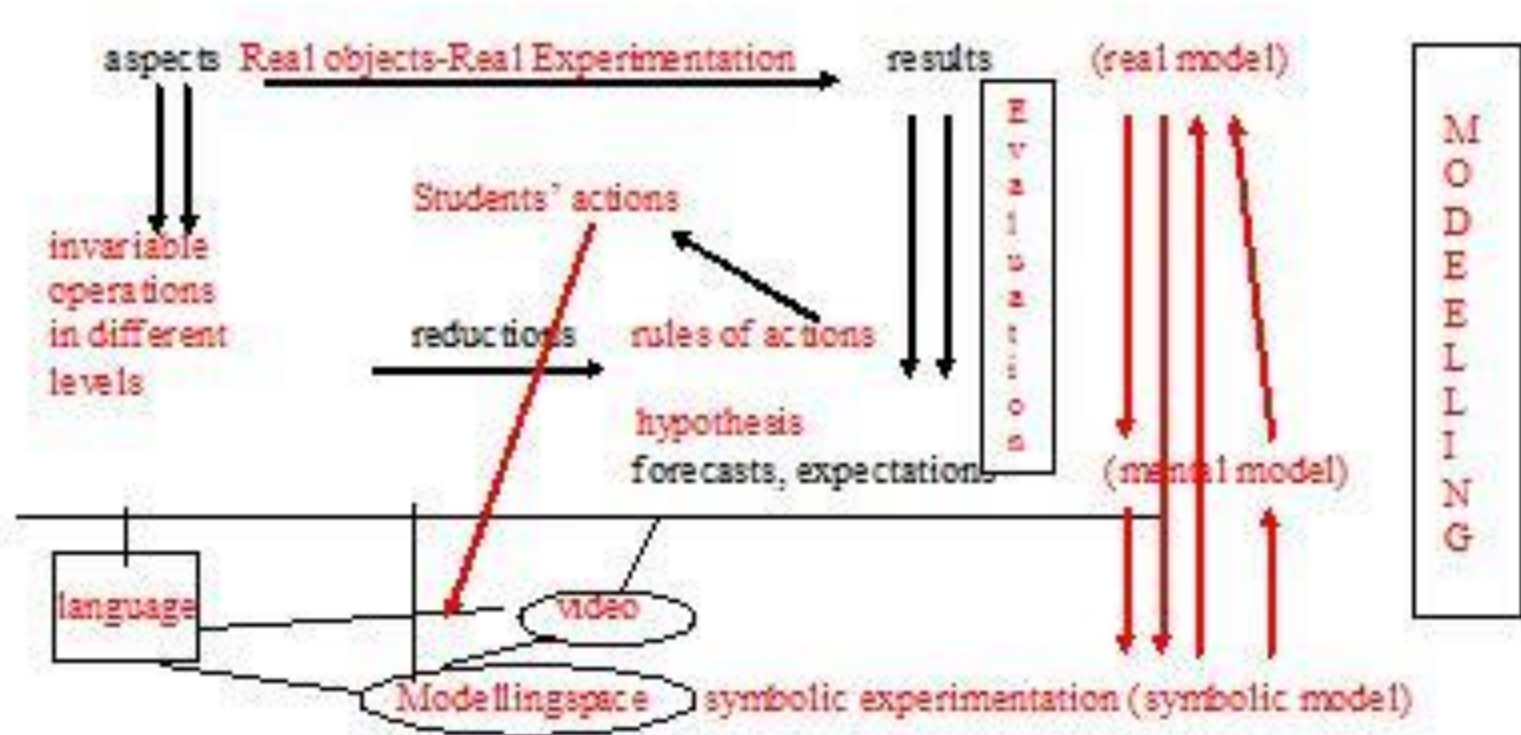


Συμπεράσματα & Θερία

- **Συμπεράσματα:** Καταλήγουμε σε συμπεράσματα που μπορεί να δίνουν απάντηση στο αρχικό ερώτημα ή μπορεί να επιβάλλουν επανεξέταση του θέματος.
- **Μοντέλο/θεωρία:** Όταν οι παρατηρήσεις και τα πειράματα γίνονται από διαφορετικούς επιστήμονες και οδηγούν στα ίδια συμπεράσματα (επιστημονική εγκυρότητα) τότε είναι δυνατόν να προκύψει ένα μοντέλο/μια θεωρία που έχει ισχύ μέχρι να διαψευσθεί από κάποιο/α άλλο/η μοντέλο/θεωρία.



Διερευνητική μέθοδος και μοντελοποίηση



Σχήμα 3: A general theoretical framework for the inquiry-based and modelling-based psychological approach (Smyrnaioy & Dimitracopoulou, 2007)

Τα εργαλεία των διδακτικών προσεγγίσεων (1)

- Για να επιτευχθεί καλύτερο μαθησιακό αποτέλεσμα στη διδασκαλία χρησιμοποιούνται ή εργαλεία για τις διδακτικές προσεγγίσεις όπως οι ερωτήσεις, οι σωματικοί διάλογοι, οι μεταφορές, οι αναλογίες, η λύση των προβλημάτων, η γνωστική σύγκρουση, εννοιολογικοί χάρτες, το δραματικό παιχνίδι, η προσομοίωση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή κ.τ.λ.
- **Οι ερωτήσεις** θεωρούνται εργαλεία που έχουν ως στόχο την ανάπτυξη των απόψεων των μαθητών. Απευθύνονται σ' όλους τους μαθητές, και αποτελούν μια προέκταση της φάσης του προσανατολισμού.



Τα εργαλεία των διδακτικών προσεγγίσεων (2)

- **Οι σωκρατικοί διάλογοι:** Ο Σωκράτης, στην προσπάθεια του να εκμαιεύσει τις απόψεις των μαθητών εισήγαγε το διάλογο. Άφηνε τους συνομιλητές του να ομιλούν και μετά ρωτούσε. Με τον τρόπο αυτό διευκόλυνε τη διαπίστωση των αντιφάσεων των συνομιλητών του. Στο σωκρατικό μοντέλο ο δάσκαλος κατανοεί τις απόψεις του μαθητή, μπορεί να δημιουργεί τον κατάλληλο προβληματισμό και να τον κατευθύνει στη δημιουργία εννοιολογικά συνετών θεωριών.
- **Η μεταφορά και η αναλογία στη διδασκαλία:** Οι μαθητές, όταν προσεγγίζουν έναν τομέα που δεν τους είναι αρκετά οικείος, ανακαλούν στη μνήμη τους ένα πρόβλημα του οποίου γνωρίζουν τη λύση και που το θεωρούν ανάλογο με το προς επίλυση πρόβλημα. Η μεταφορά συμβάλλει στην επέκταση των δυνατοτήτων μας για επικοινωνία. Διευκολύνει τη δραστηριότητα κωδικοποίησης και ανάκλησης των πληροφοριών από τη μνήμη.



Τα εργαλεία των διδακτικών προσεγγίσεων (3)

- **Η επίλυση των προβλημάτων:** Η μάθηση μέσω της επίλυσης προβλημάτων ανοικτού τύπου είναι μια πολύ καλή προσέγγιση για τη διδασκαλία. Τα προβλήματα αυτά δεν έχουν μια λύση υπάρχει δηλαδή η καλύτερη λύση και όχι η μοναδική σωστή λύση.
 - Οι μαθητές πρέπει να βρουν τον τρόπο με τον οποίο θα εργαστούν στα προβλήματα και επειδή αναφέρονται στην καθημερινή ζωή τους προκαλούν το άμεσο ενδιαφέρον. Ο ρόλος του δασκάλου είναι συμβουλευτικός. Αυτός θέτει τα ανάλογα ερωτήματα ώστε η επίλυση του προβλήματος να προκύπτει ως ένα φυσικό μέρος της διδασκαλίας.



Τα εργαλεία των διδακτικών προσεγγίσεων (4)

- Οι **εννοιολογικοί χάρτες** αποτελούν πολύτιμα εργαλεία στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η χρήση τους στη διδασκαλία αναπτύχθηκε αρχικά από τον J. D. Novak με βάση τη θεωρία του Ausubel που τόνιζε τη σημασία της προϋπάρχουσας γνώσης για τη δυνατότητα κατάκτησης νέων εννοιών.
 - Η σύγκριση του χάρτη ιδεών των μαθητών και αυτού που στοχεύουμε να έχουν στο τέλος μιας σειράς μαθημάτων, επιτρέπει να σχεδιάσει τη διδακτική πορεία. Η εκμάθηση νέων εννοιών λοιπόν διευκολύνεται από τη συσχέτιση τους με άλλες σχετικές έννοιες. Η οργανωμένη παρουσίαση της γνώσης βοηθά στην κατανόηση, αποθήκευση και ανάκληση της γνώσης αυτής.

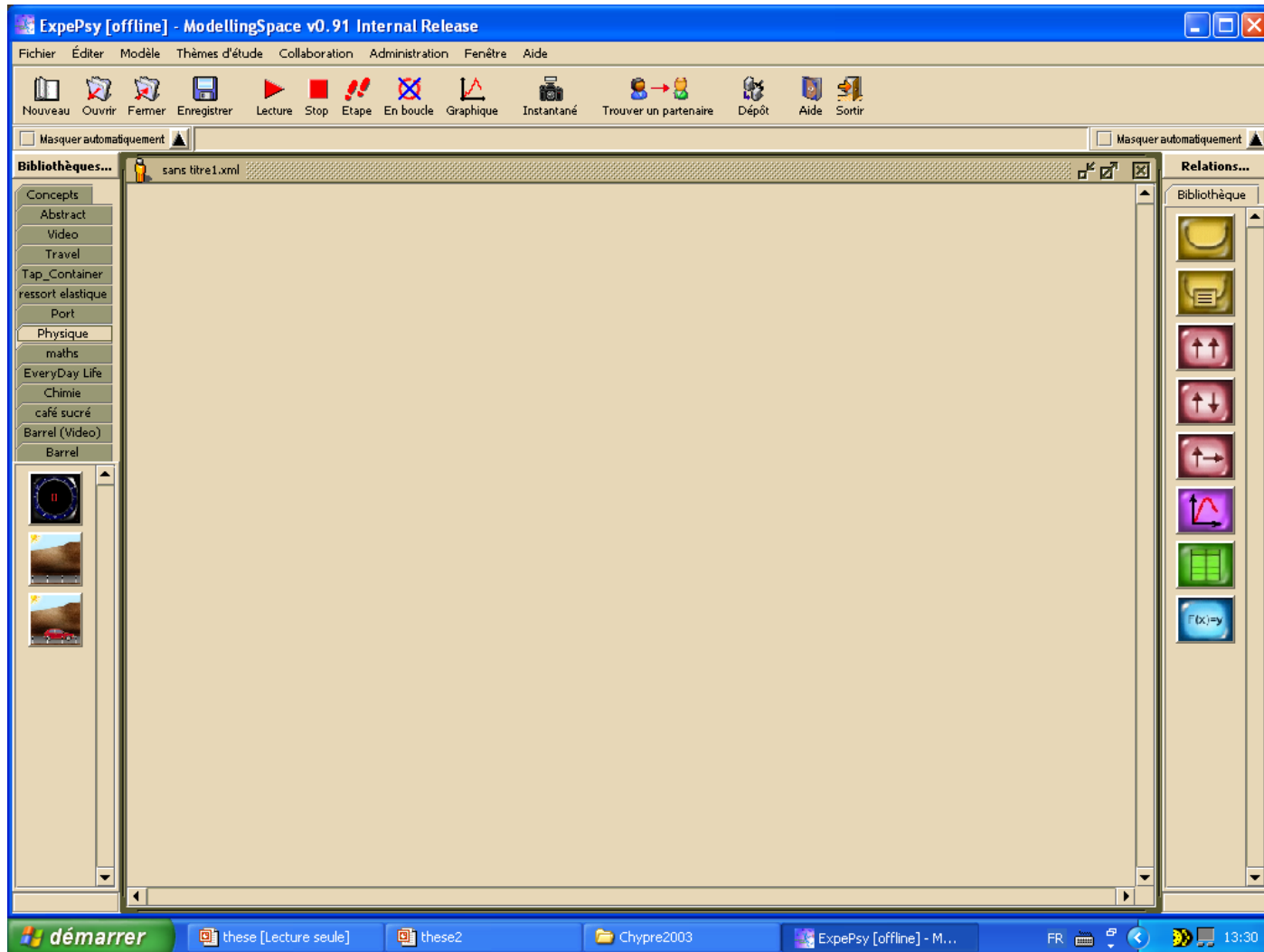


Τα εργαλεία των διδακτικών προσεγγίσεων (5)

- **Οι προσομοιώσεις/μοντελοποιήσεις σε ηλεκτρονικό Υπολογιστή:** Η έννοια του μοντέλου είναι μια έννοια που αποτελεί το αντικείμενο πολλών διαφορετικών ερευνών. Ο άνθρωπος στην προσπάθεια του να ερμηνεύσει τον κόσμο που τον περιβάλλει, να προβλέψει την αρχή και την εξέλιξη των γεγονότων και των φαινομένων, τη λειτουργία συστημάτων, δημιουργεί νοητικές αναπαραστάσεις ή νοητικά μοντέλα. Μια κριτική θεώρηση των κειμένων και ερευνών καθιστά πιθανό να συγκεντρώσουμε ένα σύνολο ιδιοτήτων, λειτουργιών και τυπολογιών που αφορούν το μοντέλο.
 - Βασισμένοι στην έννοια του μοντέλου οι ερευνητές τα τελευταία χρόνια σχεδίασαν πληθώρα τεχνολογικών περιβαλλόντων προσομοίωσης/μοντελοποίησης.



ModellingSpace



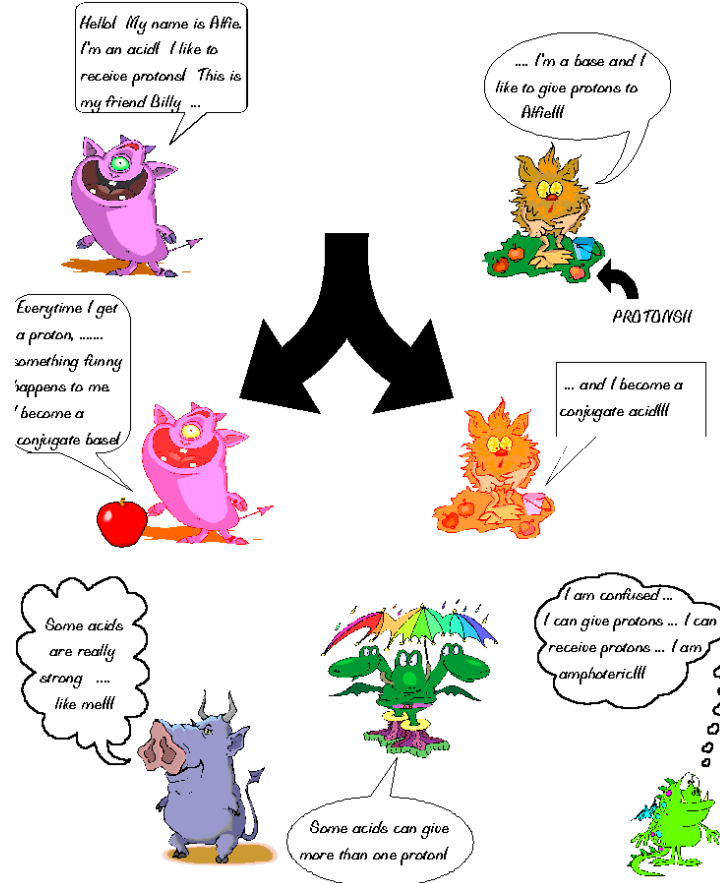
Μοντέλα (1)

- Από τις **τυπολογίες των μοντέλων** διακρίνουμε και κρατάμε τρία είδη:
 - μοντέλο αντικειμένων (ή κλίμακας ή μειωμένο μοντέλο ή πραγματικό μοντέλο),
 - φιγουρατικό μοντέλο και
 - τυπικό μοντέλο (ή μαθηματικό ή θεωρητικό)για να χρησιμοποιήσουμε στο πρακτικό μας μέρος.
- Από τις **ιδιότητες** διακρίνουμε και κρατάμε τρεις βασικές ιδιότητες:
 - καταλληλότητα ή σχετικότητα έναντι του αντικειμένου του,
 - συνοχή (εσωτερική και εξωτερική) και
 - ανταπόκριση με την εμπειρία.
- Από τις **λειτουργίες** του διακρίνουμε και κρατάμε τρεις λειτουργίες:
 - επιστημικές λειτουργίες (να εξηγήσει, να καταλάβει),
 - πραγματικές λειτουργίες (έλεγχος πειραμάτων από την άποψη της πρόβλεψης),
 - λειτουργίες πρόβλεψης.



Θεωρία οξέων και βάσεων Brønsted-Lowry

Bronsted-Lowry Theory: Acids and Bases



Τέλος

Επιστημονική Μέθοδος

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Ζαχαρούλα Σμυρναίου 2015. Ζαχαρούλα Σμυρναίου. «Διδακτική της Χημείας. Θεωρίες Διδακτικής Φυσικών Επιστημών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/CHEM108/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Σχήμα 2. Γνωστικό σχήμα μοντελοποίησης, Vergnaud (1987)

Σχήμα 3. A general theoretical framework for the inquiry-based and modelling-based psychological approach (Smyrnaïou & Dimitracopoulou, 2007)

Εικόνα 6. “Bases”. Copyrighted by Mr Hines. Σύνδεσμός:

<http://hinesscience.weebly.com/reactions-resources.html>

Εικόνα 7. “The pH Scale”. Copyrighted by Ocean Optics.Inc. Σύνδεσμός:

<http://oceanoptics.com/measurementtechnique/ph-sensing/ph-scale/>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Εικόνα 8. “pH paper”. Υπό την άδεια Creative Commons Attribution Share-Alike. Σύνδεσμος: <https://mrsermann.wikispaces.com/Acids+and+Bases>

Εικόνα 9. “Titration Stand”. Copyrighted by Roshanico (Pvt) Ltd. Σύνδεσμος: <http://www.roshanico.com/productsdetail/titration.html>

Εικόνα 11. “Brönsted-Lowry Theory: Acids and Bases”. Copyrighted. Σύνδεσμος: <https://www.pinterest.com/pin/309129961892376649/> . Πηγή: www.pinterest.com

