



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
Msc Thesis

# **ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ - ΣΤΑΤ**

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Φ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΑ

ΛΙΑΚΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Η εργασία υποβάλλεται για την μερική κάλυψη των απαιτήσεων με στόχο την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Σπουδών στην Διδακτική της Τεχνολογίας και τα Ψηφιακά Συστήματα

Πειραιάς Σεπτέμβριος 2012

**Αφιερώνεται στην μνήμη του πατέρα μου  
που μας πρόσφερε πολλά και δεν προλάβανε  
να του προσφέρουμε τίποτα.**

## Ευχαριστίες

Αρχικά θέλω να ευχαριστήσω την καθηγήτρια κα Φωτεινή Παρασκευά η οποία με ενθάρρυνε και με υποστήριξε προκειμένου να ολοκληρώσω την παρούσα διπλωματική εργασία.

Επίσης ευχαριστώ όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού τμήματος και ιδιαίτερα τους καθηγητές κ. Δημήτριο Σάμψων κ. Συμεών Ρετάλη και κ. Νικήτα-Μαρίνο Σγούρο

Ακόμα ευχαριστώ την σύζυγό μου τα παιδιά μου και την μάνα μου, για την υπομονή που έδειξαν κατά την διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Πειραιάς, Σεπτεμβριος 2012  
Λιάκος Αθανάσιος Α.Μ: ΜΕ07018

### Εξεταστική επιτροπή

Επιβλέπουσα : Φωτεινή Παρασκευά, επίκουρος Καθηγήτρια.

Εξεταστές : Νικήτας-Μαρίνος Σγούρος , Καθηγητής.

Συμεών Ρετάλης, Αναπληρωτής Καθηγητής.

## Περίληψη

Τα γνωσιακά εργαλεία, μοντέλα και περιβάλλοντα μάθησης αποτελούν σημαντικά μέσα για την επίτευξη αποτελεσματικότερης εκπαιδευτικής διαδικασίας. Οι εκπαιδευόμενοι μαθαίνουν μέσα από τη διεξαγωγή δραστηριοτήτων και όχι ακούγοντας ή παρακολουθώντας τον εκπαιδευτή. Τα βήματα που ακολουθούνται για την επίλυση ενός προβλήματος με βάση τα εν λόγω μοντέλα, ακολουθούν τον τρόπο σκέψης των εκπαιδευομένων, ενώ οι οδηγίες που παρέχονται εξαρτώνται από το περιεχόμενο. Ο τρόπος λειτουργίας των γνωσιακών μοντέλων ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό τις αρχές της θεωρίας δραστηριότητας (activity theory), γεγονός που αντανακλάται στην προσωποποίηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας με βάση το επίπεδο και τις επιδόσεις του κάθε εκπαιδευομένου.

Η πλατφόρμα μάθησης CTAT (Cognitive Tutor Authoring Tools) βασίζεται στη θεωρία γνώσης και μάθησης ACT-R και λειτουργεί στηριζόμενη στο μετασχηματισμό της συμπεριφοράς των εκπαιδευομένων κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Ο σύμβουλος μάθησης εφαρμόζει ένα τύπο αλγορίθμου που ονομάζεται «ανίχνευση μοντέλου» για να μπορεί να παρακολουθεί τους εκπαιδευόμενους κατά τη διαδικασία επίλυσης ενός προβλήματος και να συγκρίνει τις ενέργειές τους με τις ενδεδειγμένες που προτείνονται από το μοντέλο. Ο «συγγραφέας εκπαιδευτή» (instructor author) επιδεικνύει στο σύστημα, πώς οι εκπαιδευόμενοι αναμένεται να επιλύσουν τα προβλήματα που τους ανατίθενται και τι λάθη αναμένεται να κάνουν. Δύο είναι τα βασικά είδη γνωσιακών εκπαιδευτών που μπορούν να δημιουργηθούν μέσω του CTAT: (1) οι γνωσιακοί εκπαιδευτές (cognitive tutors), η δημιουργία των οποίων είναι μεν δύσκολη και προϋποθέτει προγραμματιστικές δεξιότητες, οδηγεί όμως σε εκπαιδευτές που είναι κατάλληλοι για την επίλυση ομάδων προβλημάτων και όχι μεμονωμένων προβλημάτων και (2) οι εκπαιδευτές «εντοπισμού παραδειγμάτων» (example tracing

tutors), των οποίων η δημιουργία είναι σχετικά εύκολη και δεν προϋποθέτει προγραμματιστικές δεξιότητες, εισάγουν όμως περιορισμούς στο εύρος των περιπτώσεων που μπορούν να απαντήσουν, αφού αντιμετωπίζουν συγκεκριμένες περιπτώσεις προβλημάτων.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, αναπτύσσεται ένας πιλοτικός γνωσιακός εκπαιδευτής με χρήση της πλατφόρμας CTAT, ο οποίος σαν στόχο έχει την εκπαίδευση σε θέματα Φυσικοχημείας. Ο εκπαιδευτής αυτός χρησιμοποιεί και υπολογίζει μια σειρά αριθμητικών πληροφοριών όπως είναι ο αριθμός πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων ενός σωματιδίου (ατόμου, κατιόντος ή ανιόντος) καθώς επίσης και ο ατομικός και μαζικός αριθμός του σωματιδίου. Η παρούσα υλοποίηση, χρησιμοποιεί λογισμικό Flash για να δημιουργήσει ένα γραφικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης και εν συνεχεία ζητάει από τους εκπαιδευόμενους να πραγματοποιήσουν υπολογισμούς του αριθμού πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων σωματιδίων καθώς επίσης και του ατομικού και μαζικού αριθμού.

#### **Λέξεις Κλειδιά**

CTAT (Cognitive Tutor Authoring Tools), Εκπαιδευτές Εντοπισμού Παραδειγμάτων.

## Abstract

Cognitive tutors, models and learning environments offer effective alternatives to achieve more effective educational process. Students learn through carrying out activities, not just listening or watching the instructor. The steps followed to solve a problem, are simulated by the cognitive models, following the thinking of learners, and providing instructions that depend on the lesson content. Cognitive models largely follow the principles of activity theory, which in turn is reflected on personalized educational processes, based on the level and performance of each learner. The learning platform CTAT (Cognitive Tutor Authoring Tools) is based on the theory of knowledge and learning ACT-R and is based on the transformation behavior of learners during the problem solving process. The tutor applies an algorithm type called "model tracing" which makes it possible to monitor a trainee during the problem solving process and compare the actions of learners with those proposed by the model. An instructor author demonstrates to the system, how the students are expected to solve the problems assigned to them and which are the mistakes expected. There are two main types of cognitive tutors that can be created through the CTAT: (1) the advanced cognitive tutors, the creation of which is difficult and requires programming skills, but leads to tutors that qualify for the solution of problem groups rather than individual problems and (2) the example tracing tutors, whose creation is relatively easy and requires no programming skills, but impose restrictions in the range of problem cases that can be solved, being suitable for the solution of specific problem cases.

In this work, we develop a pilot cognitive tutor using platform CTAT, which can tackle solution of problems coming from Physics-Chemistry. The tutor is using and calculates a series of numerical information such as the number of protons, neutrons and electrons of an element (atom, cat ion or anion) as well as the atomic number and mass

number of the element. The proposed implementation uses Flash software to create an interactive graphical user interface and then asks the students to perform calculations of the number of protons, neutrons and electrons as well as of the atomic and mass number of the element.

**Keywords:**

CTAT (Cognitive Tutor Authoring Tools), Example Tracing Tutors.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς



## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Παραδοσιακή και Τεχνολογικά Υποστηριζόμενη Εκπαιδευτική Διαδικασία	15
Σχήμα 2.2: Μοντέλο Εκπαίδευσης Wenger & Ferguson	16
Σχήμα 2.3: Μοντέλο Εκπαίδευσης της IBM.	17
Σχήμα 3.1: Γενική Λειτουργικότητα CTAT.	28
Σχήμα 3.2: Περιβάλλον Διεπαφής CTAT με Flash.	29
Σχήμα 3.3: Γράφημα Καταγραφής Συμπεριφοράς στο CTAT.	31
Σχήμα 3.4: Γραφικό Περιβάλλον Διεπαφής στο Flash.	45
Σχήμα 3.5: Εικονίδια CTAT (CTAT components) του περιβάλλοντος διεπαφής.	46
Σχήμα 3.6: Θεωρία της Δραστηριότητας και CTAT.	39
Σχήμα 3.7: Παράδειγμα 1 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 1.	48
Σχήμα 3.8: Παράδειγμα 1 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 1.	49
Σχήμα 3.9: Παράδειγμα 1 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 2.	50
Σχήμα 3.10: Παράδειγμα 1 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 2.	51
Σχήμα 3.11: Παράδειγμα 2 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 1.	52
Σχήμα 3.12: Παράδειγμα 2 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 1.	53
Σχήμα 3.13: Παράδειγμα 2 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 2.	54
Σχήμα 3.14: Παράδειγμα 2 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 2.	55
Σχήμα 3.15: Παράδειγμα 3 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 1.	56
Σχήμα 3.16: Παράδειγμα 3 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 1.	57
Σχήμα 3.17: Παράδειγμα 3 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 2.	58
Σχήμα 3.18: Παράδειγμα 3 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 2.	59

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Νέες έναντι Παραδοσιακών Διδακτικών Αντιλήψεων

21

### Συντομογραφίες

ACT-R	<b>Activity Theory</b>
CTAT	<b>Cognitive Tutoring Authoring Tools</b>
CT	<b>Cognitive Tutors</b>
F2F	<b>Face to Face</b>
GUI	<b>Graphical User Interface</b>
ITS	<b>Intelligent Tutoring Systems</b>
3D	<b>3-Dimensional</b>

## Περιεχόμενα

### Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	10
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	12
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....	15
2.1. ΓΝΩΣΙΑΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΑΘΗΣΗΣ.....	15
2.2. ΕΥΦΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΘΟΔΗΓΗΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ (INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS).....	21
3. ΤΟ ΣΤΑΤ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΝΩΣΙΑΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ.....	24
3.1. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΣΤΑΤ .....	24
3.2. ΒΑΣΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗ ΣΤΑΤ .....	28
3.3. ΕΙΔΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗ ΣΤΑΤ ΚΑΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ .....	36
3.4. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ (ACTIVITY THEORY).....	38
3.5. ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ .....	41
3.6. Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ (ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΕΙΑΣ).....	44
3.7. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	48
4. ΣΥΝΟΨΗ .....	61
5. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ .....	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	64

## 1. Εισαγωγή

Τα Ευφυή Συστήματα Καθοδηγητικής Μάθησης (Intelligent Tutoring Systems - ITS), ή Ευφυείς Δάσκαλοι, ή Γνωσιακοί Σύμβουλοι (Cognitive Tutors - CT), είναι συστήματα που δίνουν έμφαση στη διαδραστικότητα με τον εκπαιδευόμενο και ως βασικό τους στόχο έχουν να παρέχουν περιβάλλοντα μάθησης που καθιστούν αποτελεσματικότερη την εκπαιδευτική διαδικασία, αφού η απόκτηση γνώσης προκύπτει μέσα από την αλληλεπίδραση. Οι ευφυείς δάσκαλοι χρησιμοποιούνται για να παράσχουν διαδραστικές οδηγίες, προσαρμοσμένες στις ατομικές ανάγκες, τα χαρακτηριστικά και την προσωπικότητα του κάθε εκπαιδευόμενου, ενώ παρέχουν ακόμη πρακτική υποστήριξη των εκπαιδευομένων στην εκμάθηση του τρόπου επίλυσης σύνθετων προβλημάτων. Επομένως, ένας τυπικότερος ορισμός θα μπορούσε να είναι ότι τα Ευφυή Συστήματα Καθοδηγητικής Μάθησης (ITS) είναι συστήματα που παρέχουν άμεση και εξατομικευμένη διδασκαλία στους εκπαιδευόμενους, χωρίς την άμεση παρέμβαση του εκπαιδευτή-ανθρώπου. Από μία άλλη οπτική, τα συστήματα αυτά θα μπορούσαν να οριστούν ως εκείνα τα οποία εφαρμόζουν μια θεωρία μάθησης στην πράξη χρησιμοποιώντας την τεχνολογία. Αυτά τα συστήματα έγιναν αρχικά γνωστά στο τέλος της δεκαετίας του 70, αλλά η δημοτικότητα τους και η χρήση τους αυξήθηκε σημαντικά τη δεκαετία του 90. Μάλιστα, όλο και συχνότερα, χρησιμοποιούνται περαιτέρω εξειδικεύσεις του όρου, ανάλογα με το πλαίσιο ανάπτυξης και υλοποίησης τέτοιων συστημάτων.

Σημαντικές μελέτες για τον τρόπο λειτουργίας, το σχεδιασμό και την εφαρμογή Γνωσιακών Δασκάλων (CT) και τη χρήση τους πραγματοποιήθηκαν από πολλούς ερευνητές (Murray, 1999; VanLehn, 2006; Koedinger et.al 2003). Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, πολλοί ερευνητές διερεύνησαν και τόνισαν τη σημασία των μεταβλητών και των επιμέρους παραμέτρων κινητοποίησης στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Ryan, Deci, 2000). Το θέμα των κινήτρων και της κινητοποίησης των εκπαιδευομένων, έχει αποτελέσει επίσης σημαντικό αντικείμενο μελέτης στο πλαίσιο των Γνωσιακών Δασκάλων. (Fontaine, 1994; Harter & Connell, 1984; Makri-Botsari, 1999; Deci et al., 2001; Gottfried, 1990; Venkatesh, 1999, Makri-Botsari & Megari, 2001; Weiler, 2004).

Ο σχεδιασμός των συστημάτων αυτών στηρίζεται στη Θεωρία Δραστηριότητας (ACT-R), η οποία αποτελεί μια εναλλακτική οπτική γωνία για την ανάλυση της μαθησιακής διαδικασίας και των αποτελεσμάτων που αποτυπώνουν σημαντικά την πολυπλοκότητα και το βαθμό ολοκλήρωσης με το ευρύτερο πλαίσιο και την κοινότητα που την περιβάλλουν και την υποστηρίζουν.

Η παρούσα μελέτη και υλοποίηση βασίζεται στο συνδυασμό της θεωρίας της δραστηριότητας με τα γνωσιακά εργαλεία συγγραφής εκπαιδευτών, όπως είναι το CTAT, που υποστηρίζουν την πρακτική εφαρμογή της εν λόγω θεωρίας στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Ο στόχος της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας είναι η ενδελεχής μελέτη των Γνωσιακών Εργαλείων Μάθησης (Cognitive Learning Tools) καθώς επίσης και ο σχεδιασμός και εφαρμογή τους, βάσει της Θεωρίας της Δραστηριότητας (Activity Theory), αξιοποιώντας τις δυνατότητες του λογισμικού CTAT (Cognitive Tutor Authoring Tools).

Οι επιμέρους στόχοι της παρούσας εργασίας θα μπορούσαν να συνοψιστούν ως εξής:

1. Επισκόπηση της υφιστάμενης βιβλιογραφίας στον τομέα των Γνωσιακών Εκπαιδευτών (Cognitive Tutors).
2. Διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο η τεχνολογία και το λογισμικό υποστηρίζουν το σχεδιασμό, υλοποίηση και εφαρμογή των γνωσιακών εκπαιδευτών.
3. Σχεδιασμός και ανάπτυξη ενός πιλοτικού γνωσιακού εκπαιδευτή, αξιοποιώντας την σουίτα εργαλείων CTAT, και στοχεύοντας στο γνωστικό αντικείμενο της φυσικής και της χημείας.

Η επίτευξη των προαναφερόμενων στόχων έγινε με τη χρήση συγκεκριμένης μεθοδολογικής προσέγγισης που αναφέρεται παρακάτω:

## Γενική Επισκόπηση της Μεθοδολογίας

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη της παρούσας εργασίας εμπεριέχει καταρχάς μια αναλυτική βιβλιογραφική ανασκόπηση προηγούμενων μελετών με στόχο την θεωρητική κάλυψη των γνωσιακών εκπαιδευτών. Επιπλέον, η μεθοδολογία περιλαμβάνει μια σειρά βημάτων που ακολουθούνται κατά τη δημιουργία ειδικών εφαρμογών λογισμικού, για την υλοποίηση μιας πιλοτικής εκπαιδευτικής ενότητας με χρήση των ενδεδειγμένων εφαρμογών λογισμικού, όπως είναι το CTAT αλλά και η εφαρμογή δημιουργίας του απαιτούμενου περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης.

Σχετικά με τους περιορισμούς της παρούσας μελέτης, θα πρέπει να αναφερθεί ότι στο πλαίσιο εκπόνησης μιας διπλωματικής εργασίας, δε θα μπορούσε να καλυφθεί όλο το εύρος των σχετικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται στη γνωσιακή εκπαίδευση, ενώ και η έκταση της πιλοτικής ενότητας που αναπτύχθηκε είναι περιορισμένη και ενδεικτική και σαφώς απαιτείται επέκτασή της, ώστε να αποτελέσει πλήρη ενότητα εκπαίδευσης.

## 2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.1. Γνωσιακά Εργαλεία Μάθησης

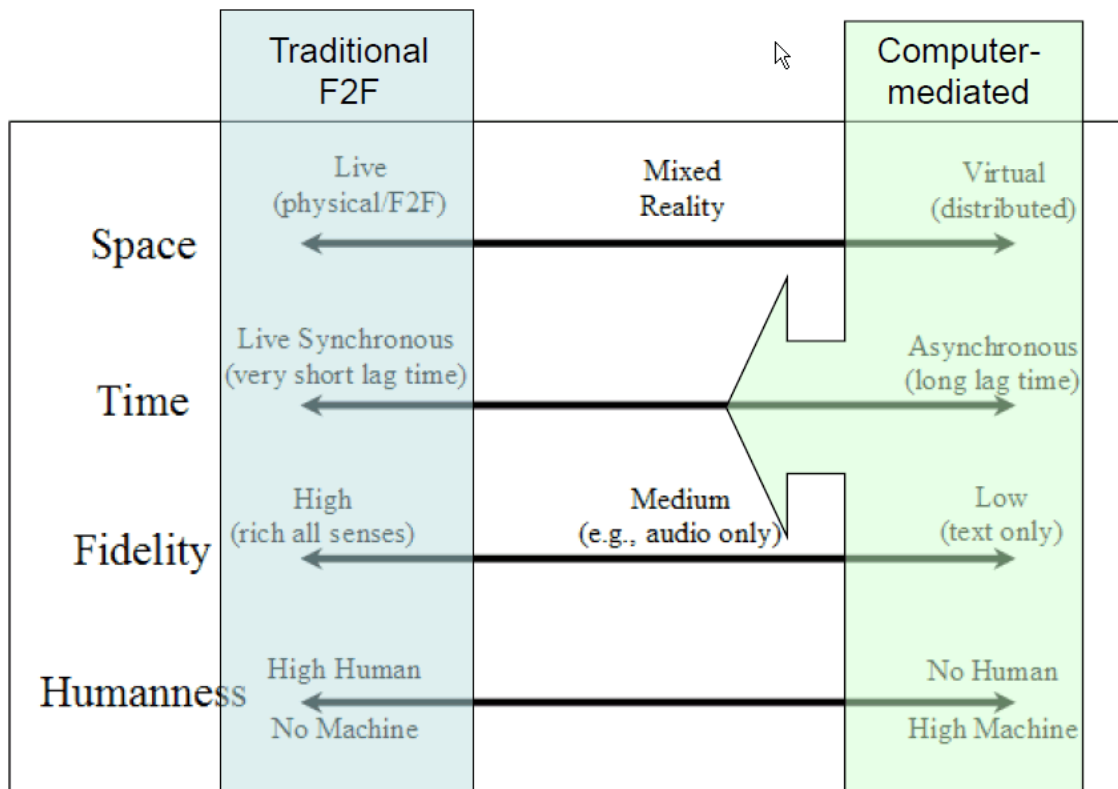
Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, τα γνωσιακά εργαλεία μάθησης είναι εργαλεία τα οποία στοχεύουν στη διευκόλυνση και βελτίωση των γνωσιακών διαδικασιών, μέσω της υποστήριξης, καθοδήγησης και επέκτασης του τρόπου σκέψης των εκπαιδευόμενων. Πρόκειται μ' άλλα λόγια για εργαλεία «κατασκευής γνώσης» τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν ως συνεργάτες, βοηθώντας τους εκπαιδευόμενους να σκεφθούν πιο παραγωγικά. Επομένως, θα πρέπει να καταστεί σαφές ότι, τα γνωσιακά εργαλεία διευκολύνουν τους εκπαιδευόμενους στη διαδικασία μάθησης, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι μειώνουν το βαθμό στοχασμού που απαιτείται από την πλευρά τους. Αντίθετα, αποτελούν εργαλεία γνωσιακού αναστοχασμού, τα οποία προϋποθέτουν περισσότερη σκέψη και δουλειά για να οδηγηθούν οι εκπαιδευόμενοι σε καλά αποτελέσματα.

Οι σύγχρονες κοινωνίες έχουν μια σειρά χαρακτηριστικών, τα οποία έχουν επηρεάσει μεταξύ άλλων και την εκπαίδευση, οδηγώντας στην υιοθέτηση νέων εκπαιδευτικών τεχνικών, πρακτικών και μεθόδων, που κάνουν χρήση των γνωσιακών εργαλείων μάθησης, αξιοποιώντας τις νέες τεχνολογίες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η εξ' αποστάσεως και η συνεργατική εκπαίδευση (Thacker, 2003).

Το προαναφερθέν σύνολο εργαλείων, τεχνικών και προσεγγίσεων χαρακτηρίζει πλέον έντονα το χώρο της εκπαίδευσης και δημιουργεί ένα νέο τοπίο στη σύγχρονη εκπαιδευτική διαδικασία. Τα εν λόγω εργαλεία και πρακτικές εμπεριέχουν: (1) εργαλεία αναζήτησης πληροφοριακών πόρων και μέσων, (2) ποιοτικά online ή μεικτά (blended) περιβάλλοντα μάθησης, (3) ανοιχτό εκπαιδευτικό λογισμικό ελεύθερης πρόσβασης, (4) ανοιχτά εκπαιδευτικά μαθήματα ελεύθερου περιεχομένου, (5) online εκπαιδευτικές βιβλιοθήκες (object repositories) και portals, (6) λογισμικό σύγχρονης και ασύγχρονης εικονικής συνεργασίας (virtual collaboration), (7) online παιχνίδια, προσομοιώσεις και εικονικοί κόσμοι, (8) συσκευές φορητής εκπαίδευσης (mobility, portability), (9)

εκπαιδευτικά εργαλεία με προσωποποιημένο περιεχόμενο (π.χ. blogs) και (10) ανοιχτές κοινότητες πληροφόρησης και ενημέρωσης (π.χ. wikipedia).

Σύμφωνα με το Graham (2006), όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 2.1, οποιαδήποτε εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να χαρακτηρίζεται λιγότερο ή περισσότερο από την ύπαρξη και υποστήριξη της τεχνολογίας και συνεπώς να προσεγγίζει περισσότερο ή λιγότερο αντίστοιχα, την παραδοσιακή «πρόσωπο με πρόσωπο» (face to face ή F2F) εκπαίδευση. Κάθε εκπαιδευτική προσέγγιση έχει υπέρ και κατά, ενώ εκτός από τις αμιγώς παραδοσιακές και τις αμιγώς υποστηριζόμενες από την τεχνολογία, υπάρχουν και οι λεγόμενες μεικτές (blended) προσεγγίσεις, οι οποίες συνδυάζουν χαρακτηριστικά και των δύο. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.1, ανάλογα με το πόσο κοντά είναι μια εκπαιδευτική προσέγγιση στον άνθρωπο ή στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, διαφοροποιείται μια σειρά χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων όπως είναι ο χώρος, ο χρόνος, πλούτος των χρησιμοποιούμενων μέσων και η ανθρώπινη επαφή.



**Σχήμα 2.1: Παραδοσιακή και Τεχνολογικά Υποστηριζόμενη Εκπαιδευτική Διαδικασία**

(Graham (2006))



Σε ένα περιβάλλον αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευόμενου και ηλεκτρονικού μέσου, παρατηρούνται τρεις βασικοί τύποι αλληλεπίδρασης (Moore, 1989):

- Εκπαιδευόμενου – Εκπαιδευτή
- Εκπαιδευόμενου – Εκπαιδευόμενου
- Εκπαιδευόμενου – Εκπαιδευτικού περιεχομένου

Εκτός των παραπάνω, υπάρχουν και κάποιοι άλλοι τύποι αλληλεπίδρασης, όπως είναι αυτή μεταξύ του εκπαιδευόμενου και του εαυτού του, καθώς μελετάει το εκπαιδευτικό υλικό (Soo & Bonk, 1998) και αυτή μεταξύ του εκπαιδευόμενου και του περιβάλλοντος επικοινωνίας ή διεπαφής (user interface) (Hillman et al., 1994).



Σχήμα 2.2: Μοντέλο Εκπαίδευσης Wenger & Ferguson (Wenger & Ferguson (2006))

Οι μέθοδοι εκπαίδευσης που αξιοποιούν σύγχρονες τεχνικές έχουν ταξινομηθεί και κατηγοριοποιηθεί με διάφορα κριτήρια και χρησιμοποιούνται ανάλογα με την περίπτωση και τους επιδιωκόμενους στόχους. Οι Wenger & Ferguson (2006) στο μοντέλο

εκπαίδευσης που παρουσιάζουν ταξινομούν τα επιμέρους στοιχεία της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 2.2. Πρόκειται για ένα είδος SWOT ανάλυσης, όπου στο κάτω αριστερά τεταρτημόριο, έχουμε τη χρήση απλών τεχνικών πληροφόρησης, καθοδηγούμενης πλοήγησης και συλλογής περιεχομένου, ενώ κινούμενοι προς τα πάνω και δεξιά οδηγούμαστε σε τεχνικές περισσότερο συμμετοχικές, διαδραστικές και εν γένει δυναμικές, προσεγγίσεις που είναι προφανώς καθιστούν περισσότερο αποτελεσματική την εκπαιδευτική διαδικασία.



Σχήμα 2.3: Μοντέλο Εκπαίδευσης της IBM. (Lewis and Orton (2006))

Ένα πολύ ενδιαφέρον μοντέλο μάθησης που έχει χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας των υπαλλήλων αλλά και των πελατών της IBM, προέρχεται από ερευνητές του τομέα εκπαίδευσης της εταιρίας και είναι ένα μοντέλο τεσσάρων επιπέδων μεικτής (blended) μάθησης (Lewis and Orton, 2006). Αυτό που στην πραγματικότητα προτείνεται είναι η πλαισίωση τριών επιπέδων που υποστηρίζονται από την τεχνολογία με τη μέθοδο της παραδοσιακής «πρόσωπο με πρόσωπο» εκπαίδευσης. Τα τέσσερα επίπεδα του εν λόγω μοντέλου είναι: (1) η παροχή online πληροφόρησης και ενημέρωσης, (2) οι online διαδραστικές προσομοιώσεις

μαθημάτων, (3) η online συνεργατική εκπαίδευση και (4) η «πρόσωπο με πρόσωπο» αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο. Το Σχήμα 2.3 περιγράφει την εν λόγω προσέγγιση.

Τα ευφυή συστήματα καθοδηγητικής μάθησης (intelligent tutoring systems), ή ευφυείς δάσκαλοι, ή γνωσιακοί σύμβουλοι, παρουσιάζουν υψηλού βαθμού διαδραστικότητα και προσφέρουν περιβάλλοντα μάθησης που πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι βελτιώνουν την εμπειρία της διδασκαλίας και κατά συνέπεια καθιστούν αποτελεσματικότερη την εκπαιδευτική διαδικασία (Murray, 1999; VanLehn, 2006; Koedinger et.al 2003). Οι ευφυείς δάσκαλοι βασίζονται κατά βάση σε τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να παράσχουν διαδραστικές οδηγίες, προσαρμόσιμες στις ατομικές ανάγκες, τα χαρακτηριστικά και την προσωπικότητα των εκπαιδευομένων, καθώς επίσης και πρακτική υποστήριξη των εκπαιδευομένων στην εκμάθηση του τρόπου επίλυσης σύνθετων προβλημάτων και αιτιολόγησης των λύσεων. Τα συστήματα καθοδηγητικής μάθησης είναι ένα είδος ευφών δασκάλων, που βασίζονται στις θεωρίες της γνωσιακής ψυχολογίας (και ειδικότερα στην επίλυση προβλημάτων γνωσιακής ψυχολογίας) και τη μάθησης. Οι γνωσιακοί σύμβουλοι παρέχουν επίσης πλούσια και ολοκληρωμένα περιβάλλοντα επίλυσης προβλημάτων με «φροντιστηριακού τύπου» καθοδήγηση, προσφέροντας άμεση και βήμα προς βήμα βοήθεια και υποστήριξη. Επιπλέον έχουν ενσωματωμένες δυνατότητες εποικοδομητικής ανατροφοδότησης (constructive feedback), μέσω ειδικών μηνυμάτων για την αντιμετώπιση συνηθισμένων σφαλμάτων, και ad-hoc εκπαιδευτικών συμβουλών. Μπορούν επίσης να επιλέξουν και να ταξινομήσουν τα προβλήματα με βάση τις επιμέρους επιδόσεις των εκπαιδευομένων (Koedinger et al., 2007).

Ιστορικά, οι γνωσιακοί σύμβουλοι προέκυψαν μέσα από την προσπάθεια εφαρμογής της γνωστικής θεωρίας ACT-R και ο σχεδιασμός και ανάπτυξη τους βασίζονται στην επιστημονική περιοχή της γνωσιακής ψυχολογίας (Anderson et al. 1995). Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, πολλοί ερευνητές διερεύνησαν και τόνισαν τη σημασία των μεταβλητών και των επιμέρους παραμέτρων κινητοποίησης στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Ryan, Deci, 2000). Οι χαμηλές επιδόσεις στα μαθήματα αποδίδονται από τους εκπαιδευτές στην έλλειψη κινητοποίησης και οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί στην «πρόσωπο με πρόσωπο» εκπαίδευση θα ήθελαν να βρουν τρόπους ενίσχυσης των κίνητρων μάθησης των εκπαιδευομένων. Ένας σημαντικός αριθμός

σχετικών μελετών έχουν αποκαλύψει ότι οι εκπαιδευόμενοι που έχουν εσωτερικά κίνητρα, παρουσιάζουν, σε σύγκριση με εκπαιδευομένους που δεν υποκινούνται μέσω εσωτερικών κινήτρων, σημαντικά υψηλότερες επιδόσεις και υψηλότερα επίπεδα αντίληψης και πνευματικής ολοκλήρωσης και οι αντιλήψεις τους είναι κατά κανόνα φιλικότερα προσκείμενες απέναντι στη μάθηση (Fontaine, 1994; Harter & Connell, 1984; Makri-Botsari, 1999; Deci et al., 2001; Gottfried, 1990).

Άλλες μελέτες, οι οποίες εστίασαν στα κίνητρα μάθησης και πώς αυτά μετατρέπονται σε κίνητρα «διά βίου» μάθησης (Venkatesh, 1999, Makri-Botsari & Megari, 2001), έχουν επίσης καταδείξει ότι τα εσωτερικά ή εγγενή κίνητρα για μάθηση αποτελούν αναγκαία συνθήκη για την προώθηση διαχρονικών εκπαιδευτικών στάσεων και δεξιοτήτων και την εκδήλωση σταθερών και αξιόπιστων συμπεριφορών απέναντι στη μάθηση. Προκύπτει εν γένει ότι τα εγγενή κίνητρα υποκίνησης για ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον αποτελούν σημαντικό λόγο για τη συμμετοχή στην εκπαιδευτική διαδικασία και την προώθηση της διαχρονικής, δια βίου μάθησης. Επιπλέον, το ερώτημα πώς μπορούν να ενισχυθούν τα εσωτερικά μαθησιακά κίνητρα και οι επιδόσεις, έχει υπάρξει κεντρικής σημασίας και ενδιαφέροντος για πολλούς εκπαιδευτικούς και ψυχολόγους. Προς αυτή την κατεύθυνση, οι εκπαιδευτές αλλά και οι διδακτικές πρακτικές θεωρούνται κρίσιμοι παράγοντες που μπορεί να συμβάλλουν στην ανάπτυξη του εγγενούς ενδιαφέροντος και την ενίσχυση των εσωτερικών κινήτρων για τη μάθηση (Weiler, 2004).

Σύμφωνα με τη θεωρία του Rogers (Rogers, 1961; Rogers, 1974), κάθε άτομο αισθάνεται ως βασική ανάγκη τη διατήρηση, προστασία και βελτίωση της αυτοαντίληψης του, η οποία ταυτόχρονα αποτελεί τη μοναδική κινητήρια δύναμη της αυτοπραγμάτωσης. Η ύπαρξη των εσωτερικών κινήτρων, ως κινητήρια δύναμη κινητοποίησης του ατόμου, αποτελεί ένα τεράστιο πλεονέκτημα για τον εκπαιδευτή. Ο Rogers, θεωρεί ότι είναι πιθανότερο οι εκπαιδευτικοί να κατευθύνουν αυτό το κίνητρο για την επίτευξη εκπαιδευτικών σκοπών και για την προσωπική ανάπτυξη των εκπαιδευομένων, αν οι εκπαιδευόμενοι θεωρήσουν ότι λαμβάνουν από τους εκπαιδευτές τους το ενδιαφέρον, την υποστήριξη και την αποδοχή που αναμένουν. Στάσεις των εκπαιδευτικών, όπως είναι η μεγαλύτερη έμφαση στη βαθμολόγηση, η μεγαλύτερη εστίαση στον ανταγωνισμό και το μειωμένο προσωπικό ενδιαφέρον για τους μαθητές,

έχουν άμεσες αρνητικές επιπτώσεις στις επιδόσεις των εκπαιδευομένων και κατά συνέπεια στα κίνητρα (Makri-Botsari, 2001). Από την άλλη, αξίζει να σημειωθεί ότι σημαντικός αριθμός ερευνητικών μελετών έχουν καταδείξει ότι οι εκπαιδευτικές πρακτικές που εστιάζουν, όχι μόνο στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων, αλλά και στην ενίσχυση της αυτοεκτίμησης των εκπαιδευομένων, είναι περισσότερο αποτελεσματικές (Davis & Brember, 1999; Deci & Ryan, 2004; Yeung & Wong, 2004; Swann et al., 2007). Εν κατακλείδι θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αυτοεκτίμηση και η αυτοαντίληψη έχουν μελετηθεί ιδιαίτερα και θεωρούνται σημαντικές παράμετροι και μεταβλητές στη διαδικασία ανάπτυξης, όχι μόνο της εκπαιδευτικής και μαθησιακής διαδικασίας, αλλά και της ίδιας της ανθρώπινης ύπαρξης.

## **2.2. Ευφυή Συστήματα Καθοδηγητικής Μάθησης (Intelligent Tutoring Systems)**

Διαχρονικά, η γνώση επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των διαθέσιμων συμβόλων και εργαλείων. Ως εκ τούτου, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και υπό την ευρύτερη έννοια η τεχνολογία, δε θα πρέπει να θεωρούνται απλώς μέσα που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση της γνώσης αλλά πολύ περισσότερο εργαλεία διευκόλυνσης της διαδικασίας της μάθησης, τα οποία υποβοηθούν τον τρόπο σκέψης, τη δόμηση της γνώσης και την κατανόηση του νοήματος. Τα Intelligent Tutoring Systems (ITS) αξιοποιούν την τεχνολογία προς όφελος της εκπαίδευσης, παρέχοντας υποστήριξη και καθοδήγηση στους εκπαιδευόμενους να επιτύχουν τους εκπαιδευτικούς τους στόχους. Η σύγχρονη εκπαιδευτική πραγματικότητα, η οποία εν πολλοίς βασίζεται σε συμπεριφορικά πρότυπα (Jonassen, 1998), πολλές φορές δυσχεράνει την επίτευξη των στόχων του εκπαιδευτικού έργου, αφού χαρακτηρίζεται από:

- έλλειψη δραστηριοτήτων που εστιάζουν στην καλλιέργεια των δεξιοτήτων των εκπαιδευομένων
- απαξίωση των προσωπικών εμπειριών και βιωμάτων των εκπαιδευομένων
- αποθάρρυνση της εργασίας σε ομάδες και έλλειψη συνεργατικότητας
- ελλιπή αξιοποίηση της τεχνολογίας ως διευκολυντή της εκπαιδευτικής διαδικασίας

- απομνημόνευση και όχι στην κριτική προσέγγιση του εκπαιδευτικού αντικειμένου.

Στον Πίνακα 2.1, παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των νέων διδακτικών αντιλήψεων σε σχέση με τις παραδοσιακές (Τζουμάκας, 2003). Οι σύγχρονες εκπαιδευτικές θεωρίες προσδιορίζουν την ανακάλυψη γνωσιακών προτύπων και πληροφοριών ως μια διαδικασία που μπορεί να προκύψει κατά την διάρκεια και μέσα από το αποτέλεσμα της εκπαιδευτικής εργασίας. Το αποτέλεσμα αυτό να μεν δε μπορεί να είναι επακριβώς προσδιορισμένο, αλλά επηρεάζεται και συνδέεται με προηγούμενα γνωσιακά πρότυπα, καθημερινές εμπειρίες και ψυχολογικές αντιδράσεις σε καταστάσεις και συμπεριφορές. Βασική αρχή των γνωσιακών εργαλείων, είναι όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2.1 ότι παρέχουν υποστήριξη στους εκπαιδευόμενους στους τομείς της οργάνωσης, ανακατασκευής και αναπαράστασης της παρεχόμενης πληροφορίας μέσα από διαδικασίες δημιουργίας και σύνθεσης και όχι με μηχανική αναπαραγωγή και επανάληψη.

<b>Παραδοσιακές Διδακτικές Αντιλήψεις</b>	<b>Νέες Διδακτικές Αντιλήψεις</b>
Η μάθηση είναι απλή διαδικασία, ανεξάρτητη από το περιβάλλον	Η μάθηση είναι σύνθετη διαδικασία και συναρτάται άμεσα από το περιεχόμενο αλλά και το περιβάλλον
Οι εκπαιδευόμενοι είναι αποδέκτες της γνώσης	Οι εκπαιδευόμενοι δημιουργούν τη γνώση
Η μάθηση είναι συμπεριφορική διαδικασία και εστιάζει σε παροχή κινήτρων για την αύξηση της απόδοσης	Η μάθηση είναι δυναμική γνωσιακή διαδικασία που συνεχώς εξελίσσεται
Βασικό συστατικό της μαθησιακής διαδικασίας είναι η αποστήθιση της γνώσης	Βασικό συστατικό της μαθησιακής διαδικασίας είναι η ανακάλυψη της γνώσης μέσα από προσωπικά βιώματα και εμπειρίες

**Πίνακας 2.1: Νέες έναντι Παραδοσιακών Διδακτικών Αντιλήψεων** (Τζουμάκας, 2003)

Οι θεωρίες του Vygotsky για τον διαμεσολαβητικό ρόλο των εργαλείων και των σημείων στην πνευματική ανάπτυξη, έχουν σαν αφετηρία την κοινωνική, πολιτιστική και ιστορική σχολή της ψυχολογίας και καθιστούν κεντρικό σημείο αναφοράς το χαρακτήρα της ανθρώπινης δραστηριότητας και την πνευματική ανάπτυξη. Τα σημεία έχουν εσωτερικό προσανατολισμό και αποτελούν μέσο ψυχολογικής επίδρασης με σκοπό την απόκτηση ελέγχου. Αντίθετα, τα εργαλεία έχουν εξωτερικό προσανατολισμό και στοχεύουν στον έλεγχο της «φύσης». Η σημειωτική διαμεσολάβηση αποτελεί σύμφωνα τον Vygotsky σημείο «κλειδί» στη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης και στηρίζεται σε ένα ευρύ σύνολο διαμεσολαβητικών μέσων, όπως η γλώσσα, η γραφή, τα συστήματα συμβόλων και αρίθμησης, τα έργα τέχνης, τα σχήματα, τα διαγράμματα, οι χάρτες, οι τεχνικές απομνημόνευσης κ.λπ (Vygotsky, 1978; 1987).

Θα πρέπει ακόμη να τονιστεί ότι τα γνωσιακά εργαλεία μάθησης έχουν την ιδιότητα, όχι μόνο να ενισχύουν την δυνατότητα απόκτησης γνώσης αλλά επιπλέον να μετασχηματίζουν τη γνώση με τρόπο τέτοιο ώστε η απόκτησή της να καθίσταται ευκολότερη και η αφομοίωσή της αποτελεσματικότερη. Αν για παράδειγμα θεωρήσουμε τα αποθηκευμένα εξωτερικά σύμβολα που έχουμε συσσωρεύσει ως «εργαλεία» στο νου μας, τότε σύμφωνα με το Vygotsky ο νους μας μετασχηματίζεται με την χρήση τέτοιων εργαλείων και η γνωσιακή εκπαίδευση μεγιστοποιεί την αξιοποίηση και χρήση των εν λόγω εργαλείων, καθιστώντας τα γνωσιακά εργαλεία. Τα γνωσιακά εργαλεία είναι αυτά που εν κατακλείδι προωθούν την κριτική σκέψη και την αποτελεσματική μάθηση λειτουργώντας ως «νοητικοί συνεργάτες».

Πριν από μερικές δεκαετίες, πολλοί υποστήριζαν ότι η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών στην εκπαίδευση (ηλεκτρονική μάθηση) θα έφερνε επανάσταση στη μαθησιακή διαδικασία και θα την καθιστούσε ελκυστικότερη και ουσιαστικότερη. Ωστόσο είναι προφανές ότι κάθε εκπαιδευτικό μέσο έχει τα δικά του γνωσιακά χαρακτηριστικά, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Τον αρχικό ενθουσιασμό διαδέχτηκε ο σκεπτικισμός και ο προβληματισμός. Σε πολλές περιπτώσεις, η ηλεκτρονική μάθηση, απέτυχε να βελτιώσει τη διδασκαλία και την μάθηση γιατί χρησιμοποιήθηκε για να υπηρετήσει παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας και όχι ως

γνωσιακό εργαλείο. Οι Salomon et al. (1991) οριοθέτησαν την παραδοσιακή χρήση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση και τη χρήση της ως γνωσιακό εργαλείο μιλώντας για αποτελέσματα *από* ή *με* τη χρήση της τεχνολογίας.

Τα βασικά βήματα που ακολουθούνται κατά τη διαδικασία της ηλεκτρονικής μάθησης θα μπορούσαν να συνοψισθούν στα εξής:

1. Οι εκπαιδευόμενοι εκτίθενται στα μηνύματα που παρέχονται από τα τεχνολογικά μέσα και κωδικοποιούν τα μηνύματα που λαμβάνουν.
2. Οι εκπαιδευόμενοι ανταποκρίνονται στα μηνύματα που έχουν λάβει και παρέχουν απόκριση/ ανατροφοδότηση στα ηλεκτρονικά μέσα.

Σύμφωνα με σχετικές έρευνες για την ηλεκτρονική μάθηση και τα γνωσιακά εργαλεία μάθησης, οι υπολογιστές έχουν θετικό αντίκτυπο στη μάθηση και κατά κανόνα επιτυγχάνουν την κινητοποίηση των εκπαιδευόμενων, ενώ η μαθησιακή διαδικασία είναι γενικά ταχύτερη. Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται μπορούν να παράσχουν εκπαίδευση σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα παρέχοντας εναλλακτικούς φορμαλισμούς για να παρουσίαση ιδεών και πληροφοριών. Η χρήση των γνωσιακών εργαλείων σαφώς συμβάλλει στην ανάπτυξη της δημιουργικής ικανότητας σκέψης και την παραγωγή νέας γνώσης, η οποία προκύπτει μέσα από τις διαδικασίες της ανάλυσης, σύνθεσης και αξιολόγησης. Είναι βέβαια σημαντικό να τονισθεί ότι σύμφωνα με τους Salomon et al. (1991), τα γνωσιακά αποτελέσματα της ηλεκτρονικής μάθησης εξαρτώνται από το βαθμό δέσμευσης των εκπαιδευόμενων.

### **3. Το CTAT ως Εργαλείο Γνωσιακής Μάθησης**

#### **3.1. Επισκόπηση της πλατφόρμας CTAT**

Η πλατφόρμα μάθησης CTAT (Cognitive Tutor Authoring Tools) αποτελείται από ελεύθερο λογισμικό που διατίθεται κυρίως για ερευνητικούς σκοπούς και λειτουργεί στηριζόμενη στη μετάφραση και το μετασχηματισμό της συμπεριφοράς των εκπαιδευόμενων κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Χρησιμοποιεί ένα



υποκείμενο γνωσιακό μοντέλο που αποτυπώνει, υπό τη μορφή κανόνων παραγωγής, τις γνώσεις και δεξιότητες που ο εκπαιδευόμενος αναμένεται να αποκτήσει (Koedinger et. al, 1997). Μέσα από το εν λόγω εργαλείο, ο εκπαιδευόμενος υποστηρίζεται κατά τη διαδικασία μάθησης και υποβοηθάται, μέσα από μια σειρά βημάτων που ο ίδιος υποκινεί με τις επιλογές και τις αποφάσεις του, ακολουθώντας τις αρχές της γνωσιακής μάθησης και της Θεωρίας της Δραστηριότητας, η οποία θα αναλυθεί στην επόμενη ενότητα. Χαρακτηριστικό κομμάτι του εργαλείου είναι ο συγγραφέας εκπαιδευτή.

Ένας «συγγραφέας εκπαιδευτή» (instructor author) επιδεικνύει στο σύστημα, πώς οι εκπαιδευόμενοι αναμένεται να επιλύσουν τα προβλήματα που τους ανατίθενται και τι λάθη αναμένεται να κάνουν. Τα γνωσιακά εργαλεία συγγραφής εκπαιδευτών του CTAT περιλαμβάνουν τρεις διαφορετικές εφαρμογές: (1) εξωτερικό γραφικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης (GUI builder) όπως είναι το NetBeans ή το Flash της Macromedia, (2) μια σειρά βασικών εργαλείων για ανάλυση και επίδειξη εκπαιδευτικών ενεργειών καθώς επίσης και για έλεγχο, εντοπισμό και διόρθωση σφαλμάτων των γνωσιακών μοντέλων, και (3) εξωτερικό πρόγραμμα επεξεργασίας γνωσιακών μοντέλων (συνήθως Eclipse).

Δύο από τα βασικότερα επιμέρους λειτουργικά τμήματα του CTAT είναι:

1. Ο Καταγραφέας Συμπεριφοράς (Behavior Recorder). Πρόκειται για βασικό εργαλείο με τρεις βασικές λειτουργίες:
  - a. Καταγράφει παραδείγματα ορθής και εσφαλμένης συμπεριφοράς, όπως αυτά επιδεικνύονται από το συγγραφέα στο περιβάλλον αλληλεπίδρασης των εκπαιδευομένων, υπό τη μορφή γραφημάτων συμπεριφοράς.
  - b. Υλοποιεί τη λειτουργία «ανίχνευσης βάσει παραδείγματος».
  - c. Παρέχει υποστήριξη για το σχεδιασμό και τον έλεγχο των γνωσιακών μοντέλων.
2. Ο Επεξεργαστής της «Μνήμης Εργασίας» (Working Memory Editor). Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη γνωσιακών μοντέλων επιτρέποντας στους συγγραφείς να εξετάζουν και να τροποποιούν τα περιεχόμενα της «μνήμης

εργασίας» του γνωσιακού μοντέλου. Η λειτουργικότητα αυτή είναι ιδιαίτερα επιθυμητή και αναγκαία κυρίως κατά την ανάπτυξη του γνωσιακού μοντέλου.

Πέραν των ανωτέρω, άλλα σημαντικά εργαλεία για την υλοποίηση γνωσιακών εκπαιδευτών είναι τα ακόλουθα (Aleven et al., 2006):

- Δέντρο Συγκρούσεων (Conflict Tree) και Παράθυρο «Γιατί Όχι» (Why Not Window): Πρόκειται για εργαλεία εντοπισμού σφαλμάτων (debugging tools) του γνωσιακού μοντέλου, τα οποία παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την πλήρη ή μερική ενεργοποίηση κανόνων που διερευνούνται από τον αλγόριθμο ιχνηλάτησης του μοντέλου. Το Δέντρο Συγκρούσεων αναφέρεται ειδικά στην ιχνηλάτηση του μοντέλου, ενώ το παράθυρο «Γιατί Όχι» είναι χρήσιμο για προγραμματισμό γενικών κανόνων παραγωγής.
- Κονσόλα Jess: Παρέχει τη δυνατότητα σε ένα συγγραφέα εκπαιδευτή να αλληλεπιδρά άμεσα με το μεταφραστή Jess μέσω της γραμμής εντολών και είναι χρήσιμη για τη διεξαγωγή στρατηγικών αποσφαλμάτωσης που δεν υποστηρίζονται άμεσα από το CTAT. Είναι παρόμοιο με άλλα απλά εργαλεία Jess, όπως είναι το JessWin.
- Εξωτερικός Επεξεργαστής: Πρόκειται για εργαλείο που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία κανόνων του Jess που αφορούν στο γνωσιακό μοντέλο. Το ειδικό υποστηρικτικό λογισμικό (plugin) του Jess για Eclipse, παρέχει δυνατότητες συντακτικού ελέγχου και αυτόματης συμπλήρωσης. Άλλοι αντίστοιχοι επεξεργαστές μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν, αφού το CTAT δε θέτει σχετικούς περιορισμούς.

Ο απλούστερος τρόπος για να χρησιμοποιήσει κανείς το CTAT για την ανάπτυξη και υλοποίηση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, είναι να ακολουθήσει τα παρακάτω δύο βήματα:

1. Δημιουργία περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης/ διεπαφής με τον εκπαιδευόμενο (graphical user interface building). Το εν λόγω περιβάλλον διευκολύνει την έκφραση του τρόπου σκέψης και μπορεί εύκολα να κατασκευαστεί με λειτουργίες «υψηλού επιπέδου» του τύπου «drag and drop», δηλαδή χωρίς να απαιτείται

προγραμματισμός. Οι λειτουργίες αυτές επιτυγχάνονται με τη βοήθεια σχετικού λογισμικού που διευκολύνει την κατασκευή τέτοιων περιβαλλόντων, όπως είναι τα Flash και Java.

2. Η αυτόματη δημιουργία γραφημάτων συμπεριφοράς, με χρήση της μεθόδου «ιγνηλάτησης παραδειγμάτων» (example-based tutors). Τα γραφήματα συμπεριφοράς (behavior recorders) περιέχουν πολλαπλά μονοπάτια επιλογών, ανάλογα με τις πιθανές επιλογές (σωστές ή λανθασμένες, ενδεδειγμένες ή μη) που ο εκπαιδευόμενος πραγματοποιεί μέσω του περιβάλλοντος διεπαφής. Επιπλέον, παρέχουν τη δυνατότητα προσθήκης βοήθειας και μηνυμάτων λάθους, αλλά και δυνατότητες τροποποίησής τους (editing) μετά την αρχική αυτόματη παραγωγή τους.

Πέραν των προαναφερθεισών θεμελιωδών λειτουργιών, το λογισμικό STAT εμπεριέχει και μια σειρά περισσότερο προηγμένων λειτουργιών/ χαρακτηριστικών τα οποία συνοψίζονται στα ακόλουθα:

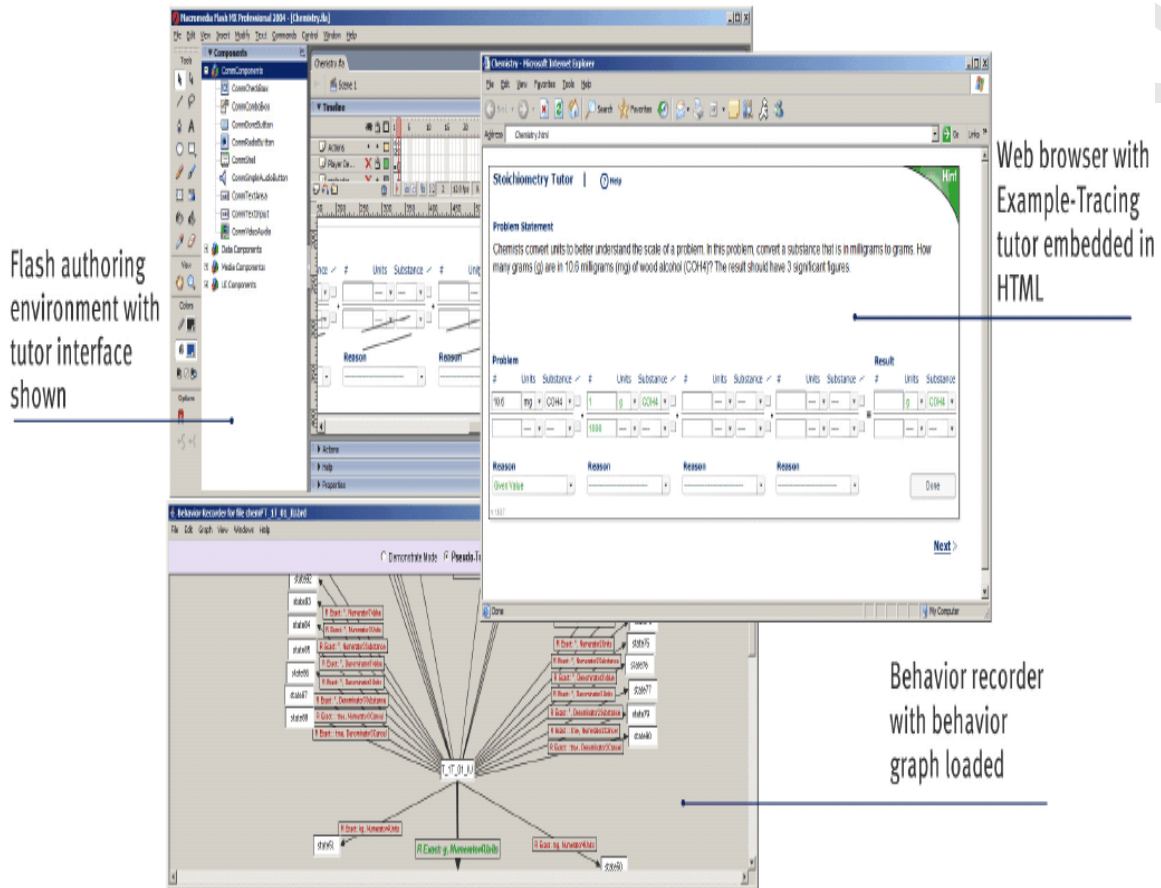
1. Δυναμικά περιβάλλοντα αλληλεπίδρασης (Dynamic Interfaces), δηλαδή περιβάλλοντα τα οποία καθιστούν την αλληλεπίδραση περισσότερο άμεση και δυναμική, για παράδειγμα μέσω της εμφάνισης και απόκρυψης του κειμένου σε διάφορες φάσεις της εκπαιδευτικής διαδικασίας.
2. Ευελιξία στον εντοπισμό και την ταύτιση της συμπεριφοράς των εκπαιδευομένων, μέσα από καλά επιλεγμένους περιορισμούς σειράς εκτέλεσης βημάτων (ordering constraints), αλλά και με την ενδεδειγμένη χρήση των κατάλληλων τύπων (formulas). Οι περιορισμοί σειράς εκτέλεσης εισάγονται σε κάθε κλάδο του γραφήματος καταγραφής συμπεριφοράς, ώστε να ακολουθείται από τον εκπαιδευόμενο η σωστή αλληλουχία βημάτων για την επίλυση ενός προβλήματος. Οι τύποι, από την άλλη, παρέχουν την ευελιξία καθορισμού επιτρεπόμενων συνδυασμών δεδομένων εισόδου από τους εκπαιδευόμενους.
3. Προσδιορισμός και καταγραφή της εξέλιξης των δεξιοτήτων των εκπαιδευομένων με την πάροδο του χρόνου, που επιτυγχάνεται με τη χρήση «μετρητών δεξιοτήτων» (skill meters). Οι μετρητές δεξιοτήτων απεικονίζονται με κατάλληλο τρόπο στο περιβάλλον αλληλεπίδρασης με τον εκπαιδευόμενο.

4. Παρουσίαση προβλημάτων εκπαιδευτών ως παραδείγματα εργασίας. Μέσα από τα εν λόγω παραδείγματα γίνεται αντιληπτή η χρήση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος και αφομοιώνεται η γνώση.

Έχει προκύψει μέσα από σχετικές έρευνες ότι τα κόστη ανάπτυξης γνωσιακών μοντέλων εκπαίδευσης είναι υψηλά (Murrey, 1999; Koedinger et al., 1999). Παρόλα αυτά εκπαιδευτικά εργαλεία όπως το CTAT, διευκολύνουν την εν λόγω προσπάθεια ανάπτυξης και επιταχύνουν το έργο δημιουργίας διαδραστικών μαθημάτων. Τα βασικά χαρακτηριστικά του CTAT τα οποία συμβάλλουν στην επιτάχυνση της ανάπτυξης, είναι (1) οι αυτοματοποιήσεις που παρέχονται και οι οποίες ελαχιστοποιούν τις ανάγκες προγραμματισμού, όπως είναι για παράδειγμα οι λειτουργίες «drag and drop» για τη δημιουργία περιβαλλόντων αλληλεπίδρασης, ή «προγραμματισμός βάσει επίδειξης (demonstration based programming), (2) η χρήση ενδεδειγμένων μεθόδων αλληλεπίδρασης ανθρώπου – ηλεκτρονικού υπολογιστή που έχουν προέλθει από τη σχετική ερευνητική δραστηριότητα και τις εκπαιδευτικές κοινότητες που επί σειρά ετών ασχολούνται με το ζήτημα και (3) η αξιοποίηση, πέραν των εφαρμογών του CTAT αυτών καθαυτών, υφιστάμενων εργαλείων, εφαρμογών και πρωτοκόλλων επικοινωνίας που είναι κατάλληλα για τη δημιουργία επιμέρους τμημάτων ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος εκπαίδευσης.

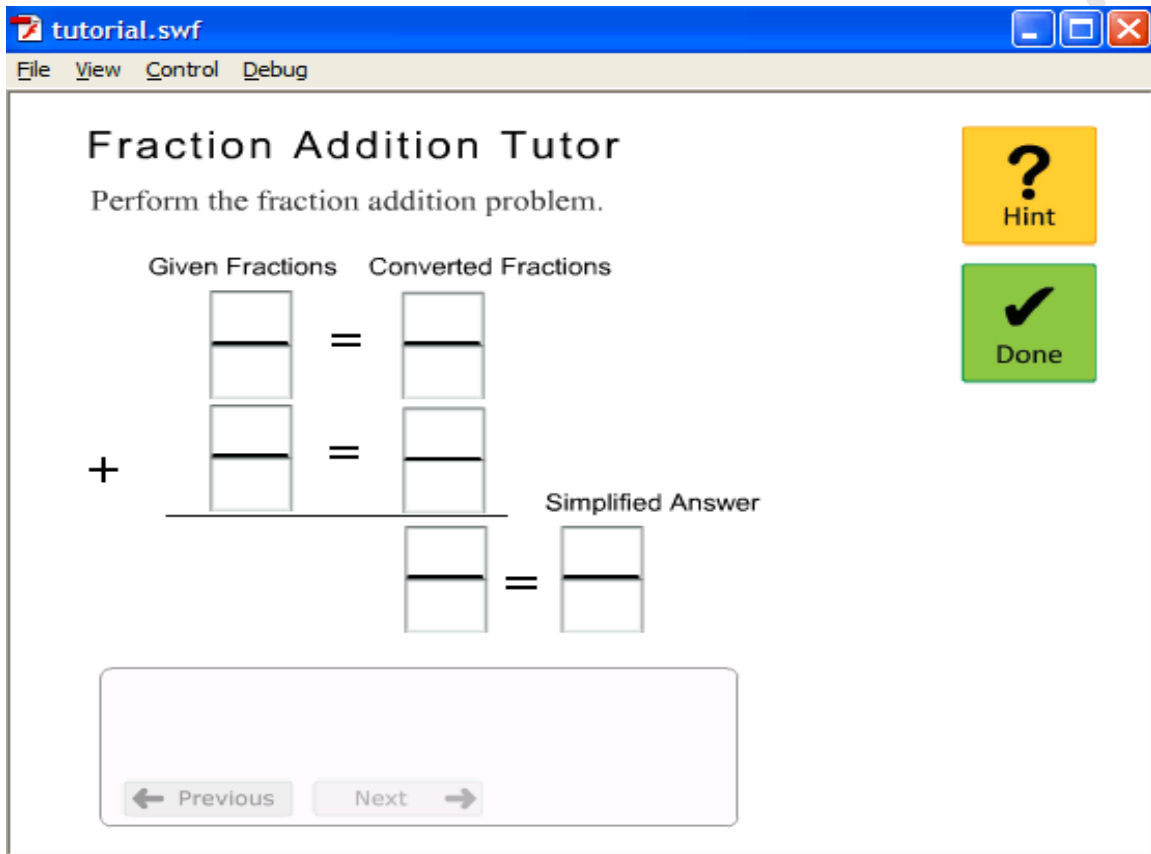
### **3.2. Βασική Λειτουργικότητα και Πλεονεκτήματα Συγγραφέων Εκπαιδευτή CTAT**

Στην παρούσα εργασία θα αξιοποιηθούν οι βασικές λειτουργίες του λογισμικού, αλλά και κάποιες από τις προηγμένες που προαναφέρθηκαν (π.χ. δυναμικό interface και περιορισμούς σειράς εκτέλεσης βημάτων). Μια γενική περιγραφή της λειτουργικότητας του CTAT παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.1.



**Σχήμα 3.1: Γενική Λειτουργικότητα CTAT.** ( Bruce Mc Laren (2006) - Educational Technologies WS 2006/07)

Στο αριστερό τμήμα του Σχήματος είναι εμφανές καταρχάς ένα παράθυρο που παρέχεται από το λογισμικό Flash και μας δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας γραφικού περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης (graphical user interface). Στο δεξί μέρος του Σχήματος, υπάρχει ένα παράθυρο που δείχνει πώς εμφανίζεται το περιβάλλον αλληλεπίδρασης μέσα από ένα web browser, ενώ στο κάτω μέρος υπάρχει ένα γράφημα που έχει καταγραφεί από τον «καταγραφέα συμπεριφοράς» και απεικονίζει, τα βήματα που μπορεί να ακολουθήσει ο εκπαιδευόμενος για να επιλύσει το πρόβλημα.



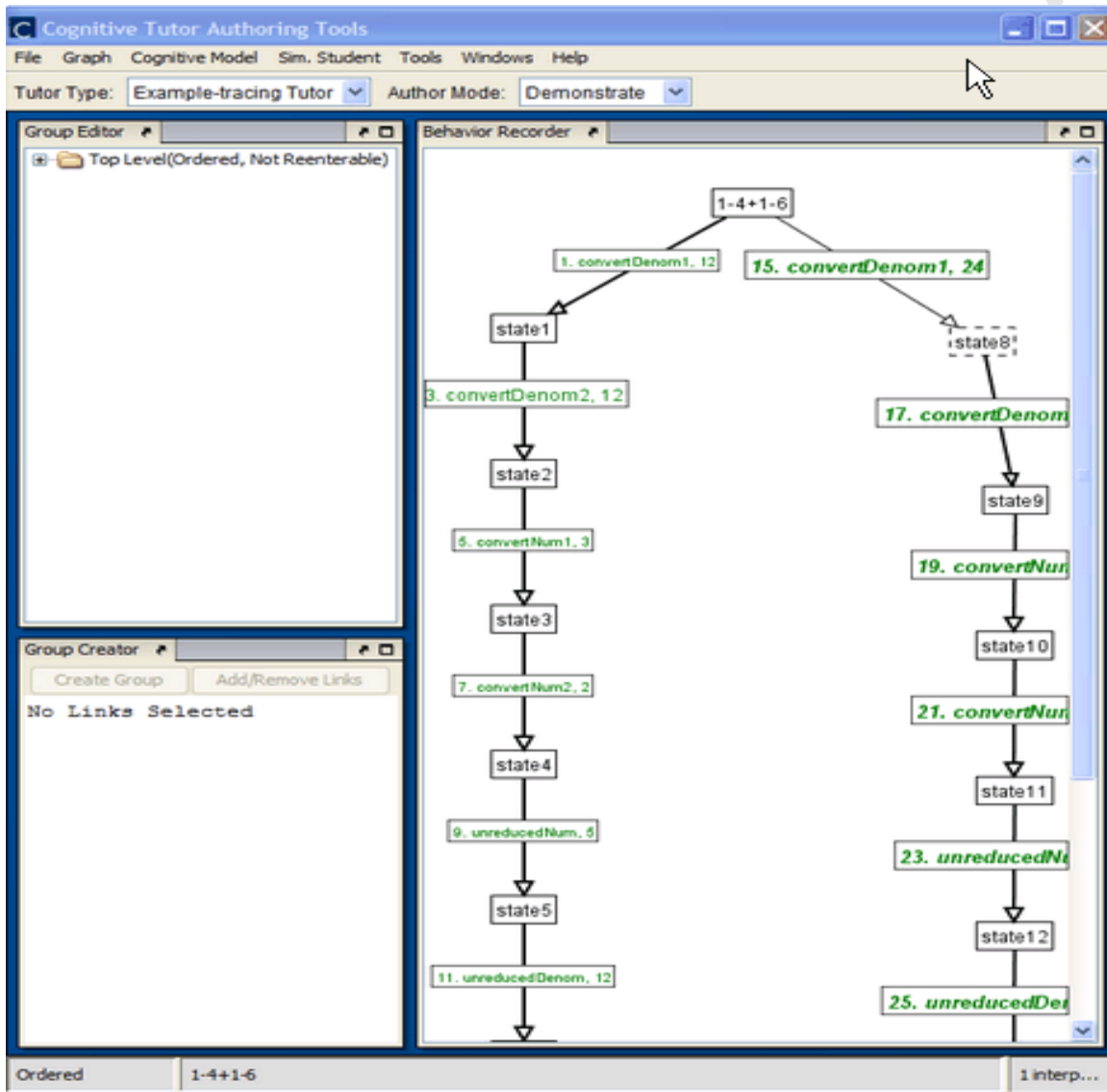
Σχήμα 3.2: Περιβάλλον Διεπαφής CTAT με Flash. (<http://ctat.pact.cs.cmu.edu>)

Ένα παράδειγμα δημιουργίας περιβάλλοντος διεπαφής μέσα από το λογισμικό Flash που παρουσιάζεται στο <http://ctat.pact.cs.cmu.edu>, απεικονίζεται στο παρακάτω Σχήμα 3.2. Το εν λόγω περιβάλλον κατασκευάζεται με τη βοήθεια της παλέτας των ειδικών λειτουργιών CTAT (CTAT components), σε συνδυασμό με την απαραίτητη ένθεση μορφοποιημένου κειμένου και γραφικών όπου απαιτείται ώστε το αποτέλεσμα να είναι όσο το δυνατό «φιλικότερο» προς τον τελικό χρήστη – εκπαιδευόμενο.

Στο εικονιζόμενο περιβάλλον απεικονίζονται σημεία εισαγωγής δεδομένων τα οποία είναι αριθμοί και δομούν δύο κλάσματα. Ο στόχος του εν λόγω περιβάλλοντος διεπαφής είναι αφενός να καταστήσει ξεκάθαρο προς τον εκπαιδευόμενο ποια είναι τα δεδομένα του προβλήματος και τι πρέπει να συμπληρωθεί από εκείνο. Ειδικότερα, στο παράδειγμα του σχήματος, τα δεδομένα είναι δύο κλασματικοί αριθμοί και το ζητούμενο είναι αφού τα κλάσματα γίνουν ομώνυμα και καταγραφούν στο σχετικό χώρο, εν

συνεχία να γίνει πρόσθεση και να καταγραφεί το άθροισμα και απλοποίηση (αν κάτι τέτοιο είναι δυνατό) με ταυτόχρονη καταγραφή του τελικού αποτελέσματος. Εκτός των σημείων εισαγωγής των αριθμητικών δεδομένων και αποτελεσμάτων, στο εν λόγω περιβάλλον αλληλεπίδρασης υφίστανται πληροφορίες υπό τη μορφή κειμένου οι οποίες έχουν επεξηγηματικό και καθοδηγητικό χαρακτήρα αλλά και την κατάλληλη μορφοποίηση για να τραβήξουν την προσοχή του εκπαιδευόμενου. Τέλος υπάρχουν και βοηθητικές λειτουργίες, που παρέχονται από τα κουμπιά “Hint” και “Done” και οι οποίες παρέχουν στον εκπαιδευόμενο χρήστη δυνατότητες να μάθει μέσα από λανθασμένες καταχωρήσεις που πραγματοποιήθηκαν και να λάβει βοήθεια για τις σωστές κατά περίπτωση απαντήσεις.

Κατόπιν δημιουργίας της οθόνης του περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης, θα πρέπει αυτό να καταστεί λειτουργικό, γεγονός που επιτυγχάνεται με τη διασύνδεσή του με το λογισμικό CTAT και τη δημιουργία του απαραίτητου μοντέλου μάθησης. Ο απλούστερος τρόπος δημιουργίας ενός τέτοιου μοντέλου είναι μέσω της διαδικασίας «Ιχνηλάτησης Παραδειγμάτων» (Example-tracing tutors), κατά την οποία το μοντέλο δημιουργείται μέσα από παραδείγματα ενδεδειγμένων και μη ενδεδειγμένων απαντήσεων, οι οποίες καταγράφονται στο γράφημα «καταγραφής συμπεριφοράς» (behavior recorder graph). Ένα παράδειγμα τέτοιου γραφήματος, το οποίο ουσιαστικά αποτελεί συνέχεια του προαναφερθέντος παραδείγματός μας, απεικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 3.3. Παρατηρούμε ότι κατά τη φάση «εκπαίδευσης» του εκπαιδευτή δημιουργείται από το CTAT ένα γράφημα κινήσεων, το οποίο είναι με απλά λόγια μια δενδρική δομή κινήσεων και ενεργειών που πρέπει να λάβουν χώρα για να επιτευχθεί η επίλυση του προβλήματος.



Σχήμα 3.3: Γράφημα Καταγραφής Συμπεριφοράς στο CTAT. (<http://ctat.pact.cs.cmu.edu>)

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, όπου ο εκπαιδευόμενος καλείται να επίλυση το πρόβλημα άθροισης των κλασμάτων  $\frac{1}{4}$  και  $\frac{1}{6}$  έχει σχηματιστεί ένα γράφημα με δύο κλάδους. Ο πρώτος από αυτούς χρησιμοποιεί το μέγιστο κοινό διαιρέτη (12) για να κάνει τα κλάσματα ομώνυμα και ο δεύτερος χρησιμοποιεί ένα άλλο κοινό πολλαπλάσιό των αριθμητών (24). Και οι δύο περιπτώσεις οδηγούν, μετά την απλοποίηση, στην ίδια τελική λύση και αποτελούν κατ' ουσία εναλλακτικούς τρόπους τους οποίους οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να επιλέξουν για να επιλύσουν το εν λόγω πρόβλημα.



Χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα το πρόβλημα υπολογισμού του αθροίσματος κλασμάτων του Σχήματος 3.2, δύναται να ειπωθεί ότι υφίστανται τέσσερα σημαντικά χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα του STAT τα οποία διευκολύνουν τη δημιουργία γνωσιακών μοντέλων. Τα εν λόγω πλεονεκτήματα μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

1. Ύπαρξη του καταγραφέα συμπεριφοράς ο οποίος υποστηρίζει το ταχύ και εύκολο σχεδιασμό των γνωσιακών μοντέλων.
2. Λειτουργία αυτόματης δημιουργίας του περιεχομένου της «Μνήμης Εργασίας» προς διευκόλυνση της διαδικασίας μοντελοποίησης.
3. Διευκόλυνση των δοκιμών και ελέγχων που παρέχεται από τον καταγραφέα συμπεριφοράς, μέσω της δυνατότητας απεικόνισης όλων των καταστάσεων του προβλήματος και του υφιστάμενου μηχανισμού ελέγχου παλινδρόμησης.
4. Διευκόλυνση της διαδικασίας τοπικού εντοπισμού σφαλμάτων μέσω του Δέντρου Συγκρούσεων και του Παράθυρου «Γιατί Όχι».

Πριν από την ανάπτυξη ενός γνωσιακού μοντέλου, ο συγγραφέας δημιουργεί ένα περιβάλλον αλληλεπίδρασης με τους εκπαιδευομένους για την επίλυση του υπό εξέταση προβλήματος, χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή δημιουργίας διεπαφών (GUI Builder). Εν συνεχεία, δημιουργεί τα προβλήματα-παραδείγματα και καταγράφει τους δυνατικούς τρόπους επίλυσης με τη βοήθεια του καταγραφέα συμπεριφοράς. Τα παραδείγματα αυτά καθοδηγούν τις προσπάθειες για ανάπτυξη του μοντέλου, ενώ ταυτόχρονα χρησιμεύουν και ως περιπτώσεις δοκιμών. Στη συνέχεια ο συγγραφέας χαρακτηρίζει κάθε βήμα των καταγεγραμμένων λύσεων του προβλήματος με ονόματα αντιπροσωπευτικά των σχετικών δεξιοτήτων που απαιτούνται σε κάθε περίπτωση. Πρόκειται για δραστηριότητα γνωσιακής ανάλυσης, αφού ο συγγραφέας καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο το σύνολο των απαιτούμενων δεξιοτήτων για τη τελική επίλυση του προβλήματος διασπάται σε μικρότερα τμήματα. Η ανωτέρω διαδικασία αποτελεί ταυτόχρονα ένα τρόπο για τον ταχύτερο και αποτελεσματικότερο σχεδιασμό του γνωσιακού μοντέλου, δεδομένου ότι ο συγγραφέας θα δημιουργήσει αργότερα κανόνες παραγωγής που αντιστοιχούν σε κάθε δεξιότητα που έχει προσδιοριστεί. Πρέπει να επισημανθεί ότι, πλεονέκτημα του STAT αποτελεί το γεγονός ότι το εν λόγω βήμα, αν και αποτελεί τμήμα της διαδικασίας

κατασκευής του τελικού αλγορίθμου, παρέχεται ως ενδιάμεσο στάδιο, χρησιμεύοντας έτσι ως δυνατότητα ημι-αυτοματοποιημένης διαδικασίας ελέγχου για το τελικό γνωσιακό μοντέλο. Έχοντας ήδη δημιουργήσει ένα περιβάλλον αλληλεπίδρασης των εκπαιδευομένων καθώς επίσης και σχολιασμένα παραδείγματα (τμήματα του τελικού μοντέλου), το επόμενο βήμα για τον συγγραφέα είναι να δημιουργήσει τη μνήμη εργασίας για το γνωσιακό μοντέλο.

Στο Jess, η Μνήμη Εργασίας δεν είναι τίποτα άλλο παρά μια συλλογή από «γεγονότα» (facts) των οποίων τα χαρακτηριστικά πρέπει πρώτα να δηλωθούν μέσω της λειτουργικής δυνατότητας των προτύπων (templates). Το CTAT διευκολύνει τη διαδικασία αυτή δημιουργώντας το αρχικό περιεχόμενο της μνήμης εργασίας για τον συγγραφέα. Η δομή που παράγεται από το CTAT «καθρεπτίζει» το περιβάλλον αλληλεπίδρασης εκπαιδευομένων δημιουργώντας ένα γεγονός για κάθε στοιχείο (widget) στο εν λόγω περιβάλλον. Αυτός ο τρόπος αναπαράστασης είναι ιδιαίτερα χρήσιμος όταν η εξωτερική αναπαράσταση ενός προβλήματος (όπως αυτό αποτυπώνεται στο περιβάλλον αλληλεπίδρασης) αντανακλά την εσωτερική δομή του. Ακόμη και αν τα στοιχεία του περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης δεν αντικατοπτρίζουν πλήρως την εσωτερική δομή του προβλήματος, τα γεγονότα που αντιστοιχούν σε στοιχεία του περιβάλλοντος παραμένουν ιδιαίτερα χρήσιμες πληροφορίες για την ιχνηλάτηση του μοντέλου. Η εν λόγω αναπαράσταση είναι αρχική και ο συγγραφέας πρέπει στη συνέχεια να προσθέσει τις επιμέρους πληροφορίες και να γράψει τους κανόνες παραγωγής για κάθε δεξιότητα που αποτελεί μέρος του προβλήματος. Η πραγματική επεξεργασία των κανόνων παραγωγής μπορεί να γίνει με ένα συνηθισμένο επεξεργαστή, όπως είναι η εφαρμογή Eclipse.

Κατά την πραγματοποίηση της δοκιμής των κανόνων παραγωγής, ο Καταγραφέας Συμπεριφοράς είναι βοηθητικός με δύο τρόπους:

1. Παρέχει ένα ουσιαστικά αυτοματοποιημένο τρόπο απεικόνισης για όλες τις καταγεγραμμένες καταστάσεις του προβλήματος. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να θέσει τη μνήμη εργασίας και το περιβάλλον αλληλεπίδρασης σε οποιαδήποτε κατάσταση έχει καταγραφεί από τον καταγραφέα συμπεριφοράς, απλά επιλέγοντας στο γράφημα την εν

λόγω κατάσταση. Η δυνατότητα αυτή καθιστά ευκολότερο τον έλεγχο των κανόνων που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο βήμα του προβλήματος, δεδομένου ότι απαλλάσσει το συγγραφέα από την ανάγκη άντλησης δεδομένων από το περιβάλλον αλληλεπίδρασης εκπαιδευομένων για όλα τα προηγούμενα βήματα. Βέβαια, αυτό το είδος της «χειρονακτικής» εισαγωγής είναι προφανώς χρονοβόρο, κυρίως για σύνθετα προβλήματα με πολλά βήματα, λαμβάνοντας μάλιστα υπόψη ότι πρέπει να επαναλαμβάνεται για κάθε κύκλο επεξεργασίας, δοκιμής και αποσφαλμάτωσης.

2. Υποστηρίζει ημι-αυτοματοποιημένη διαδικασία δοκιμών παλινδρόμησης κατά την οποία το γνωσιακό μοντέλο ελέγχεται έναντι ενός πλήρους γραφήματος συμπεριφοράς (δηλαδή, ως παράδειγμα συμπεριφοράς για το πώς το μοντέλο θα έπρεπε να συμπεριφέρεται στα επιμέρους βήματα για το συγκεκριμένο πρόβλημα). Το STAT υποδεικνύει μέσω μιας χρωματικής αναπαράστασης αν ο γνωσιακός εκπαιδευτής παράγει το αναμενόμενο αποτέλεσμα για κάθε μετάβαση στο γράφημα. Στην περίπτωση που αυτό δεν ισχύει, τότε κατά πάσα πιθανότητα υπάρχει πρόβλημα στο γνωσιακό μοντέλο, δηλαδή ένας ή περισσότεροι κανόνες δε λειτουργούν με τον ενδεδειγμένο τρόπο. Αυτό το είδος ελέγχου είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν οι κανόνες που έχουν συγγραφεί για ένα προγενέστερο πρόβλημα εκπαιδευτή πρέπει να τροποποιηθούν για ένα επόμενο πρόβλημα. Οι εν λόγω τροποποιήσεις εισάγουν μερικές φορές σφάλματα σε προβλήματα στα οποία έως τώρα οι κανόνες λειτούργησαν σωστά.

Για τον εντοπισμό λαθών σε ένα γνωσιακό μοντέλο, το παράθυρο Δέντρου Συγκρούσεως δείχνει τις ενεργοποιήσεις κανόνων που εντοπίστηκαν κατά τη διαδικασία ιχνηλάτησης του μοντέλου. Όταν ένας εκπαιδευόμενος υποβάλλει στον εκπαιδευτή τον τρόπο επίλυσης ενός προβλήματος, ο αλγόριθμος ιχνηλάτησης του μοντέλου αναζητά μια ακολουθία ενεργοποιημένων κανόνων που παράγουν το ίδιο αποτέλεσμα με την ενέργεια του εκπαιδευομένου. Επιπλέον, η εμφάνιση του χώρου αναζήτησης με γραφικό τρόπο, ως ένα δέντρο των ενεργοποιημένων κανόνων, αποτελεί σημαντικό βοήθημα για να κατανοήσουν οι συγγραφείς πλήρως τη συμπεριφορά του μοντέλου, κατανόηση η

οποία είναι προφανώς χρήσιμη για τον εντοπισμό σφαλμάτων ή για να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας μοντέλων που κατασκευάστηκαν από άλλους.

Τέλος, το παράθυρο «Γιατί Όχι» παρέχει μεγαλύτερο βαθμό λεπτομέρειας σχετικά με κάθε κόμβο αναζήτησης που απεικονίζεται στο Δέντρο των Συγκρούσεων. Απεικονίζει τις πλήρεις και τμηματικές ενεργοποιήσεις κανόνων που δημιουργούνται σε κάθε κόμβο. Αυτές οι πληροφορίες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες, όταν ένας κανόνας που αναμένονταν να ενεργοποιηθεί, τελικά δεν ενεργοποιήθηκε.

Καταλήγοντας, δύναται να ειπωθεί ότι η ευχρηστία και εν τέλει η αξία των ανωτέρω δυνατοτήτων είναι προφανής, ενώ η λειτουργικότητα που τελικά προσφέρουν στους συγγραφείς γνωσιακών μοντέλων είναι αναμφισβήτητα υψηλή και ιδιαίτερα σημαντική για τη συγγραφή γνωσιακών εκπαιδευτών.

### **3.3. Είδη Συγγραφέων Εκπαιδευτή CTAT και Αλγόριθμος Ανάπτυξης**

Δύο είναι τα βασικά είδη γνωσιακών εκπαιδευτών που μπορούν να δημιουργηθούν μέσω του CTAT: (1) οι γνωσιακοί εκπαιδευτές (cognitive tutors), η δημιουργία των οποίων είναι μεν δύσκολη και προϋποθέτει προγραμματιστικές δεξιότητες, οδηγεί όμως σε εκπαιδευτές που είναι κατάλληλοι για την επίλυση ομάδων προβλημάτων και όχι μεμονωμένων προβλημάτων και (2) οι εκπαιδευτές εντοπισμού παραδειγμάτων» (example tracing tutors), των οποίων η δημιουργία είναι σχετικά εύκολη και δεν προϋποθέτει προγραμματιστικές δεξιότητες, εισάγουν όμως περιορισμούς στο εύρος των περιπτώσεων που μπορούν να απαντήσουν, αφού αντιμετωπίζουν συγκεκριμένες περιπτώσεις προβλημάτων. Η προσέγγιση που συνήθως ακολουθείται κατά την κατασκευή περιβαλλόντων μάθησης είναι να δημιουργούνται στην αρχή εκπαιδευτές ιχνηλάτησης παραδειγμάτων, οι οποίοι μετά την αρχική χρήση τους να βελτιώνονται και να αποτελούν τη βάση για τη δημιουργία πληρέστερων γνωσιακών εκπαιδευτών. Την προσέγγιση αυτή ακολουθούμε και στην παρούσα εργασία, δημιουργώντας ένα εκπαιδευτή εντοπισμού παραδειγμάτων για την επίλυση ενός προβλήματος που προέρχεται από την επιστήμη της Φυσικοχημείας και έχει να κάνει με τον υπολογισμό του αριθμού νετρονίων, πρωτονίων και ηλεκτρονίων ενός ατόμου.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των γνωσιακών εκπαιδευτών είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους εκπαιδευόμενους μέσω ευρέως διαδεδομένων εφαρμογών

που φυσικά είναι προσπελάσιμες από το διαδίκτυο. Δύο είναι οι βασικοί τρόποι χρήσης των εκπαιδευτών αυτών που συνδυάζονται με το CTAT: (1) μέσω του λογισμικού java και (2) μέσω της εφαρμογής Flash της Macromedia. Στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιούμε το Flash για να δημιουργούμε ένα γραφικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης και εν συνεχεία χτίζουμε τρεις εκπαιδευτές εντοπισμού παραδειγμάτων, δηλαδή τρία γραφήματα μοντελοποίησης της συμπεριφοράς και επίλυσης παρόμοιων προβλημάτων που σχετίζονται με υπολογισμούς αριθμού πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων καθώς επίσης και του ατομικού και μαζικού αριθμού. Η λογική αλληλουχία βημάτων που ακολουθούμε για να χτίσουμε τους τρεις εκπαιδευτές εντοπισμού παραδειγμάτων» που προαναφέρθηκαν, περιγράφεται παρακάτω.

### **Αλγόριθμος Δημιουργίας Εκπαιδευτή με τη Διαδικασία « Εντοπισμού Παραδειγμάτων »**

**Βήμα 1: Δημιουργία περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης:** Δημιούργησε ένα γραφικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης για να χρησιμοποιηθεί από τους εκπαιδευόμενους κατά την εκπαιδευτική διαδικασία.

**Βήμα 2: Επίδειξη συμπεριφοράς:** «Εκπαίδευσε» τον εκπαιδευτή μέσω επίδειξης ενδεδειγμένων, μη ενδεδειγμένων και λανθασμένων λύσεων του προβλήματος.

**Βήμα 3: Γενίκευση:** Εξειδίκευσε πώς η επιδεικνυόμενη συμπεριφορά μπορεί να γενικευτεί για το συγκεκριμένο πρόβλημα, ποια είναι η επιτρεπόμενη σειρά βημάτων και ποιες είναι οι επιτρεπόμενες παραλλαγές εντός κάθε βήματος.

**Βήμα 4: Εμπλουτισμός λειτουργικότητας:** Εμπλούτισε τα βήματα της λύσης, προσθέτοντας πάνω στο «γράφημα συμπεριφοράς» βοηθητικά μηνύματα (hints) και μηνύματα λάθους (errors).

**Βήμα 5: Επανάληψη των βημάτων 1-4 και εκτέλεση δοκιμών και ελέγχων:** Έλεγξε τον υπό ανάπτυξη εκπαιδευτή, ως προς την ορθότητα και πληρότητα των λειτουργιών που εκτελεί.

**Βήμα 6: Δημοσίευση του Εκπαιδευτή στο Διαδίκτυο:** Δημοσίευσε τον εκπαιδευτή που δημιούργησες στο διαδίκτυο.

### 3.4. Θεωρία της Δραστηριότητας (Activity Theory)

Από τη γνωσιακή επανάσταση της δεκαετίας του εξήντα, η αναπαράσταση έχει αποτελέσει την κεντρική ιδέα της γνωσιακής θεωρίας, ενώ ταυτόχρονα οι θεωρίες αναπαράστασης της νόησης αποτέλεσαν θεμελιώδη λίθο της γνωσιακής επιστήμης (Fodor, 1980; Vera & Simon, 1993). Κεντρικό ρόλο σε αυτό το μοντέλο σκέψης είναι η πίστη ότι η γνώση υπάρχει αποκλειστικά στον εγκέφαλο, και η διδασκαλία αποτελεί τρόπο εξεύρεσης των πιο αποτελεσματικών μέσων για την απόκτηση της γνώσης αυτής (Gagne et al., 1993). Κατά τις δύο τελευταίες δεκαετίες, ωστόσο, πολλοί εκπαιδευτικοί ψυχολόγοι και σχεδιαστές διδασκαλίας τείνουν προς την εγκατάλειψη γνωσιακών θεωριών που δίνουν έμφαση στον ατομικό στοχασμό και την απομονωμένη νόηση. Αντί αυτού, οι ερευνητές έχουν υιοθετήσει τις θεωρίες που δίνουν έμφαση στην κοινωνική και συναρτώμενη από το περιεχόμενο φύση της γνωσιακής λειτουργίας και νόησης (Brown et al., 1989; Greeno, 1989, 1997; Lave & Wenger, 1991; Salomon, 1993). Κεντρικό ρόλο σε αυτές τις επαναθεωρήσεις κατέχει η έμφαση στην συναρτώμενη από το περιεχόμενο δραστηριότητα και η συνεχής συμμετοχή (Barab & Kirshner, 2001; Barab & Plucker,

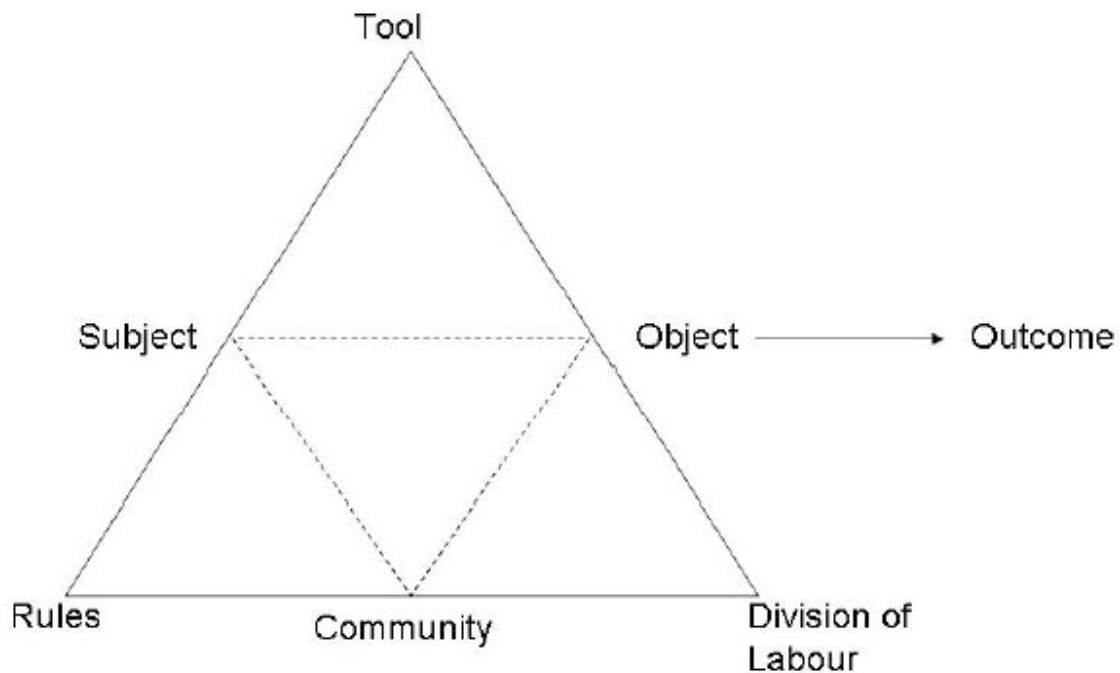
2002; Brown & Duguid, 1991). Πολύ εύστοχα ο Sfard (1998) χαρακτήρισε την εν λόγω «στροφή» στον τομέα της γνωσιακής επιστήμης και εκπαιδευτικής θεωρίας ως μια κίνηση απομάκρυνσης από την «απόκτηση» γνώσης και προσέγγισης προς μια «συμμετοχική» διαδικασία στην οποία η γνώση εκλαμβάνεται ως «γνώση σχετική με το επιμέρους αντικείμενο» και θεωρείται μία θεμελιώδης δραστηριότητα.

Παρά τον πλούτο των θεωρητικών τοποθετήσεων που θεωρούν τη μάθηση συμμετοχική διαδικασία, υπήρξαν σαφώς λιγότερες εμπειρικές και μεθοδολογικές προσεγγίσεις οι οποίες υποστηρίζουν την εν λόγω ερευνητική δραστηριότητα, προσδιορίζοντας και χαρακτηρίζοντας επιμέρους συμμετοχικές δραστηριότητες. Ο προαναφερθείς επαναπροσδιορισμός της γνώσης, ως εξαρτώμενη από το περιεχόμενο δραστηριότητα, αν και αποτελεί ελκυστική θεωρία, καθίσταται προβληματικός όταν επιχειρεί να περιγράψει τον τρόπο λειτουργίας ενός ατόμου που είναι ενταγμένο σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Κατά συνέπεια το ερώτημα «ποια είναι η οντολογική μονάδα ανάλυσης για τον χαρακτηρισμό μιας δραστηριότητας» αποτελεί θεμελιώδες ερώτημα για την εν λόγω θεωρία.

Ο καθορισμός της συμμετοχικής μονάδας αποτελεί θεμελιώδη πρόκληση που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτές που επιθυμούν να μεταφράσουν αυτές τις θεωρητικές προσεγγίσεις σε εφαρμοσμένα μοντέλα. Στις ενότητες που ακολουθούν περιγράφεται η θεωρία δραστηριότητας (Engestrom, 1987, 1993, 1999a; Leontev, 1974, 1981, 1989) και επιχειρείται η ανάδειξη της χρησιμότητάς της κάτω από ένα θεωρητικό και μεθοδολογικό πρίσμα που καθιστά εφικτό το χαρακτηρισμό, την ανάλυση και το σχεδιασμό της συμμετοχικής μονάδας. Η Θεωρία Δραστηριότητας είναι κατ' ουσίαν μια ψυχολογική και διεπιστημονική θεωρία που παρέχει ένα πλαίσιο για την περιγραφή των δραστηριοτήτων και μια σειρά προοπτικών για την πρακτική διασύνδεση του ατομικού με το κοινωνικό επίπεδο (Engestrom, 1987, 1993; Leontev, 1974; Nardi, 1996). Αν και πρόκειται για νέα θεωρία στο Δυτικό Κόσμο, η Θεωρία Δραστηριότητας έχει μακρά παράδοση στην πρώην Σοβιετική Ένωση (Leontev, 1974, 1981, 1989; Vygotsky, 1978, 1987), ενώ τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και πιο αποδεκτή στις ΗΠΑ.

Σύμφωνα με τους θεωρητικούς επιστήμονες, σημαντική πτυχή κάθε δραστηριότητας, πέραν της εκτελεστικής διάστασης, αποτελεί και ο στόχος που η

δραστηριότητα καλείται να επιτύχει, ή με άλλα λόγια αυτό που η δραστηριότητα θέλει να μετασχηματίσει (Engestrom, 1987, 1993; Holt, & Morris, 1993; Kuutti, 1996). Από τη σκοπιά της Θεωρίας της Δραστηριότητας, το «ελάχιστο νοηματικό πλαίσιο» για την κατανόηση της ανθρώπινης δράσης είναι ένα σύστημα δραστηριότητας που περιλαμβάνει αυτόν ή αυτούς που δραστηριοποιούνται (αντικείμενα ή υποομάδες) και των οποίων οι υπηρεσίες επιλέγονται ως σημεία αναφοράς για την ανάλυση, αυτούς που γίνονται λήπτες των εν λόγω ενεργειών, καθώς επίσης και τη δυναμικά μεταβαλλόμενη σχέση μεταξύ των μερών (Barab, 2002). Αυτό το σύστημα, εν συνεχεία αποτελεί τη βάση ή μονάδα ανάλυσης και χρησιμοποιείται για να συνδυάσει τη συμμετοχική μονάδα. Ως εκ τούτου, η Θεωρία Δραστηριότητας μπορεί να αξιοποιηθεί ως ένα θεωρητικό και μεθοδολογικό εργαλείο για τη σύλληψη και την αποτύπωση του σχεδιασμού μιας δραστηριότητας. Τα σχεδιαζόμενα εργαλεία για τα άτομα που τα χρησιμοποιούν, τα αντικείμενα που μετατρέπουν, καθώς και το πλαίσιο στο οποίο λειτουργούν είναι όλα δυναμικά μεταβαλλόμενα. Ως εκ τούτου, ο όποιος σχεδιασμός μπορεί να εκληφθεί ως μέρος ενός ευρύτερου συστήματος δραστηριότητας. Στην επόμενη ενότητα περιγράφονται οι σχεδιαστικές αρχές των εργαλείων που αξιοποιούν τη Θεωρία της Δραστηριότητας.



Σχήμα 3.6: Θεωρία της Δραστηριότητας (Robertson (2008))



### 3.5. Αξιοποίηση της Θεωρίας Δραστηριότητας στην Ανάλυση και το Σχεδιασμό

Η Θεωρία της Δραστηριότητας μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να τίθεται εντός ενός εξαιρετικά περίπλοκου πλαισίου, που την καθιστά δυσνόητη και δύσκολα αξιοποιήσιμη στους τομείς της αποδοτικής ανάλυσης και σχεδιασμού, παρ' όλα αυτά, όμως είναι εμφανές και μέσα από το παράδειγμα που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα, ότι η ορθή εφαρμογή της εν λόγω θεωρίας είναι ευεργετική τόσο για τους ερευνητές όσο και για τους επαγγελματίες της εκπαίδευσης.

Μία από τις πλέον ισχυρές και συχνά επικαλούμενες χρήσεις της Θεωρίας της Δραστηριότητας είναι ο ρόλος που μπορεί να παίξει ως μία «συσκευή προσανατολισμού» για να δομήσει την ανάλυση σύνθετων κοινωνικο-πολιτισμικών πλαισίων μάθησης και επίδοσης (Cole & Engestrom, 1993; Engestrom, 1999a; Engestrom & Miettinen, 1999). Με άλλα λόγια, παρακολουθώντας τις βασικές μονάδες του Συστήματος Δραστηριότητας του Engestrom (Αντικείμενα, Εργαλεία, Υποκείμενα, Αποτελέσματα, Κανόνες, Κοινότητα, και Καταμερισμός Εργασίας) ένας ερευνητής μπορεί να πραγματοποιήσει αποτελεσματικότερα τη δόμηση της ανάλυσης του. Ωστόσο, για να είναι εφικτή η κατάτμηση μιας βασικής δραστηριότητας σε επιμέρους, ο ερευνητής πρέπει να επιλέξει μια μονάδα ανάλυσης (σε μικρό ή μεγάλο επίπεδο) προς διερεύνηση. Μετά την επιλογή του επιπέδου ανάλυσης, ο ερευνητής πρέπει να προχωρήσει στη συλλογή δεδομένων για να καθορίσει το περιεχόμενο που θεωρεί ότι αποτελεί συγκεκριμένο συστατικό της δραστηριότητας. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δομικά στοιχεία για να συνθέσουν και να ταξινομήσουν τα δεδομένα που συλλέγονται από τις ανάγκες και τις αναλύσεις εργασίας, τις αξιολογήσεις, και την έρευνα.

Μια δεύτερη συχνά χρησιμοποιούμενη τακτική, η οποία προκύπτει από τη Θεωρία της Δραστηριότητας, είναι η έμφαση στην ιεραρχική δομή της δραστηριότητας. Με βάση αυτή την τακτική, ο αναλυτής ενδιαφέρεται για την ανακάλυψη και τη δόμηση των κινήτρων της συνολικής δραστηριότητας του συστήματος, των συνδεδεμένων με τις

δράσεις αναγκών των μεμονωμένων συμμετεχόντων και χρηστών, καθώς επίσης και των όρων και συνθηκών που καθιστούν εφαρμόσιμες ή εμποδίζουν τις συνοδευτικές ενέργειες (Gilbert, 1999; Kuutti, 1996; Leontev, 1978, 1981). Διαισθητικά, θα μπορούσε κανείς να πει ότι η έμφαση στην ιεραρχική δομή της δραστηριότητας παρέχει βάθος στο αρχικά αποκτώμενο εύρος που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της τακτικής προσδιορισμού του προσανατολισμού που προαναφέρθηκε.

Μία τρίτη, εξίσου σημαντική και αποτελεσματική τακτική που προέρχεται από τη Θεωρία της Δραστηριότητας βασίζεται στον εντοπισμό των αντιφάσεων (contradictions) εντός και μεταξύ κόμβων του κεντρικού αλλά και των επιμέρους Συστημάτων Δραστηριότητας (Barab, Barnett et al., 2002; Engestrom, 1999b, 2000; Holt & Morris, 1993; Nardi, 1996). Σύμφωνα με τον Engestrom (1987), υφίστανται τέσσερα επίπεδα αντιφάσεων που χρίζουν ιδιαίτερης προσοχής κατά την ανάλυση δραστηριοτήτων: (1) οι κύριες αντιφάσεις σε κάθε κόμβο του κεντρικού συστήματος δραστηριότητας, (2) οι δευτερεύουσες αντιφάσεις ανάμεσα στους συσχετιζόμενους κόμβους (π.χ. Αντικείμενα και Κοινότητα), (3) οι τριτογενείς αντιφάσεις μεταξύ υποκειμένων/ κινήτρων της κεντρικής δραστηριότητας και πολιτιστικά προηγμένων μορφών της κεντρικής δραστηριότητας, και (4) οι τεταρτογενείς αντιφάσεις μεταξύ του κεντρικού συστήματος δραστηριότητας και των χαλαρότερα συσχετιζόμενων δραστηριοτήτων. Η σημασία των αντιφάσεων στη Θεωρία της Δραστηριότητας είναι ότι χρησιμεύουν ως ενδείξεις αφενός πιθανών ασυμφωνιών και αφετέρου πιθανών ευκαιριών θετικών παρεμβάσεων και βελτιώσεων. Θα πρέπει να τονιστεί ότι, οι αντιφάσεις δεν θα πρέπει να εκλαμβάνονται ως δυσλειτουργίες του συστήματος, αλλά ως λειτουργίες ενός αναπτυσσόμενου και επεκτεινόμενου συστήματος δραστηριότητας. Ένας άλλος τρόπος για να δει κανείς τη διαδικασία εντοπισμού των αντιφάσεων είναι μέσα από το πρίσμα της ευρέως διαδεδομένης «ανάλυση ελλείψεων» (gap analysis).

Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να τονιστεί ότι:

1. δεν υπάρχει γενικά αποδεκτή μεθοδολογία για τη χρήση εννοιών και αρχών από την Θεωρία της Δραστηριότητας,
2. οι ερευνητές και οι σχεδιαστές εκπαιδευτικών μοντέλων που υιοθετούν τη Θεωρία της Δραστηριότητα δεσμεύονται, αν και δεν είναι υποχρεωμένοι

ρητά, να χρησιμοποιήσουν κάποια από τις προαναφερθείσες στρατηγικές και τακτικές και

3. η Θεωρία της Δραστηριότητας, όπως διατυπώθηκε από τους Vygotsky, Leontev, και Engestrom πρέπει να χρησιμοποιείται περιγραφικά, δηλαδή για σκοπούς κατανόησης και περιγραφής του περιβάλλοντος μάθησης και όχι για την πραγματοποίηση αλλαγών. Ωστόσο, στους τομείς της διδακτικής και επιδοσιακής τεχνολογίας, οι προσπάθειές των εκπαιδευτών επικεντρώνονται συχνά στο να επιφέρουν θετικές αλλαγές. Κατά συνέπεια, αν και η χρήση της Θεωρίας της Δραστηριότητας κρίνεται γενικά ενδεδειγμένη, οι ερευνητές και οι σχεδιαστές θα πρέπει πάντα να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη την προέλευση και αρχικές προθέσεις της θεωρίας και να σέβονται τους εγγενείς περιορισμούς.

### 3.6. Η παρούσα υλοποίηση (Παράδειγμα Φυσικοχημείας)

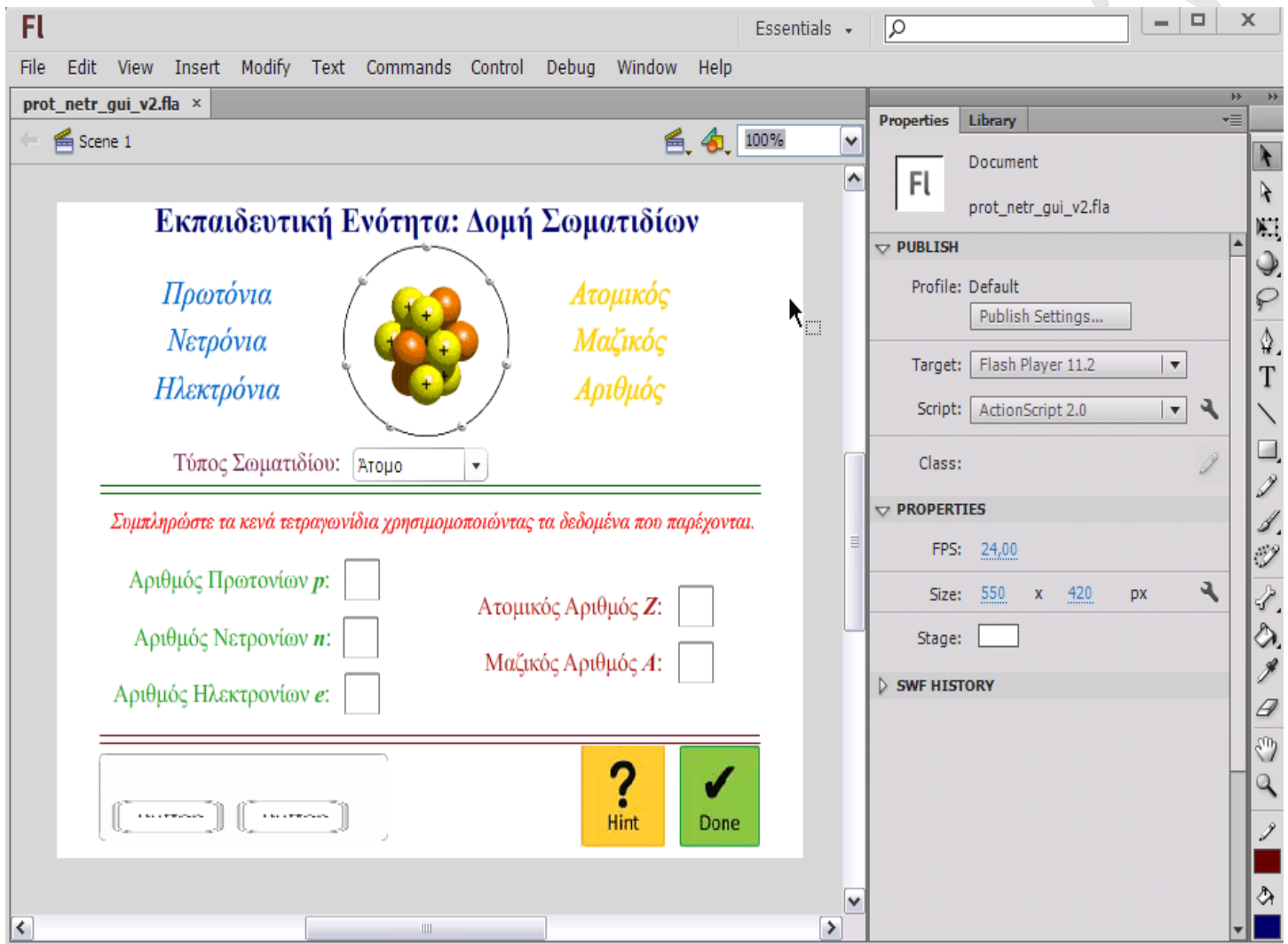
Το πρόβλημα για το οποίο έχει αναπτυχθεί πλατφόρμα επίλυσης στην παρούσα υλοποίηση, χρησιμοποιεί το λογισμικό Flash για να δημιουργήσει ένα γραφικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης και εν συνεχεία ζητάει από τους εκπαιδευόμενους να πραγματοποιήσουν υπολογισμούς του αριθμού πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων σωματιδίων καθώς επίσης και του ατομικού και μαζικού αριθμού τους. Συνοψίζοντας τα βήματα που μεθοδολογικά ακολουθήσαμε για την ανάπτυξη των γνωσιακών εκπαιδευτών μας, είναι το εξής:

1. **Δημιουργία περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης:** Δημιουργία ενός γραφικού περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης για να χρησιμοποιηθεί από τους εκπαιδευόμενους κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Το περιβάλλον αυτό βασίζεται στο λογισμικό Flash και έχει αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας εργαλεία της εν λόγω πλατφόρμας και ειδικότερα του Adobe Flash Professional CS6.
2. **Επίδειξη και γενίκευση συμπεριφοράς:** Εκπαίδευση του εκπαιδευτή μέσω επίδειξης ενδεδειγμένων, μη ενδεδειγμένων και λανθασμένων λύσεων του προβλήματος, χρησιμοποιώντας το μηχανισμό του CTAT «Tutor-based example». Κατασκευάζονται 3 διαφορετικά γραφήματα βημάτων, τα οποία επιλύουν τα ακόλουθα 3 προβλήματα αντίστοιχα:
  - a. Δίνεται ο Αριθμός Πρωτονίων  $p = 9$  και ο Αριθμός Νετρονίων  $n = 10$  ενός ατόμου. Ζητούνται ο Αριθμός Ηλεκτρονίων  $e$ , ο Ατομικός Αριθμός  $Z$  και ο Μαζικός Αριθμός  $A$ .
  - b. Δίνεται ο Αριθμός Ηλεκτρονίων  $e = 21$  και ο Μαζικός Αριθμός  $A = 45$  ενός ατόμου. Ζητούνται ο Αριθμός Νετρονίων  $n$ , ο Αριθμός Πρωτονίων  $p$  και ο Ατομικός Αριθμός  $Z$ .

c. Δίνεται ο Αριθμός Ηλεκτρονίων  $e = 18$  και ο Μαζικός Αριθμός  $A = 39$  ενός κατιόντος. Ζητούνται ο Αριθμός Πρωτονίων  $p$ , ο Αριθμός Νετρονίων  $n$  και ο Ατομικός Αριθμός  $Z$ .

3. **Εμπλουτισμός λειτουργικότητας:** Εμπλουτισμός της λειτουργικότητας του υπό ανάπτυξη εκπαιδευτή, προσθέτοντας πάνω στο «γράφημα συμπεριφοράς» βοηθητικά μηνύματα (hints) και μηνύματα λάθους (errors), τα οποία περιγράφονται αναλυτικά στην επόμενη ενότητα.
4. **Εκτέλεση δοκιμών και ελέγχων και δημοσίευση του εκπαιδευτή στο διαδίκτυο:** Έλεγχος του υπό ανάπτυξη εκπαιδευτή, ως προς την ορθότητα και πληρότητα των λειτουργιών που εκτελεί και δημοσίευση του εκπαιδευτή που δημιουργήθηκε στο διαδίκτυο.

Το περιβάλλον διεπαφής που έχει αναπτυχθεί, χρησιμοποιεί την τεχνολογία Flash για να υλοποιήσει την αλληλεπίδραση του εκπαιδευόμενου με τον γνωσιακό εκπαιδευτή. Το Σχήμα 3.4 παρουσιάζει το εν λόγω περιβάλλον. Ο τρόπος ανάπτυξής του, αποτελεί αντικείμενο που θα περιγραφεί αναλυτικά στην παρούσα ενότητα.



*Σχήμα 3.4: Γραφικό Περιβάλλον Διεπαφής στο Flash.*

Στο επάνω μέρος του γραφικού περιβάλλοντος αλληλεπίδρασης, έχει τοποθετηθεί καταρχάς ο τίτλος της εκπαιδευτικής ενότητας στην οποία αφορά ο γνωσιακός εκπαιδευτής (Δομή Σωματιδίων) και μία εικόνα που παραπέμπει στη δομή ενός σωματιδίου, συνοδευόμενη από κατάλληλα μορφοποιημένους τίτλους κειμένου οι οποίοι σχετίζονται με το εκπαιδευτικό αντικείμενο. Αμέσως μετά προσδιορίζεται ο τύπος σωματιδίου για τον οποίο καλείται να απαντήσει το ερώτημα ο εκπαιδευόμενος και ο οποίος μπορεί να λάβει τρεις τιμές, άτομο, κατιόν ή ανιόν. Πρόκειται για πλαίσιο κειμένου (combo box), από το οποίο ο δημιουργός του γνωσιακού εκπαιδευτή μπορεί να κάνει κάθε φορά μία μόνο επιλογή. Μετά την πράσινη διπλή διαχωριστική γραμμή που ακολουθεί, υπάρχει ένα προτρεπτικό και καθοδηγητικό λεκτικό («Συμπληρώστε τα κενά

τετραγωνίδια χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που παρέχονται»), το οποίο κατευθύνει τον εκπαιδευόμενο υποδεικνύοντάς του τι καλείται να απαντήσει στο συγκεκριμένο πρόβλημα. Αμέσως παρακάτω έχουν δημιουργηθεί πέντε σημεία στα οποία ο εκπαιδευόμενος θα μπορεί δυνητικά να εισάγει δεδομένα, κάποια από τα οποία αναφέρονται σε δεδομένα και κάποια άλλα σε ζητούμενα του προς επίλυση προβλήματος. Τα πέντε αυτά πλαίσια εισαγόμενων δεδομένων συνοδεύονται και από τα κατάλληλα λεκτικά που παίζουν το ρόλο ετικετών και τα οποία πληροφορούν τον εκπαιδευόμενο σχετικά με το τι αντιπροσωπεύουν οι τιμές που αποτελούν είτε δεδομένα είτε ζητούμενα του προβλήματος. Τέλος μία ακόμη διπλή διαχωριστική γραμμή, διαχωρίζει το δεδομένα/ζητούμενα του προβλήματος από τα χρησιμοποιούμενα στο εν λόγω περιβάλλον διεπαφής βοηθητικά κουμπιά, τα οποία είναι η Υπόδειξη (Hint) και η Ολοκλήρωση ενέργειας (Done), ενώ παρέχεται και σχετικό παράθυρο στο οποία εμφανίζονται τα μηνύματα υποδείξεων.

Name	AS Linkage	Use ...	Date Modified	Type
CommCheckBox	CommCheckBox	0	29/11/2011 11:55:14 μμ	Compiled Clip
CommComboBox	CommComboBox	1	12/8/2011 9:08:29 μμ	Compiled Clip
CommHintButton	CommHintButton	1	15/8/2011 11:48:55 μμ	Compiled Clip
CommHintWindow	CommHintWindow	1	7/12/2011 12:47:32 ημ	Compiled Clip
CommImage	CommImage	0	15/8/2011 11:48:55 μμ	Compiled Clip
CommShell	CommShell	1	7/12/2011 12:00:59 ημ	Compiled Clip
CommSkinnedDoneButton	CommSkinnedDoneButton	1	15/8/2011 11:48:55 μμ	Compiled Clip
CommTextInput	CommTextInput	5	19/10/2011 4:56:21 μμ	Compiled Clip
image.gif		1	26/5/2012 7:40:06 μμ	Bitmap

**Σχήμα 3.5:** Εικονίδια CTAT (CTAT components) του περιβάλλοντος διεπαφής.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για τη δημιουργία του εν λόγω περιβάλλοντος διεπαφής και ιδιαίτερα των λειτουργικών τμημάτων του, δηλαδή των σημείων όπου θα καταχωρούνται οι πληροφορίες που θα ανταλλάσσονται με τους εκπαιδευόμενους, έχει χρησιμοποιηθεί η σχετική παλέτα εικονιδίων CTAT (CTAT components), τα οποία καθιστούν εφικτή την αλληλεπίδραση. Στο Σχήμα 3.5 παρουσιάζονται τα εικονίδια που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του περιβάλλοντος.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι, ο τρόπος λειτουργίας του CTAT αντανακλά το σκεπτικό πάνω στο οποίο έχει δομηθεί η Θεωρία της Δραστηριότητας σύμφωνα με την οποία, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.6, τα εμπλεκόμενά στην εκπαιδευτική (εν προκειμένω) δραστηριότητα συστατικά στοιχεία, συνεργάζονται για να δώσουν το προσδοκώμενο εκπαιδευτικό αποτέλεσμα.

Παρακάτω παρουσιάζεται λεπτομερέστερα ο τρόπος λειτουργίας του περιβάλλοντος διεπαφής που έχει αναπτυχθεί συνοδευόμενος από τα γραφήματα των εκπαιδευτών ιχνηλάτησης παραδειγμάτων που έχουν υλοποιηθεί για να εξυπηρετήσουν την επίλυση από τους εκπαιδευόμενους των τριών προτεινόμενων προβλημάτων.

### **3.7. Παραδείγματα Υλοποίησης**

#### **Παράδειγμα 1**

Στο παράδειγμα αυτό δίνεται ο Αριθμός Πρωτονίων  $p = 9$  και ο Αριθμός Νετρονίων  $n = 10$  ενός ατόμου και ζητείται ο Αριθμός Ηλεκτρονίων  $e$ , ο Ατομικός Αριθμός  $Z$  και ο Μαζικός Αριθμός  $A$ . Η αρχική κατάσταση του προβλήματος με τα παραπάνω δεδομένα απεικονίζεται στο Σχήμα 3.7, όπου τα εν λόγω δεδομένα είναι ήδη καταχωρημένα και δεν επιτρέπεται η τροποποίησή τους από τον εκπαιδευόμενο (και ως εκ τούτου φαίνονται με αχνό αποτύπωμα στο Σχήμα 3.7). Για τη δημιουργία του γνωσιακού εκπαιδευτή του προβλήματος αυτού έχουμε χρησιμοποιήσει τα διάφορα σενάρια απαντήσεων που θα μπορούσε να δώσει ένας εκπαιδευόμενος τα οποία έχουν καταγραφεί στο γράφημα συμπεριφοράς του CTAT και παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.8. Τα σενάρια αυτά είναι πέντε, τρία από τα οποία οδηγούν σε έγκυρη απάντηση και δύο σε λανθασμένη. Αυτό που ουσιαστικά διαφοροποιεί τα έγκυρα σενάρια είναι η επιλογή διαφορετικής αλληλουχίας βημάτων, δηλαδή η συμπλήρωση των αποτελεσμάτων με διαφορετική σειρά κάθε φορά. Η διαφοροποίηση αυτή ουσιαστικά αποτυπώνει τις περιπτώσεις διαφορετικού τρόπου σκέψης και λειτουργίας των εκπαιδευομένων, κάθε ένας από τους οποίους μπορεί να σκεφτεί με το δικό του τρόπο και να καταλήξει στη συμπλήρωση των αποτελεσμάτων με διαφορετική σειρά.



file:///C:/Documents and Settings/Administratc ☆ ▼ ↻ Softonic-Eng7

## Εκπαιδευτική Ενότητα: Δομή Σωματιδίων

Πρωτόνια  
 Νετρόνια  
 Ηλεκτρόνια



Ατομικός  
 Μαζικός  
 Αριθμός

Τύπος Σωματιδίου: Άτομο

---

Συμπληρώστε τα κενά τετραγωνίδια χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που παρέχονται.

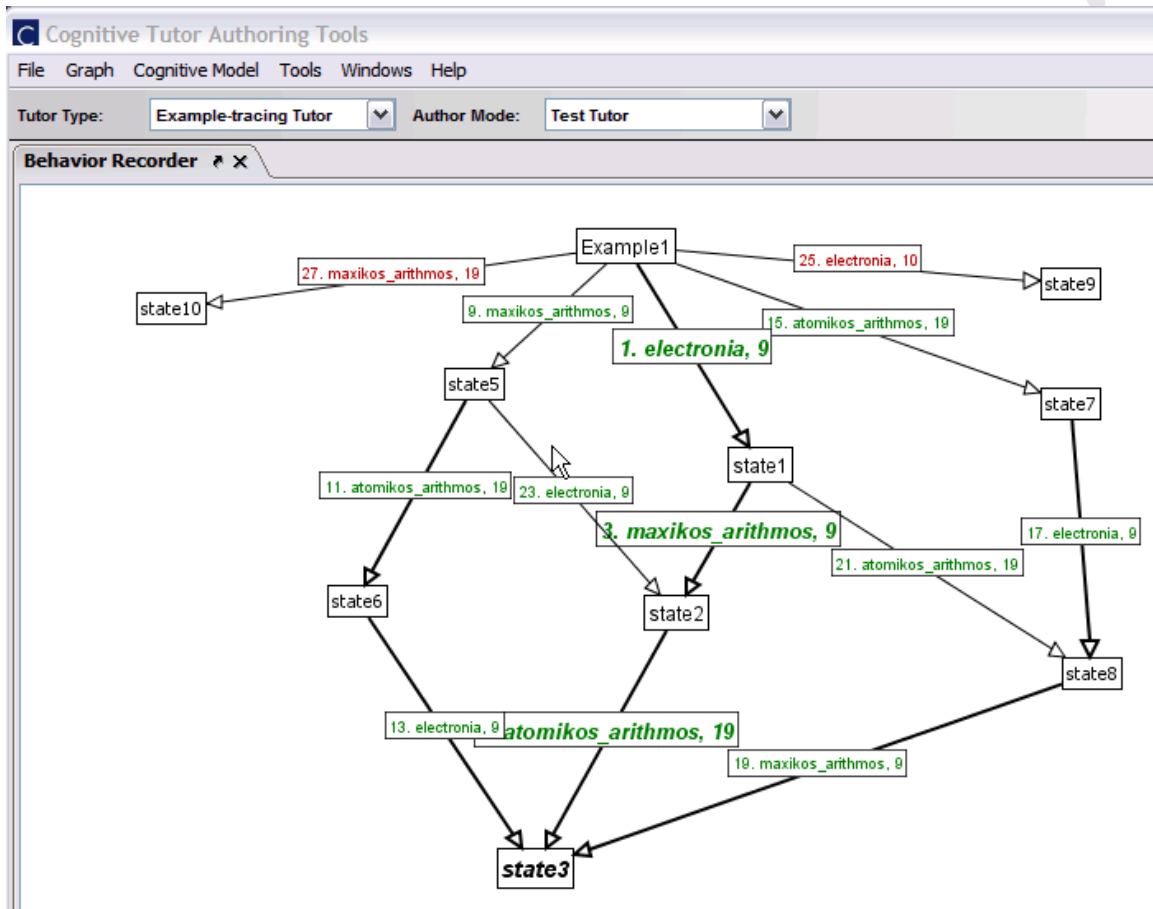
Αριθμός Πρωτονίων  $p$ : 
 Ατομικός Αριθμός  $Z$ :

Αριθμός Νετρονίων  $n$ : 
 Μαζικός Αριθμός  $A$ :

Αριθμός Ηλεκτρονίων  $e$ :

Σχήμα 3.7: Παράδειγμα 1 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 1.

Στην περίπτωση που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.7 ο εκπαιδευόμενος σκέφτεται καταρχάς ότι επειδή το άτομο είναι ουδέτερα φορτισμένο ο αριθμός ηλεκτρονίων, ισούται με τον αριθμό των πρωτονίων και έτσι συμπληρώνει στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο την τιμή  $e = 9$ . Εν συνεχεία, συμπληρώνει το Ατομικό Αριθμό  $Z = 9$  που ισούται με τον αριθμό των πρωτονίων και τέλος το Μαζικό Αριθμό  $A = 19$  ο οποίος ισούται με το άθροισμα πρωτονίων και νετρονίων. Η προαναφερθείσα αλληλουχία βημάτων αποτυπώνεται και στο Σχήμα 3.8, όπου φαίνεται ο κλάδος του γραφήματος που επιλέγεται.

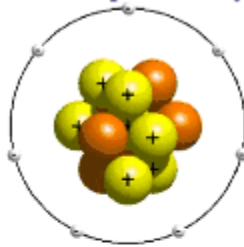


Σχήμα 3.8: Παράδειγμα 1 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 1.

Στην περίπτωση που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.9 ο εκπαιδευόμενος καλείται να απαντήσει στο ίδιο πρόβλημα, με τα ίδια δεδομένα, δίνει όμως μία λανθασμένη απάντηση σχετικά με τον αριθμό ηλεκτρονίων, συμπληρώνοντας στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο την τιμή  $e = 10$ . Η λανθασμένη απάντηση προκαλεί την εμφάνιση σχετικού μηνύματος λάθους στο παράθυρο υποδείξεων («Electrons equal protons!») αφού έχει προβλεφθεί και καταγραφεί στο γράφημα συμπεριφοράς και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3.10, όπου φαίνεται ο κλάδος του γραφήματος που επιλέγεται.

## Εκπαιδευτική Ενότητα: Δομή Σωματιδίων

Πρωτόνια  
Νετρόνια  
Ηλεκτρόνια



Ατομικός  
Μαζικός  
Αριθμός

Τύπος Σωματιδίου:

Συμπληρώστε τα κενά τετραγωνίδια χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που παρέχονται.

Αριθμός Πρωτονίων  $p$ :

Αριθμός Νετρονίων  $n$ :

Αριθμός Ηλεκτρονίων  $e$ :

Ατομικός Αριθμός  $Z$ :

Μαζικός Αριθμός  $A$ :

Electrons equal protons!

← Previous

Next →



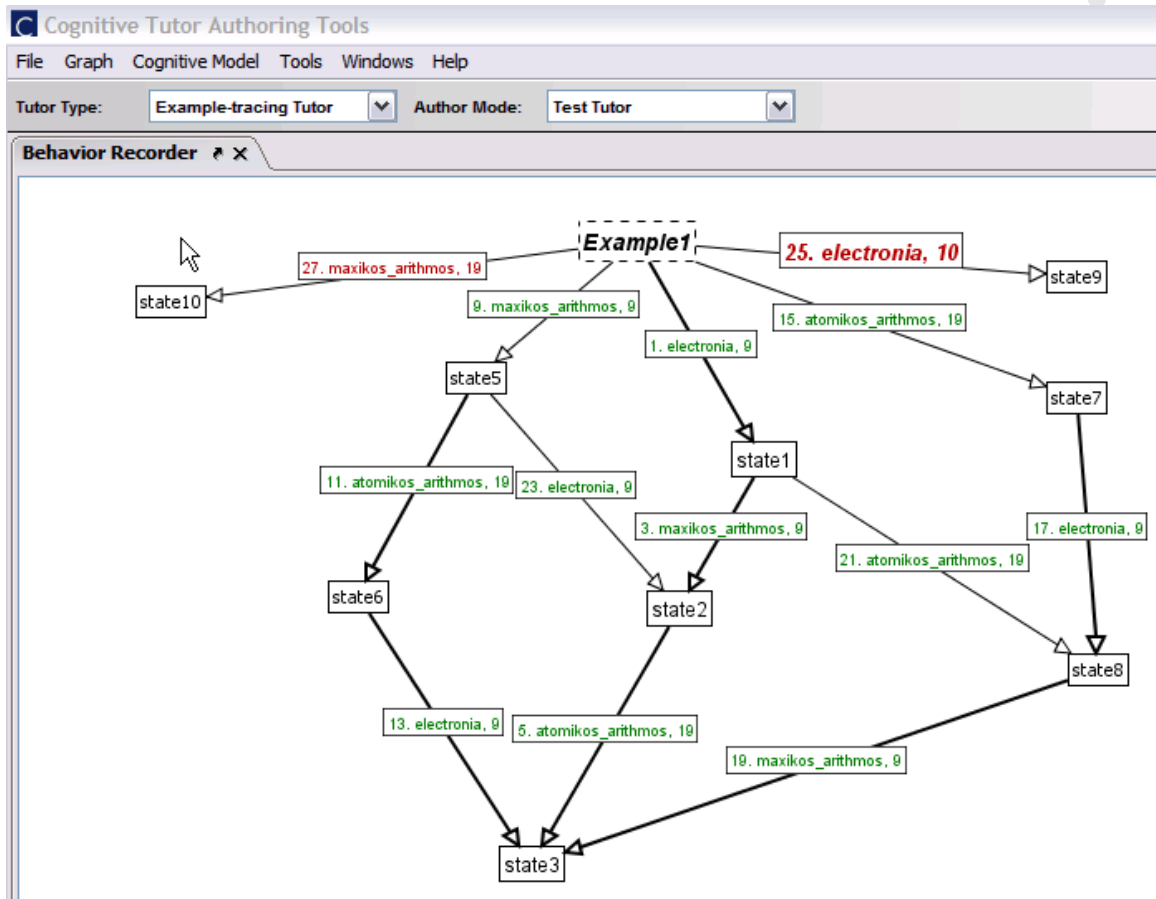
Hint



Done

Σχήμα 3.9: Παράδειγμα 1 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 2.

Τέλος, στο Σχήμα 3.10 απεικονίζονται και άλλοι κλάδοι, δηλαδή άλλες αλληλουχίες βημάτων, τις οποίες μπορεί να επιλεγούν από τους εκπαιδευόμενους ανάλογα με τον τρόπο σκέψης τους. Κάποιες από αυτές είναι σωστές και οδηγούν σε σωστό αποτέλεσμα και κάποιες άλλες (επισημαίνονται με κόκκινο χρώμα στο γράφημα) είναι λανθασμένες και οδηγούν στο «μαρκάρισμά» τους με κόκκινο χρώμα και στην εμφάνιση σχετικών μηνυμάτων λάθους στο παράθυρο υποδείξεων και προτρέπουν τον εκπαιδευόμενο χρήστη να διορθώσει την απάντησή του.



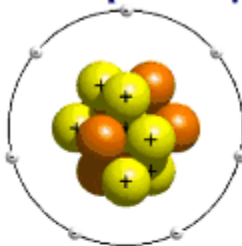
Σχήμα 3.10: Παράδειγμα 1 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 2.

## Παράδειγμα 2

Δίνεται ο Αριθμός Ηλεκτρονίων  $e = 21$  και ο Μαζικός Αριθμός  $A = 45$  ενός ατόμου. Ζητούνται ο Αριθμός Νετρονίων  $n$ , ο Αριθμός Πρωτονίων  $p$ , ο Ατομικός Αριθμός  $Z$ . Η αρχική κατάσταση του προβλήματος με τα παραπάνω δεδομένα απεικονίζεται στο Σχήμα 3.11, όπου τα εν λόγω δεδομένα είναι ήδη καταχωρημένα και δεν επιτρέπεται η τροποποίησή τους από τον εκπαιδευόμενο (και ως εκ τούτου φαίνονται με αχνό αποτύπωμα στο Σχήμα 3.11).

## Εκπαιδευτική Ενότητα: Δομή Σωματιδίων

Πρωτόνια  
Νετρόνια  
Ηλεκτρόνια



Ατομικός  
Μαζικός  
Αριθμός

Τύπος Σωματιδίου:

Συμπληρώστε τα κενά τετραγωνίδια χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που παρέχονται.

Αριθμός Πρωτονίων  $p$ :

Ατομικός Αριθμός  $Z$ :

Αριθμός Νετρονίων  $n$ :

Μαζικός Αριθμός  $A$ :

Αριθμός Ηλεκτρονίων  $e$ :

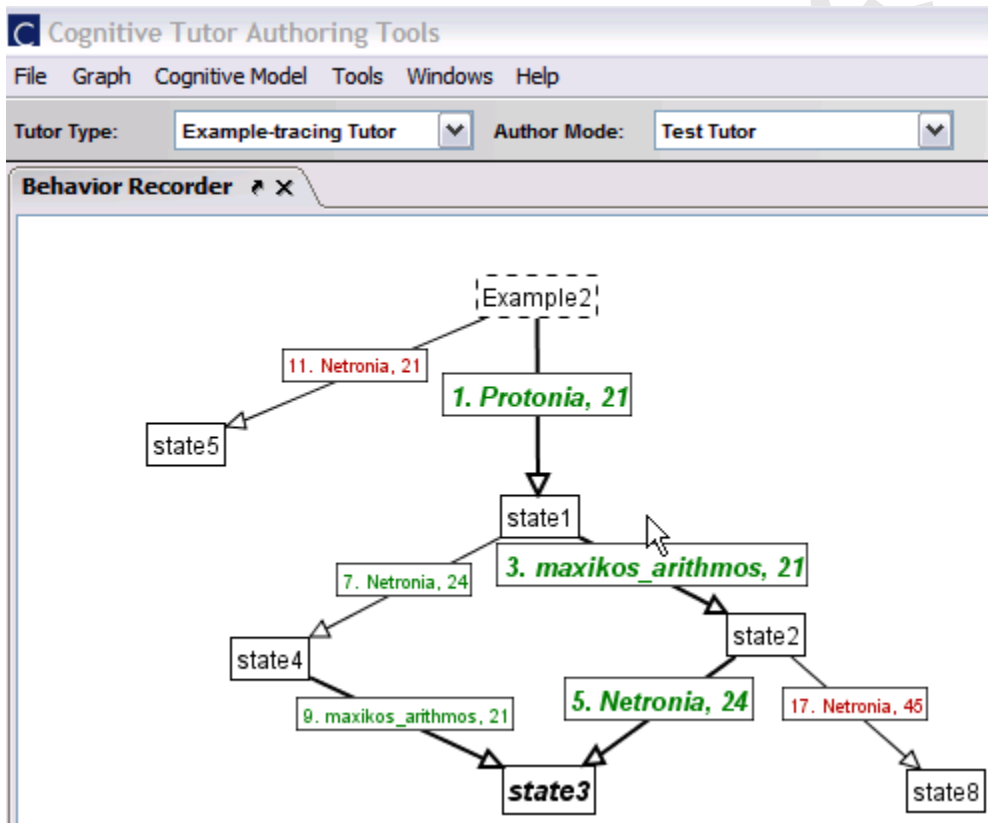
← Previous    Next →



### Σχήμα 3.11: Παράδειγμα 2 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 1.

Για τη δημιουργία του γνωσιακού εκπαιδευτή του προβλήματος αυτού έχουμε χρησιμοποιήσει τα διάφορα σενάρια απαντήσεων που θα μπορούσε να δώσει ένας εκπαιδευόμενος τα οποία έχουν καταγραφεί στο γράφημα συμπεριφοράς του STAT και παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.12. Τα σενάρια αυτά είναι τέσσερα, δύο εκ των οποίων οδηγούν σε έγκυρη απάντηση και δύο σε λανθασμένη. Αυτό που ουσιαστικά διαφοροποιεί τα έγκυρα σενάρια είναι η επιλογή διαφορετικής αλληλουχίας βημάτων, δηλαδή η συμπλήρωση των αποτελεσμάτων με διαφορετική σειρά κάθε φορά. Η διαφοροποίηση αυτή ουσιαστικά αποτυπώνει τις περιπτώσεις διαφορετικού τρόπου σκέψης και λειτουργίας των εκπαιδευομένων, κάθε ένας από τους οποίους μπορεί να σκεφτεί με το δικό του τρόπο και να καταλήξει στη συμπλήρωση των αποτελεσμάτων με διαφορετική σειρά.

Στην περίπτωση που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.11 ο εκπαιδευόμενος σκέφτεται καταρχάς ότι επειδή το άτομο είναι ουδέτερα φορτισμένο ο αριθμός ηλεκτρονίων, ισούται με τον αριθμό των πρωτονίων και έτσι συμπληρώνει στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο την τιμή  $p = 21$ . Εν συνεχεία, συμπληρώνει το Ατομικό Αριθμό  $Z = 21$  που ισούται με τον αριθμό των πρωτονίων και τέλος τον Αριθμό Νετρονίων  $n = 24$  ο οποίος ισούται με τη διαφορά του Μαζικού Αριθμού μείον τον Αριθμό Πρωτονίων. Η προαναφερθείσα αλληλουχία βημάτων αποτυπώνεται και στο Σχήμα 3.12, όπου φαίνεται ο κλάδος του γραφήματος που επιλέγεται.



Σχήμα 3.12: Παράδειγμα 2 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 1.

Στην περίπτωση που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.13 ο εκπαιδευόμενος καλείται να απαντήσει στο ίδιο πρόβλημα, με τα ίδια δεδομένα, δίνει όμως μία λανθασμένη απάντηση σχετικά με τον αριθμό νετρονίων, συμπληρώνοντας στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο την τιμή  $n = 45$ . Η λανθασμένη απάντηση προκαλεί την εμφάνιση σχετικού μηνύματος λάθους στο παράθυρο υποδείξεων («Number of neutrons equals Z, not A!»)

αφού έχει προβλεφθεί και καταγραφεί στο γράφημα συμπεριφοράς και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3.14, όπου φαίνεται ο κλάδος του γραφήματος που επιλέγεται.

### Εκπαιδευτική Ενότητα: Δομή Σωματιδίων

Πρωτόνια

Νετρόνια

Ηλεκτρόνια



Ατομικός

Μαζικός

Αριθμός

Τύπος Σωματιδίου:

---

*Συμπληρώστε τα κενά τετραγωνίδια χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που παρέχονται.*

Αριθμός Πρωτονίων $p$ : <input style="width: 40px;" type="text" value="21"/>	Ατομικός Αριθμός $Z$ : <input style="width: 40px;" type="text" value="21"/>
Αριθμός Νετρονίων $n$ : <input style="width: 40px;" type="text" value="45"/>	Μαζικός Αριθμός $A$ : <input style="width: 40px;" type="text" value="45"/>
Αριθμός Ηλεκτρονίων $e$ : <input style="width: 40px;" type="text" value="21"/>	

---

Number of netrons equal Z, not A!

← Previous      Next →

?

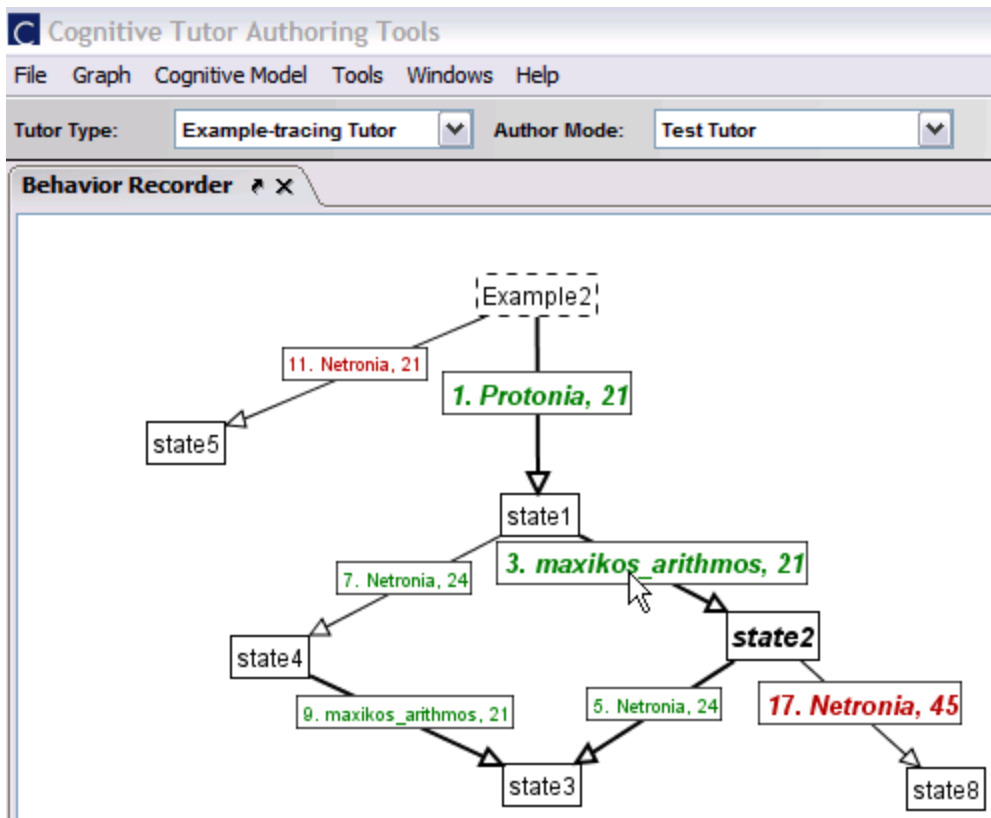
Hint

✓

Done

**Σχήμα 3.13: Παράδειγμα 2 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 2.**

Τέλος, στο Σχήμα 3.14 απεικονίζονται και άλλοι κλάδοι, δηλαδή άλλες αλληλουχίες βημάτων, τις οποίες μπορεί να επιλεγούν από τους εκπαιδευόμενους ανάλογα με τον τρόπο σκέψης τους. Κάποιες από αυτές είναι σωστές και οδηγούν σε σωστό αποτέλεσμα και κάποιες άλλες (επισημαίνονται με κόκκινο χρώμα στο γράφημα) είναι λανθασμένες και οδηγούν στο «μαρκάρισμά» τους με κόκκινο χρώμα και στην εμφάνιση σχετικών μηνυμάτων λάθους στο παράθυρο υποδείξεων και προτρέπουν τον εκπαιδευόμενο χρήστη να διορθώσει την απάντησή του.



Σχήμα 3.14: Παράδειγμα 2 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 2.

### Παράδειγμα 3

Δίνεται ο Αριθμός Ηλεκτρονίων  $e = 18$  και ο Μαζικός Αριθμός  $A = 39$  ενός κατιόντος. Ζητούνται ο Αριθμός Πρωτονίων  $p$ , ο Αριθμός Νετρονίων  $n$  και ο Ατομικός Αριθμός  $Z$ . Η αρχική κατάσταση του προβλήματος με τα παραπάνω δεδομένα απεικονίζεται στο Σχήμα 3.15, όπου τα εν λόγω δεδομένα είναι ήδη καταχωρημένα και δεν επιτρέπεται η τροποποίησή τους από τον εκπαιδευόμενο (και ως εκ τούτου φαίνονται με αχνό αποτύπωμα στο Σχήμα 3.15). Για τη δημιουργία του γνωσιακού εκπαιδευτή του προβλήματος αυτού έχουμε χρησιμοποιήσει τα διάφορα σενάρια απαντήσεων που θα μπορούσε να δώσει ένας εκπαιδευόμενος τα οποία έχουν καταγραφεί στο γράφημα συμπεριφοράς του CTAT και παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.16. Τα σενάρια αυτά είναι τέσσερα, δύο από τα οποία οδηγούν σε έγκυρη απάντηση και δύο σε λανθασμένη. Αυτό που ουσιαστικά διαφοροποιεί τα έγκυρα σενάρια είναι η επιλογή διαφορετικής αλληλουχίας βημάτων, δηλαδή η συμπλήρωση των αποτελεσμάτων με διαφορετική



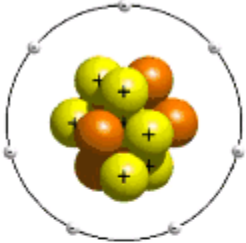
σειρά κάθε φορά. Η διαφοροποίηση αυτή ουσιαστικά αποτυπώνει τις περιπτώσεις διαφορετικού τρόπου σκέψης και λειτουργίας των εκπαιδευομένων, κάθε ένας από τους οποίους μπορεί να σκεφτεί με το δικό του τρόπο και να καταλήξει στη συμπλήρωση των αποτελεσμάτων με διαφορετική σειρά.

### Εκπαιδευτική Ενότητα: Δομή Σωματιδίων

Πρωτόνια

Νετρόνια

Ηλεκτρόνια



Ατομικός

Μαζικός

Αριθμός

Τύπος Σωματιδίου:

---

Συμπληρώστε τα κενά τετραγωνίδια χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που παρέχονται.

Αριθμός Πρωτονίων $p$ :	<input type="text" value="19"/>	Ατομικός Αριθμός $Z$ :	<input type="text" value="19"/>
Αριθμός Νετρονίων $n$ :	<input type="text" value="20"/>	Μαζικός Αριθμός $A$ :	<input type="text" value="39"/>
Αριθμός Ηλεκτρονίων $e$ :	<input type="text" value="18"/>		

---

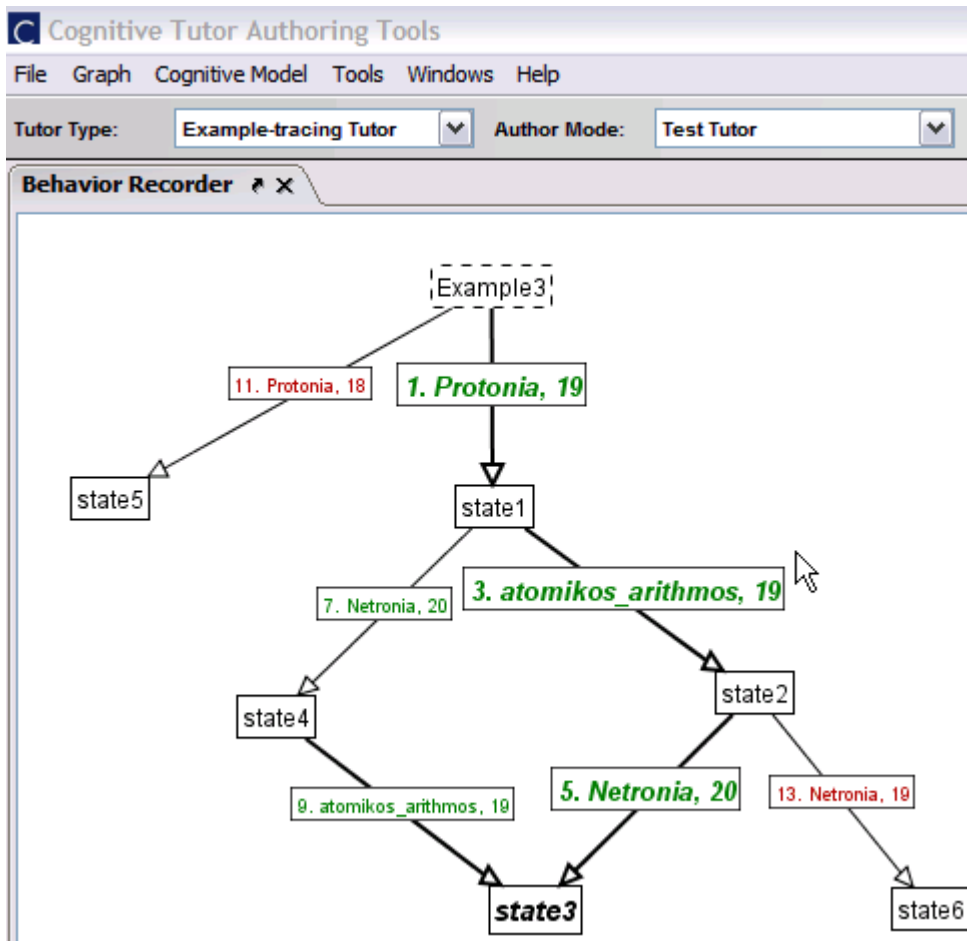
← Previous
Next →

?  
Hint

✓  
Done

Σχήμα 3.15: Παράδειγμα 3 – Περιβάλλον Διεπαφής – Περίπτωση 1.

Στην περίπτωση που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.15 ο εκπαιδευόμενος σκέφτεται καταρχάς ότι επειδή το σωματίδιο είναι κατιόν, δηλαδή θετικά φορτισμένο, ο αριθμός ηλεκτρονίων, ισούται με τον αριθμό των πρωτονίων συν ένα, και έτσι συμπληρώνει στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο την τιμή  $p = 19$ . Εν συνεχεία, συμπληρώνει το Ατομικό Αριθμό  $Z = 19$  που ισούται με τον αριθμό των πρωτονίων και τέλος τον Αριθμό Νετρονίων  $n = 19$ , ο οποίος ισούται με τη διαφορά του Μαζικού Αριθμού μείον τον Αριθμό Πρωτονίων. Η προαναφερθείσα αλληλουχία βημάτων αποτυπώνεται και στο Σχήμα 3.16, όπου φαίνεται ο κλάδος του γραφήματος που επιλέγεται.

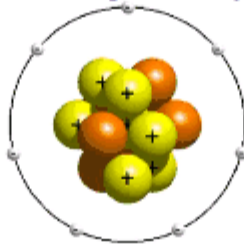


Σχήμα 3.16: Παράδειγμα 3 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 1.

Στην περίπτωση που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.17 ο εκπαιδευόμενος καλείται να απαντήσει στο ίδιο πρόβλημα, με τα ίδια δεδομένα, δίνει όμως μία λανθασμένη απάντηση σχετικά με τον αριθμό ηλεκτρονίων, συμπληρώνοντας στο αντίστοιχο τετραγωνίδιο την τιμή  $p = 18$ . Η λανθασμένη απάντηση προκαλεί την εμφάνιση σχετικού μηνύματος λάθους στο παράθυρο υποδείξεων («This positively charged!») αφού ο εκπαιδευτής αντιλαμβάνεται ότι το λάθος μάλλον προήλθε από το γεγονός ότι ο εκπαιδευόμενος αγνόησε το γεγονός ότι πρόκειται και κατιόν και επομένως ο Αριθμός Πρωτονίων δε μπορεί να ισούται με τον Αριθμό Ηλεκτρονίων. Η απάντηση αυτή έχει προβλεφθεί και καταγραφεί στο γράφημα συμπεριφοράς και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3.18, όπου φαίνεται ο κλάδος του γραφήματος που επιλέγεται.

## Εκπαιδευτική Ενότητα: Δομή Σωματιδίων

Πρωτόνια  
Νετρόνια  
Ηλεκτρόνια



Ατομικός  
Μαζικός  
Αριθμός

Τύπος Σωματιδίου: Κατιόν (+)

Συμπληρώστε τα κενά τετραγωνίδια χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που παρέχονται.

Αριθμός Πρωτονίων  $p$ :

Ατομικός Αριθμός  $Z$ :

Αριθμός Νετρονίων  $n$ :

Μαζικός Αριθμός  $A$ :

Αριθμός Ηλεκτρονίων  $e$ :

This is positively charged!

← Previous

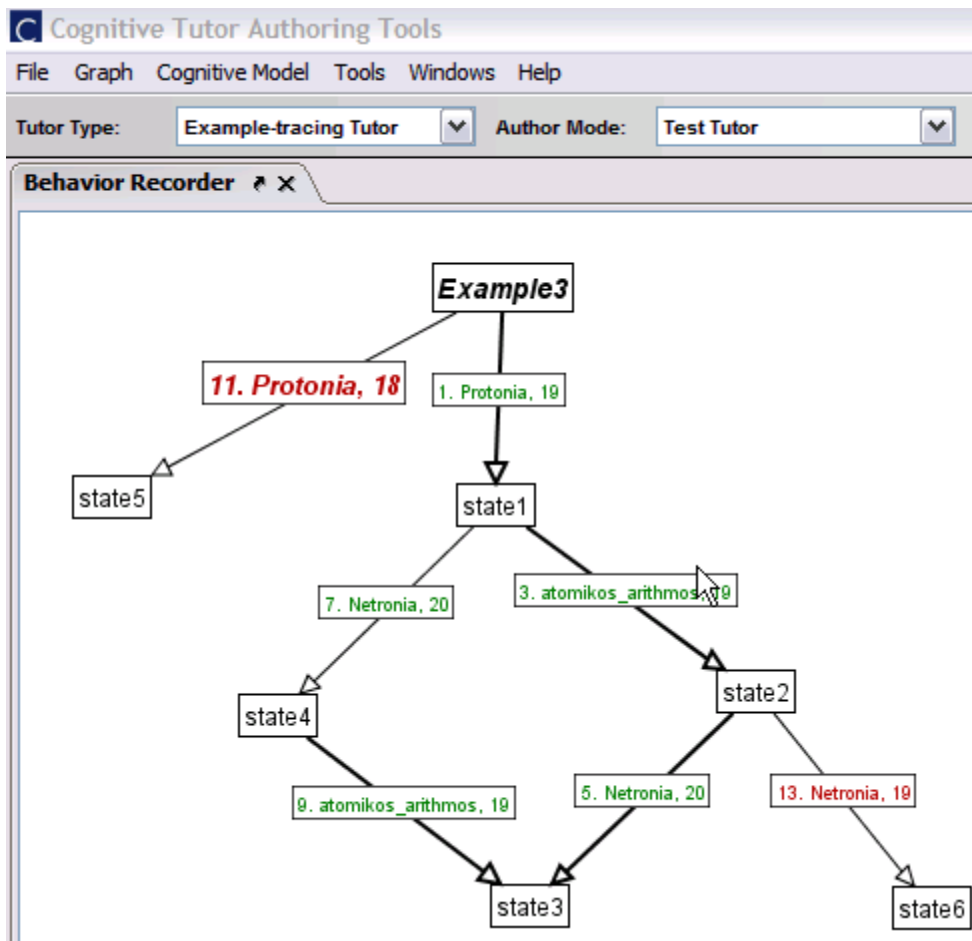
Next →

?  
Hint

✓  
Done

### Σχήμα 3.17. Εσφαλμένη απάντηση-Περιβάλλον Διεπαφής

Τέλος, στο Σχήμα 3.18 απεικονίζονται και άλλοι κλάδοι, δηλαδή άλλες αλληλουχίες βημάτων, τις οποίες μπορεί να επιλεγούν από τους εκπαιδευόμενους ανάλογα με τον τρόπο σκέψης τους. Κάποιες από αυτές είναι σωστές και οδηγούν σε σωστό αποτέλεσμα και κάποιες άλλες (επισημαίνονται με κόκκινο χρώμα στο γράφημα) είναι λανθασμένες και οδηγούν στο «μαρκάρισμά» τους με κόκκινο χρώμα και στην εμφάνιση σχετικών μηνυμάτων λάθους στο παράθυρο υποδείξεων και προτρέπουν τον εκπαιδευόμενο χρήστη να διορθώσει την απάντησή του.



Σχήμα 3.18: Παράδειγμα 3 – Γράφημα Συμπεριφοράς – Περίπτωση 2.

Θα πρέπει τέλος να σημειωθεί ότι η κατασκευή γραφημάτων συμπεριφοράς όπως το ανωτέρω, επιτυγχάνεται μέσω προσομοίωσης της διαδικασίας επίλυσης του προβλήματος από τους εκπαιδευόμενους και ως εκ τούτου μπορεί να συμπεριλάβει πολλαπλά βήματα και κλάδους για να καλύψει διάφορους τύπους σωστής ή λανθασμένης απόκρισης, καλύπτοντας έτσι την πλειοψηφία των πιθανών μαθησιακών συμπεριφορών.

## 4. ΣΥΝΟΨΗ

Οι νέες τεχνολογίες εντασσόμενες στο πλαίσιο κατάλληλα σχεδιασμένων δραστηριοτήτων, σύμφωνα με τις εκάστοτε παιδαγωγικές αντιλήψεις, είναι σε θέση να γίνουν πολύτιμο εργαλείο έκφρασης, επικοινωνίας, διερεύνησης, πειραματισμού, και αναζήτησης στα χέρια των εκπαιδευομένων.

Η Θεωρία Δραστηριότητας αποτελεί μια εναλλακτική οπτική γωνία για την ανάλυση της μαθησιακής διαδικασίας και των αποτελεσμάτων που αποτυπώνουν σημαντικά την πολυπλοκότητα και το βαθμό ολοκλήρωσης με το ευρύτερο πλαίσιο και την κοινότητα που την περιβάλλουν και την υποστηρίζουν. Λαμβάνοντας υπόψη το πεδίο εφαρμογής του ενδιαφέροντός μας, η Θεωρία Δραστηριότητας παρέχει μια δυνητικά πλούσια και χρήσιμη περιγραφή του πώς οι εκπαιδευτικές πρακτικές είναι πολιτισμικά και ιστορικά τοποθετημένες.

Τα ευφυή συστήματα καθοδηγητικής μάθησης (intelligent tutoring systems), ή ευφυείς δάσκαλοι, ή γνωσιακοί σύμβουλοι, παρουσιάζουν υψηλού βαθμού διαδραστικότητα και προσφέρουν περιβάλλοντα μάθησης και καθιστούν αποτελεσματικότερη την εκπαιδευτική διαδικασία. Οι ευφυείς δάσκαλοι βασίζονται κατά βάση σε τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να παράσχουν διαδραστικές οδηγίες, προσαρμόσιμες στις ατομικές ανάγκες, τα χαρακτηριστικά και την προσωπικότητα των εκπαιδευομένων, καθώς επίσης και πρακτική υποστήριξη των εκπαιδευομένων στην εκμάθηση του τρόπου επίλυσης σύνθετων προβλημάτων και αιτιολόγησης των λύσεων. Τα συστήματα καθοδηγητικής μάθησης βασίζονται στις θεωρίες της γνωσιακής ψυχολογίας και τη μάθησης. Οι γνωσιακοί σύμβουλοι παρέχουν πλούσια και ολοκληρωμένα περιβάλλοντα επίλυσης προβλημάτων, προσφέροντας άμεση και βήμα προς βήμα βοήθεια και υποστήριξη. Επιπλέον έχουν ενσωματωμένες δυνατότητες επικοινωνιακής ανατροφοδότησης, μέσω ειδικών μηνυμάτων για την αντιμετώπιση συνηθισμένων σφαλμάτων, και ad-hoc εκπαιδευτικών συμβουλών. Μπορούν επίσης να επιλέξουν και να ταξινομήσουν τα προβλήματα με βάση τις επιμέρους επιδόσεις των εκπαιδευομένων.

Σύμφωνα με τη θεωρία ACT-R, η οποία βρίσκει εφαρμογή σε περιβάλλοντα όπως αυτά που εξετάζονται στην παρούσα εργασία, οι εκπαιδευόμενοι μαθαίνουν μέσα από τη διεξαγωγή δραστηριοτήτων και όχι ακούγοντας ή παρακολουθώντας τον εκπαιδευτή. Οι κανόνες δημιουργίας εκπαιδευτικών περιβαλλόντων αναπαριστούν κατ' ουσίαν κανόνες παραγωγής γνώσης. Οι κανόνες αυτοί εστιάζουν στη δημιουργία δεξιοτήτων και στρατηγικών μάθησης σε επίπεδο δομής της εκπαιδευτικής διαδικασίας, αλλά ταυτόχρονα σχετίζονται και με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο καθορίζοντας το «πότε» αλλά και το «πώς» αυτό φτάνει στους εκπαιδευόμενους.

## 5. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Η μελλοντική έρευνα που μπορεί να διεξαχθεί ως συνέχεια της παρούσας μελέτης, μπορεί να κινηθεί προς τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

1. Απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων που πραγματεύτηκε η παρούσα εργασία, με εστίαση σε εργαλεία και εφαρμογές δημιουργίας γνωσιακών εκπαιδευτών πέραν της πλατφόρμας CTAT.
2. Διεύρυνση της παρούσας υλοποίησης ώστε να επεκταθεί η υλοποιηθείσα πιλοτική ενότητα σε έκταση, δημιουργώντας έτσι μία πλήρη ενότητα εκπαίδευσης.
3. Διεύρυνση της παρούσας υλοποίησης ώστε να καλυφθούν άλλα γνωστικά αντικείμενα, τα οποία μπορεί να είναι είτε:
  - a. Άλλα εκπαιδευτικά αντικείμενα τα οποία προέρχονται από τις επιστήμες της φυσικής και της χημείας.
  - b. Ευρύτερα ζητήματα τα οποία προέρχονται από άλλες επιστήμες, πέραν αυτών της φυσικής και της χημείας, όπως για παράδειγμα είναι τα μαθηματικά, η πληροφορική, κ.λπ.
4. Διεύρυνση της παρούσας υλοποίησης ώστε να καλυφθούν ευρύτερα οι εκπαιδευτικές βαθμίδες, ξεκινώντας από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση και καλύπτοντας ακόμη την τριτοβάθμια εκπαίδευση, αλλά και ειδικές περιπτώσεις εκπαίδευσης όπως είναι η εκπαίδευση ενηλίκων, ή η εκπαίδευση ιδιαίτερων κοινωνικών ομάδων (π.χ. άτομα με ειδικές ανάγκες, άτομα με χαμηλό επίπεδο γνώσεων και δεξιοτήτων, κ.λπ.).

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

### Αγγλόφωνες Αναφορές

1. Alevan, V., McLaren, B., Sewall, J., Koedinger, K. (2006). The Cognitive Tutor Authoring Tools (CTAT): Preliminary Evaluation of Efficiency Gains, Proceedings of the 8th International Conference on Intelligent Tutoring Systems Jhongli, Taiwan, June 26-30, 2006.
2. Alevan, V., McLaren, B. M., & Sewall, J. (2009). Scaling up programming by demonstration for intelligent tutoring systems development: An open-access website for middle-school mathematics learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2(2), 64-78. <http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/TLT.2009.22>
3. Ally, M (2004). Foundations of educational theory for online learning, in T. Andesron, and F.Elloumi, (Eds) *Theory and Practice of Online Learning*, Athabasca University.
4. Alonzo, A. C., & Steedle, J. T. (2009), Developing and assessing a force and motion learning progression. *Sci. Ed.*, 93, 389–421.
5. Anderson, T., (2004). Toward a theory of on line learning, in T. Andesron, and F.Elloumi, (Eds) *Theory and Practice of Online Learning*, Athabasca University.
6. Anderson, J. R., Corbett, A. T., Koedinger, K. R., Pelletier, R. (1995). Cognitive tutors: Lessons learned, *The Journal of the Learning Sciences*, 4(2).
7. Anderson, J. R., & Lebiere, C. (1998). *The Atomic Components of Thought*, Erlbaum.
8. Barab, S. A. (2002). Commentary: Human-field interaction as mediated by mobile computers. In T. Koschmann, R. Hall, & N. Miyake (Eds.), *Computer supported collaborative learning* (pp. 533–538). Mahwah, NJ: Erlbaum.
9. Barab, S., A., Barnett, M., Yamagata-Lynch, L., Squire, K., & Keating, T. (2002). Using activity theory to understand the contradictions characterizing a technology-rich introductory astronomy course. *Mind, Culture, and Activity*, 9(2),76–107.



10. Barab, S. A., & Kirshner, D. (2001). Guest editors' introduction: Rethinking methodology in the learning sciences. *The Journal of the Learning Sciences*, 10(1&2), 5–15.
11. Barab, S. A., & Plucker, J. A. (2002). Smart people or smart contexts? Cognition, ability, and talent development in an age of situated approaches to knowing and learning. *Educational Psychologist*, 37(3), 165–182.
12. Barrows, H. S. (1992). *The tutorial process*. Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine.
13. Bates, T. (2001). *National strategies for e-learning in post-secondary education and training*, Paris, UNESCO: International Institute for Educational Planning.
14. Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32–42.
15. Brown, J.S., & Duguid, P. (1991). Organizational learning and communities-of-practice: Toward a unified view of working, learning, and innovation. *Organization Science*, 2(1), 40–57.
16. Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1991). Some thoughts about constructivism and instructional design. In T. M. Duffy & D. H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. (pp. 115–119). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
17. Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992). Emerging technologies, ISD, and learning environments: Critical perspectives. *Educational Technology Research and Development*, 40(1), 65–80.
18. Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1993). Designing learning environments that support thinking: The Jasper series as a case study. In T. M. Duffy, J. Lowyeh, & D. H. Jonassen (Eds.), *Designing environments for constructive learning* (pp. 9–36). Berlin: Springer-Verlag.
19. Cole, M., & Engestrom, Y. (1993). A cultural-historical approach to distributed cognition. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations* (pp. 1–46). New York: Cambridge University Press.

20. Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. Resnick (Ed.) *Knowledge, learning, and instruction*, (pp. 453–494). Englewood Cliffs, NJ: Erlbaum.
21. Dabbagh, N., Jonassen, D. H., Yueh H. P., & Samouilova, M. (2000). Assessing a problem-based learning approach in an introductory instructional design course: A case study. *Performance Improvement Quarterly*, 13(3), 60–83.
22. Davis, J. & Brember, I. (1999). Self-esteem and national tests in years 2 and 6: A 4-year longitudinal study, *Educational Psychology*, 19, 337-345.
23. Deci, E.L. & Ryan, R.M. (2004). Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective, In E. L. Deci, & R. M. Ryan (eds.), *Handbook of self-determination research*, pp. 3-33, The University of Rochester Press, Rochester.
24. Dimitracopoulou A. & Komis V. (2004). Design Principles for an open modeling environment for learning, modelling & collaboration in sciences, In C. Constantinou, Z. Zacharia, K. Commers, (Guest Editors), *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning (IJCEELL)*, Special issue on The Role of Information and Communication Technology in Science Teaching and Learning.
25. Engestrom, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki, Finland: Orienta-Konultit.
26. Engestrom, Y. (1993). Developmental studies of work as a test bench of activity theory: The case of primary care medical practice. In S. Chaiklin & J. Lave (Eds.) *Understanding practice: Perspectives on activity and context* (pp. 64–103). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
27. Engestrom, Y. (1999a). Activity theory and individual and social transformation. In Y. Engestrom, R. Miettinen, & R. Punamaki (Eds.), *Perspectives on activity theory* (pp. 19–38). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
28. Engestrom, Y. (1999b). Innovative learning in work teams: Analyzing cycles of knowledge creation in practice. In Y. Engestrom, R. Miettinen, & R. Punamaki (Eds.),

- Perspectives on activity theory (pp. 377–404). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
29. Engestrom, Y., & Miettinen, R. (1999). Introduction. In Y. Engestrom, R. Miettinen, & R. Punamaki (Eds.), *Perspectives on activity theory* (pp. 1–16). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
  30. Finkelstein, M.J., Frances, C., Jewett, F.I. and Scholz, B.W. (2000). *Dollars, Distance and Online Education: The New Economics of College Teaching and Learning*, American Council on Education, Phoenix: Oryx press.
  31. Fodor, J. A. (1980). Methodological solipsism considered as a research strategy in cognitive psychology. *Behavioral and Brain Science*, 3, 63–109.
  32. Fontaine, A. M. (1994). Self-concept and motivation during adolescence: Their influence on school achievement, In: A. Oosterwegel & R. A. Wicklund (eds), *The Self in European and North-American Culture: Development and Processes*, pp. 205-217. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam.
  33. Gagne, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W. (1993). *Principles of instructional design* (4th ed). Fort Worth, TX: Harcourt Brace.
  34. Gilbert, L. S. (1999). Where is my brain? Distributed cognition, activity theory, and cognitive tools. In K. Sparks & M. Simonson (Eds.), *Proceedings of Selected Research and Development Papers Presented at the National Convention of the Association for Educational Communications and Technology [AECT]* (pp. 249–258). Washington, DC: Association for Educational Communications and Technology.
  35. Gottfried, A. E. (1990). Academic intrinsic motivation in young elementary school children, *Journal of Educational Psychology*, 82, 525-538.
  36. Gould, E., Verenikina, E. (2003). An Activity Theory Framework for Computer Interface Design, 25<sup>th</sup> Int. Conf. information Technology Interfaces, ITI 2003, Cavtat, Croatia.
  37. Greeno, J.G. (1989). A perspective on thinking. *American Psychologist*, 44, 134–141.

38. Greeno, J. G. (1997). On claims that answer the wrong question. *Educational Researcher*, 26(1), 5–17.
39. Harter, S. & Connell, J.P. (1984). A model of children's achievement and related self-perceptions of competence, control and motivational orientation, in: J. Nicholls (Ed.) *Advances in Motivation and Achievement*, pp. 219-250. JAI Press, Greenwich.
40. Holt, G. R., & Morris, A. W. (1993). Activity theory and the analysis of organizations. *Human Organization*, 52(1), 97–109.
41. Jonassen, D. (1998). Designing constructivist learning environments, in C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional theories and models* (2d ed.), pp. 1-21. Mahwah, NJ: Erlbaum.
42. Jonassen, D. (2000). Revisiting activity theory as a framework for designing student-centered learning environments, In D. Jonassen & S. Land, (eds). *Theoretical foundations of learning environments*, LEA.
43. Jonassen, D., & Hernandez-Serrano, J. (2002). Case-based reasoning and instructional design: Using stories to support problem solving, *Educational Technology Research & Development*, 50(2), 65–77.
44. Kerrey, B., and Isakson, J., (2001). *The Power of the Internet for Learning: Moving from Promise to Practice*, report of the Web-based Training Educational Commission, Washington DC, 55.
45. Koedinger, K.R., Anderson, J.R., Hadley, W.H., & Mark, M.A. (1997). Intelligent tutoring goes to school in the big city, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8.
46. Koedinger, K.R., Alevan, V., & Heffernan, N. (2003). Toward a rapid development environment for Cognitive Tutors, In U. Hoppe, F. Verdejo, & J. Kay (eds.), *Artificial Intelligence in Education, Proc. of AI-ED 2003*. IOS Press, Amsterdam.
47. Koedinger, K.R. & Alevan, V. (2007). Exploring the Assistance Dilemma in Experiments with Cognitive Tutors, *Educational Psychology Review*, 19.

48. Kuutti, K. (1996). Activity theory as a potential framework for human–computer interaction research. In B. Nardi (Ed.), *Context and consciousness: Activity theory and human–computer interaction*. Cambridge, MA: The MIT Press.
49. Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
50. Leontev, A. N. (1974). The problem of activity in psychology. *Soviet Psychology*, 13(2), 4–33.
51. Leontev, A. N. (1978). *Activity, consciousness, and personality*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
52. Leontev, A. N. (1981). *Problems of the development of mind*. Moscow: Progress.
53. Leontev, A. N. (1989). The problem of activity in the history of Soviet psychology. *Soviet Psychology*, 27(1), 22–39.
54. McGreal, R. and Elliot, M. (2004). Technologies of Online Learning, In T. Anderson, and F. Elloumi, (Eds). *Theory and Practice of Online Learning*, Athabasca, AB: Athabasca University.
55. Makri-Botsari, E. (1999). Academic intrinsic motivation: Developmental differences and relations to perceived scholastic competence, locus of control and achievement, *Evaluation and Research in Education*, 13, 157-171.
56. Makri-Botsari, E. (2001a). Causal links between academic intrinsic motivation, self-esteem, and unconditional acceptance by teachers in high school students, In R. Riding & S. Rayner (eds.), *International perspectives on individual differences*, Vol. 2: Self-perception, pp. 209-220, CT: Ablex Publishing, Westport.
57. Makri-Botsari, E. & Megari, E. (2001b). Lifelong Learning and Intrinsic Motivation.: In K. Haris, N. Petroulakis & S. Nikodemos (eds.), *Continuing Education and Lifelong Learning: International Experience and Greek Perspective*, pp. 316-329. Atrapos, Athens (in Greek).
58. Makri-Botsari, E. and Psycharis, S. (2008). Enhancing Motivation, School Competence and Self-perception of Physics in the Environment of the Cognitive

Tutor CTAT during Physics Instruction, in Lytras M.D. et al. (Eds.): WSKS 2008, CCIS 19, pp. 342–353, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

59. Murray, T. (1999). Authoring intelligent tutoring systems: An analysis of the state of the art, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10.
60. Nardi, B. (Ed.). (1996). *Context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction*. Cambridge, MA: The MIT Press.
61. Norman, D. A. (1991). *Cognitive Artifacts*. In Carroll, J.M. (ed.), *Designing Interaction, Psychology at the Human-Computer Interface*, pp.17-38, Cambridge University Press.
62. Paterson, W. and Strickland, J., (1986). *Garbage In / Garbage Out: Evaluating Computer Software*, *The English Record*, 2nd quarter, σελ 11-15
63. Perkins, D.N. (1993). Person-plus: A distributed view of thinking and learning. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*, pp. 88-110. Cambridge: Cambridge University Press.
64. Pont, B. and Sweet, R. (2003). *Adult Learning and ICT: How to Respond to the Diversity of Needs?* NCAL/OECD, International Roundtable, Philadelphia 12-14 November 2003.
65. Psycharis, S., Makri-Botsari, E. & Paraskeva, F. (2006). Computer simulation: Before or after the instruction? A didactic approach for teaching the process of matter phase changes to students, *International Journal of Learning*, 12, 8.
66. Robertson, I. (2008). Sustainable e-learning, activity theory and professional development. In *Hello! Where are you in the landscape of educational technology? Proceedings ascilite Melbourne 2008*, <http://www.ascilite.org.au/conferences/melbourne08/procs/robertson.pdf>
67. Rogers, C. (1961). *On Becoming a Person*, Houghton Mifflin, Boston.
68. Rogers, C. (1974). In retrospect, *American Psychology*, 29, 115-116.

69. Rus, V. (2012). Deeptutor: An Intelligent Tutoring System That Promotes Deep Learning of Science Topics, Working paper <http://deeptutor.memphis.edu/DeepTutor.Overview.V-RusEtAl.May-2012.pdf>
70. Ryan, R.M., & Deci, E.L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions, *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
71. Salomon, G., Perkins, D.N. & Globerson, T. (1991). Partners in cognition: extending human intelligence with intelligent technologies. *Educational Researcher* 20 (3), 2-9.
72. Salomon, G. (Ed.). (1993). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. New York: Cambridge University Press.
73. Schulze, K. G., Shelby, R. N., Treacy, D. J., Wintersgill, M. C., Vanlehn, K., & Gertner, A. (2000). Andes: An intelligent tutor for classical physics. *The Journal of Electronic Publishing*, 6(1).
74. Selwyn, N. (2003). *ICT in Non-Formal Youth and Adult Education: Defining the Territory*, NCAL/OECD, International Roundtable, Philadelphia 12-14 November 2003.
75. Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 27, 4-13.
76. Swann, W., Chang-Schneider, C., Larsen McClarty, K. (2007). Do People's Self-Views Matter? Self-Concept and Self-Esteem in Everyday Life, *American Psychologist*, 62(2), 84-94.
77. Thacker, B. (2003). Recent advances in classroom physics, *Reports Progress in Physics*, 66.
78. VanLehn, K. (2006). The behavior of tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 16.
79. Venkatesh, V. (1999). Creation of favorable user perceptions: Exploring the role of intrinsic motivation, *Management Information Systems Quarterly*, 23, 239-263.
80. Vera, A. H., & Simon, H. A. (1993). Situated action: A symbolic interpretation. *Cognitive Science*, 17, 7-49.

81. Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge: Harvard University Press.
82. Vygotsky, L. S. (1987). Thinking and speech. In R.W. Rieber & A. S. Carton (Eds.), The collected works of L. S. Vygotsky, Volume 1: Problems of general psychology. New York: Plenum.
83. Weiler, A. (2004). Information-Seeking Behavior in Generation Y Students: Motivation, Critical Thinking, and Learning Theory, The Journal of Academic Librarianship, 31(1), 46-53.
84. Yeung, A.S. and Wong, E. (2004). Teacher Self-concept Enhancement: Effects of an In- Service Training Program in Hong Kong, The Hong Kong Institute of Education, Hong Kong.

#### **Ελληνόφωνες Αναφορές**

85. Αβούρης, Ν. (2000). Εισαγωγή στην Επικοινωνία Ανθρώπου – Υπολογιστή, Αθήνα: Διάυλος.
86. Κόμης, Β. (2004). Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.
87. Κόμης, Β. (2005). Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
88. Μακράκης, Β. (2000). Υπερμέσα στην εκπαίδευση - Μια Κοινωνιολογική Εποικοδομητική Προσέγγιση, Αθήνα: Μετάχμιο.
89. Μικρόπουλος, Α. (2000). Εκπαιδευτικό λογισμικό. Θέματα σχεδίασης και αξιολόγησης, Αθήνα: Κλειδάριθμος.
90. Ράπτης, Α. και Ράπτη, Α. (2005). Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας, Ολική Προσέγγιση, Τομ. Α', Αθήνα.
91. Τζουμάκας Β. (2003). Τα Εργαλεία Συγγραφής Πολυμέσων ως Εκφραστικά Μέσα στα Χέρια των Μαθητών - Το Παράδειγμα του Swish, 2<sup>ο</sup> Συνεδριο ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, Σύρος 2003.