

Οι Εννοιολογικοί Χάρτες στην Εκπαιδευτική Διαδικασία

Γρηγοριάδου, Μ., Γουλή, Ε., Γόγουλου Α.

1.1 Εισαγωγή

Για περισσότερες από δύο δεκαετίες, η γνωστική ψυχολογία συνεισφέρει σημαντικά στη βελτίωση και ανάπτυξη της εκπαιδευτικής έρευνας, με ερευνητικά πορίσματα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο ο εκπαιδευόμενος οικοδομεί τη γνώση. Για την αναπαράσταση των γνωστικών δομών του εκπαιδευόμενου έχουν εφαρμοστεί από εκπαιδευτικούς ερευνητές ποικίλες προσεγγίσεις (Novak & Gowin, 1984; McAleese, 1998; Fisher et al., 2000). Σκοπός τους είναι να αναδείξουν τον τρόπο με τον οποίο ο εκπαιδευόμενος οικοδομεί τη γνώση ώστε να προσαρμοστεί ανάλογα η εκπαιδευτική διαδικασία και να επιτευχθούν τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα. Η εννοιολογική χαρτογράφηση (concept mapping) αποτελεί μια από τις ερευνητικές προσεγγίσεις που έχουν εφαρμοστεί (Novak & Gowin, 1984; Novak, 1998; Mintzes et al., 2000; Jonassen et al., 1997) τόσο για την αναπαράσταση της γνώσης όσο και για την αναπαράσταση των αντιλήψεων του εκπαιδευόμενου.

Ο εννοιολογικός χάρτης (concept map) είναι μια διδακτική τεχνική και μια εκπαιδευτική στρατηγική που έχει ως σκοπό να ενισχύσει την ουσιαστική μάθηση (meaningful learning) (Ausubel et al., 1978). Η ουσιαστική μάθηση προτείνεται ως ένας τρίτος δρόμος μεταξύ της μεταβίβασης και της ανακάλυψης της γνώσης. Είναι

μια διαδικασία κατά την οποία η νέα γνώση αλληλεπιδρά και συσχετίζεται με σχετικές αναπαραστάσεις, έννοιες και προτάσεις που προϋπάρχουν στη γνωστική δομή του εκπαιδευόμενου έτσι ώστε να αποκτήσουν για αυτόν ουσιαστικό νόημα. Για να μπορέσουν οι εκπαιδευόμενοι να δομήσουν και να οργανώσουν τη μάθησή τους, πρέπει να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις της ουσιαστικής μάθησης: (α) ο εκπαιδευόμενος διαθέτει ένα σύνολο γνώσης που έχει για τον ίδιο νόημα και στο οποίο είναι δυνατόν να συσχετιστεί η νέα γνώση, και (β) το περιεχόμενο του μαθήματος θα πρέπει να έχει ουσιαστικό νόημα δηλαδή να είναι δυνατόν να συσχετιστεί με τη γνωστική δομή του εκπαιδευόμενου κατά μη αυθαίρετο και επιφανειακό τρόπο. Η έννοια του εννοιολογικού χάρτη αναπτύχθηκε από τον J. Novak (Novak & Gowin, 1984; Novak, 1998) βασισμένη στις ψυχολογικές απόψεις και στη θεωρία της ουσιαστικής μάθησης του Ausubel (Ausubel et al., 1978). Συγκεκριμένα, ο Novak με τον εννοιολογικό χάρτη εφαρμόζει την κεντρική ιδέα του Ausubel, δηλαδή ότι η ουσιαστική μάθηση είναι δυνατή όταν τα νέα δεδομένα ενσωματώνονται σε ένα δίκτυο σχετικών εννοιών.

Ο εννοιολογικός χάρτης θεωρείται μια από τις πιο διαδεδομένες διεθνώς στρατηγικές που χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο για τις γραφικές αναπαραστάσεις εννοιών. Η σχηματική αναπαράσταση των εννοιών δίνει τη δυνατότητα οπτικοποίησης ενός αντικείμενου, μιας κατηγορίας αντικειμένων, μιας διαδικασίας, μιας ιδέας, δηλαδή συγκεκριμενοποιεί το αφηρημένο, με αποτέλεσμα η πληροφορία να είναι άμεσα αντιληπτή και ικανή να ανακληθεί. Ο εννοιολογικός χάρτης υποκαθιστά νοητικά αυτό που αναπαριστά και βοηθά στη δόμηση και συστηματοποίηση των ιδεών δίνοντας τη δυνατότητα να εντοπιστούν παραλληλισμοί, συγκρίσεις, διαφορές ή/και συνδέσεις με άμεσο και εύκολο τρόπο. Η κατασκευή ενός εννοιολογικού χάρτη χαρακτηρίζεται ως μια δημιουργική δραστηριότητα και

αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση για τους εκπαιδευόμενους που έχουν συνηθίσει να μαθαίνουν μηχανικά (μάθηση μέσω αποστήθισης) (rote learning). Μάλιστα, η κατασκευή ενός εννοιολογικού χάρτη χαρακτηρίζεται ως μια άριστη δραστηριότητα για την ενίσχυση/προώθηση της δημιουργικής σκέψης και της αναγνώρισης νέων μεθόδων επίλυσης προβλημάτων (Cañas et al., 2003).

Στο πλαίσιο κατάλληλα σχεδιασμένων δραστηριοτήτων, ο εννοιολογικός χάρτης ως μαθησιακό εργαλείο βοηθά τον εκπαιδευόμενο να μάθει ουσιαστικά (meaningful learning), οργανώνοντας και δομώντας τις γνώσεις του και δίνοντας του τη δυνατότητα να ανακαλύψει/εντοπίσει γνώσεις που δεν έχουν οικοδομηθεί πλήρως ή έχουν οικοδομηθεί εσφαλμένα. Επίσης, ως διδακτικό εργαλείο και εργαλείο αξιολόγησης, βοηθά τον εκπαιδευτικό να εμπλουτίσει τη διδακτική του προσέγγιση και να διερευνήσει τις αντιλήψεις του εκπαιδευόμενου ώστε να συμβάλλει ουσιαστικά στη διεργασία της μάθησης. Επιπρόσθετα, ο εννοιολογικός χάρτης ως μεταγνωστικό εργαλείο (metacognitive tool) βοηθά τόσο τον εκπαιδευόμενο όσο και τον εκπαιδευτή να κατανοήσει καλύτερα το περιεχόμενο και τη διαδικασία πραγματοποίησης της ουσιαστικής μάθησης (Mintzes et al., 2000). Μέσω του εννοιολογικού χάρτη, ο εκπαιδευόμενος μαθαίνει να δομεί και να συσχετίζει τις έννοιες, που αποτελούν τα εργαλεία σκέψης του, μαθαίνει δηλαδή πώς να μαθαίνει (Βασιλοπούλου, 2001).

Στη συνέχεια, στην ενότητα 1.2 παρουσιάζονται τα βασικά συστατικά στοιχεία ενός εννοιολογικού χάρτη καθώς και οι βασικοί κανόνες για την κατασκευή του. Στην ενότητα 1.3 αναλύεται η χρήση του εννοιολογικού χάρτη στην εκπαιδευτική διαδικασία ενώ στη ενότητα 1.4 παρουσιάζονται εμπορικά και ερευνητικά λογισμικά για την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών.

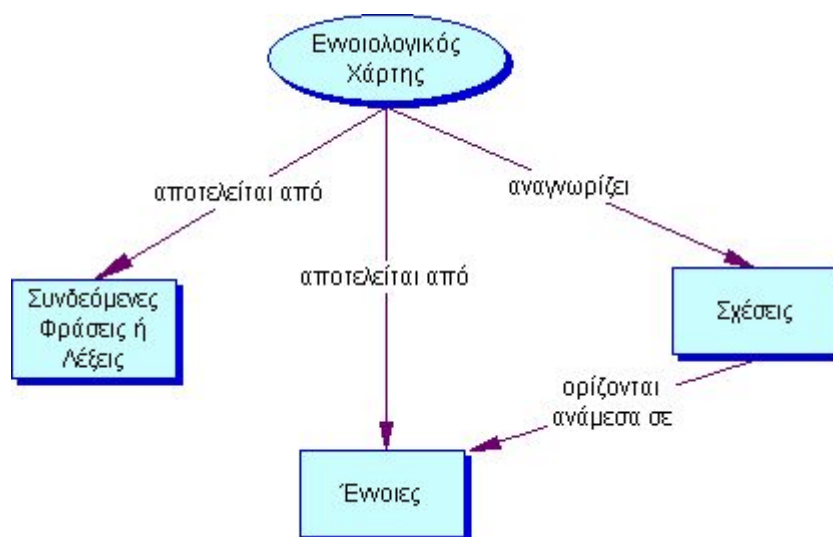
1.2 Βασικά Συστατικά Στοιχεία ενός Εννοιολογικού Χάρτη

Ένας εννοιολογικός χάρτης απεικονίζει μία συγκεκριμένη έννοια που αποκαλείται κεντρική έννοια και αποτελείται από κόμβους και συνδέσμους (Novak & Gowin, 1984). Οι κόμβοι αναπαριστούν τις έννοιες (αντικείμενα ή γεγονότα ή ένα σύνολο από αντικείμενα/γεγονότα) και για την αναπαράστασή τους χρησιμοποιούνται σχήματα κύκλων, ελλείψεων ή παραλληλογράμμων. Κάθε κόμβος έχει μια ετικέτα που τον χαρακτηρίζει. Οι σύνδεσμοι προσδιορίζουν τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών. Ένας σύνδεσμος περιγράφει πώς μια έννοια συνδέεται με μια άλλη. Δύο κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους με μια γραμμή, με ή χωρίς κατεύθυνση και η γραμμή έχει μια ετικέτα που προσδιορίζει τη σχέση μεταξύ των δύο συνδεόμενων εννοιών. Η τριάδα Έννοια-Σύνδεσμος-Έννοια δημιουργεί μια πρόταση (propositions). Ουσιαστικά, ένας εννοιολογικός χάρτης αποτελεί μια διαγραμματική αναπαράσταση συνδέσεων μεταξύ δύο ή περισσότερων εννοιών με τη μορφή προτάσεων προβάλλοντας και αναδεικνύοντας τις συνδέσεις και τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.1.,

- κεντρική έννοια (central concept) του απεικονιζόμενου εννοιολογικού χάρτη είναι η έννοια «Εννοιολογικός χάρτης»,
- κόμβοι είναι οι έννοιες «Συνδεόμενες φράσεις ή λέξεις», «Σχέσεις» και «Έννοιες»
- σύνδεσμοι είναι «αποτελείται από», «αναγνωρίζει», «ορίζονται ανάμεσα σε»
- πρότασεις (propositions) είναι «Εννοιολογικός χάρτης αποτελείται από Συνδεόμενες φράσεις ή λέξεις», «Εννοιολογικός χάρτης αναγνωρίζει Σχέσεις», «Σχέσεις ορίζονται ανάμεσα σε Έννοιες», «Εννοιολογικός χάρτης αποτελείται από Έννοιες». Δεν είναι απαραίτητο ένας εννοιολογικός χάρτης να διαβάζεται

από την κεντρική έννοια μέχρι την έννοια του τελευταίου επιπέδου π.χ. *Είδη Περιφερειακής Μνήμης διακρίνονται σε Μαγνητικά Μέσα χρειάζονται Μορφοποίηση χωρίζει το μέσο σε Τροχιές είναι Ομόκεντρα Αυλάκια*. Η συγκεκριμένη πρόταση αποτελείται από 4 προτάσεις ξεχωριστά. Βέβαια πολλές φορές ίσως χρειάζεται να συνδέσουμε περισσότερες από δύο έννοιες προκειμένου να δημιουργηθεί μια πρόταση π.χ. *Μνήμη RAM επιτρέπει την Τυχαία Προσπέλαση των Δεδομένων*. Η συγκεκριμένη πρόταση έχει δημιουργηθεί από 3 έννοιες με 2 συνδέσμους. Για λόγους εύκολης διάκρισης τέτοιων περιπτώσεων είναι χρήσιμο η γραμμή που συνδέει τις έννοιες να έχει διαφορετικό χρώμα προκειμένου να είναι ευδιάκριτη η συνέχεια της αρχικής πρότασης.



Εικόνα 1.1. Συστατικά στοιχεία ενός εννοιολογικού χάρτη

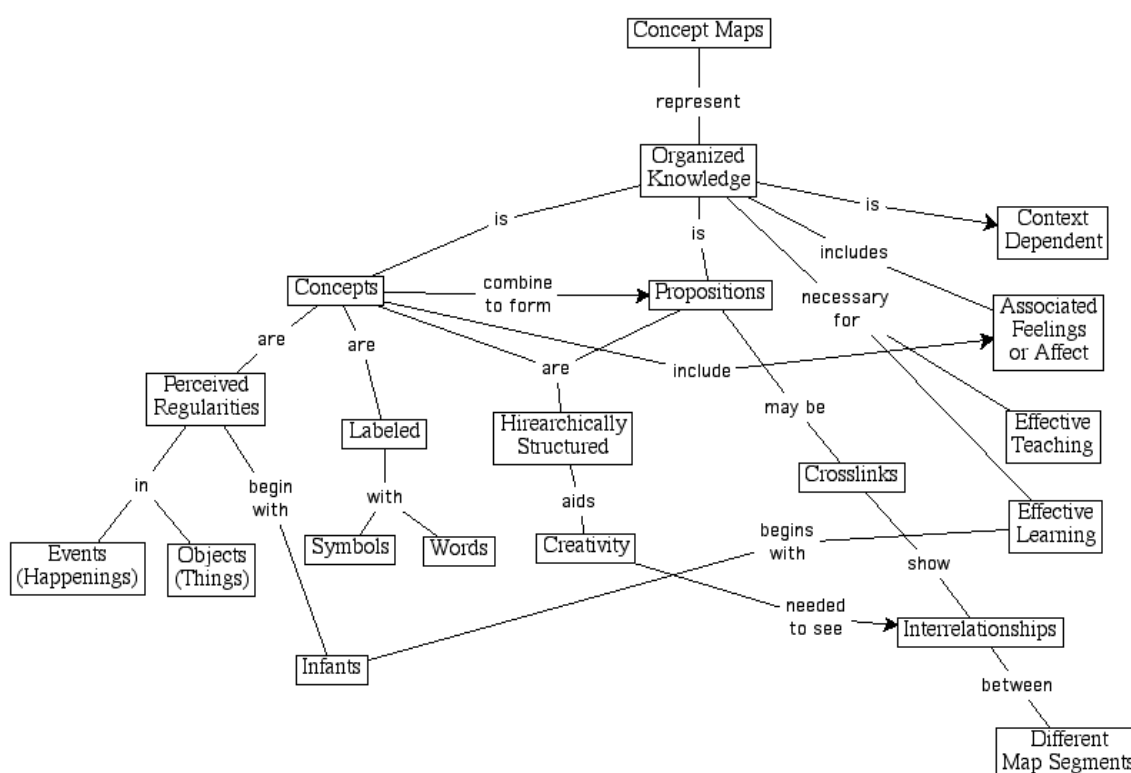
Η διαδικασία κατασκευής ενός εννοιολογικού χάρτη καλείται εννοιολογική χαρτογράφηση και η σχηματική σύνδεση των εννοιών ακολουθεί ορισμένους κανόνες που απορρέουν από τις θεωρίες μάθησης και εκφράζουν την ιεράρχηση (hierarchical structure) (από τη γενικότερη έννοια προς τις μερικότερες έννοιες), την προοδευτική διαφοροποίηση (progressive differentiation) (ποιο το περιεχόμενο κάθε έννοιας και πως διαφοροποιείται μια έννοια από κάποια άλλη) και τις

ολοκληρωμένες συνδέσεις μεταξύ των εννοιών (integrative reconciliation) (Novak & Gowin, 1984; Novak 1998) (έκφραση σύνθετων συνδέσεων μεταξύ των εννοιών – πως οι έννοιες συσχετίζονται μεταξύ τους).

Σημαντικά χαρακτηριστικά των εννοιολογικών χαρτών αποτελούν η ιεραρχική δομή τους, η ύπαρξη σύνθετων συνδέσεων (cross-links) μεταξύ των εννοιών και η ύπαρξη παραδειγμάτων. Συγκεκριμένα, οι έννοιες αναπαρίστανται σε μια ιεραρχική δομή με τις πιο γενικές, σημαντικές, και αόριστες έννοιες στην κορυφή του χάρτη ενώ σε κατώτερα επίπεδα τοποθετούνται οι έννοιες που τις αναλύουν /συγκεκριμενοποιούν και οι οποίες είναι πιο ειδικές και λιγότερο γενικές. Βέβαια η ιεραρχική δομή για ένα συγκεκριμένο πεδίο γνώσης εξαρτάται από το ίδιο το περιεχόμενο του πεδίου. Για το λόγο αυτό είναι καλύτερο να κατασκευάζεται ένας εννοιολογικός χάρτης με στόχο να δοθεί απάντηση σε μια συγκεκριμένη ερώτηση, η οποία αποκαλείται ερώτηση επικέντρωσης (focus question) (Cañas et al., 2003). Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα η κεντρική έννοια του χάρτη να είναι πιο ειδική από άλλες έννοιες που μπορεί να συμπεριληφθούν σε πρώτο επίπεδο (π.χ. Κεντρική έννοια είναι η έννοια «Κύρια Μνήμη» και σε πρώτο επίπεδο αναφέρεται η έννοια «Υπολογιστής»). Η ιεραρχική δομή σε έναν εννοιολογικό χάρτη για ένα συγκεκριμένο πεδίο γνώσης εξαρτάται πολλές φορές από το ίδιο το περιεχόμενο του γνωστικού πεδίου.

Η ύπαρξη παραδειγμάτων αντικειμένων ή γεγονότων ουσιαστικά συγκεκριμενοποιεί/διευκρινίζει το νόημα της συγκεκριμένης έννοιας. Οι σύνθετες συνδέσεις ουσιαστικά αναπαριστούν τις σχέσεις μεταξύ εννοιών που βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές/πεδία του εννοιολογικού χάρτη και δείχνουν πώς μια έννοια ενός πεδίου γνώσης που απεικονίζεται στο χάρτη συνδέεται με μια άλλη έννοια ενός διαφορετικού πεδίου γνώσης που απεικονίζεται στο χάρτη. Στο χάρτη που

απεικονίζεται στην εικόνα 1.2., η πρόταση “Perceived Regularities begin with Infants” συνδέεται σύνθετα με την πρόταση “Effective learning begins with Infants». Στην Εικόνα 1.2. παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εννοιολογικού χάρτη που περιγράφει την κεντρική έννοια «Εννοιολογικός Χάρτης» και στην Εικόνα 1.3. παρουσιάζονται αναλυτικά (σε σχέση με την Εικόνα 1.1.) τα βασικά συστατικά στοιχεία ενός εννοιολογικού χάρτη.



Εικόνα 1.2. Ένα παράδειγμα εννοιολογικού χάρτη που περιγράφει την έννοια «Εννοιολογικός Χάρτης» Από το Άρθρο του Joseph Novak “The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them”

1.2.1 Κανόνες Κατασκευής Εννοιολογικών Χαρτών

Για την κατασκευή των εννοιολογικών χαρτών υπάρχουν συγκεκριμένοι και απλοί κανόνες:

1ο βήμα: Αναγνώριση των σημαντικότερων εννοιών που θα συμπεριληφθούν στο χάρτη. Μια έννοια περιγράφει ένα αντικείμενο, μια κατάσταση ή ένα φαινόμενο και αποτελεί μια μονάδα πληροφορίας που αναπαριστάται από μια λέξη, φράση, εικόνα και συνήθως προσδιορίζεται από την ετικέτα της. Στόχος είναι η εύρεση των «εννοιών-λέξεων κλειδιών» ενός κειμένου ή ενός γνωστικού πεδίου ή γενικότερα του προς εξέταση θέματος. Επομένως, αρχικά θα πρέπει να προσδιοριστούν οι έννοιες που συνδέονται με το προς εξέταση θέμα. Η έννοια για την οποία ζητείται να κατασκευαστεί ο εννοιολογικός χάρτης αποτελεί την κεντρική έννοια. Δε μπορεί να υπάρχουν έννοιες σε ανώτερο επίπεδο από την κεντρική έννοια.

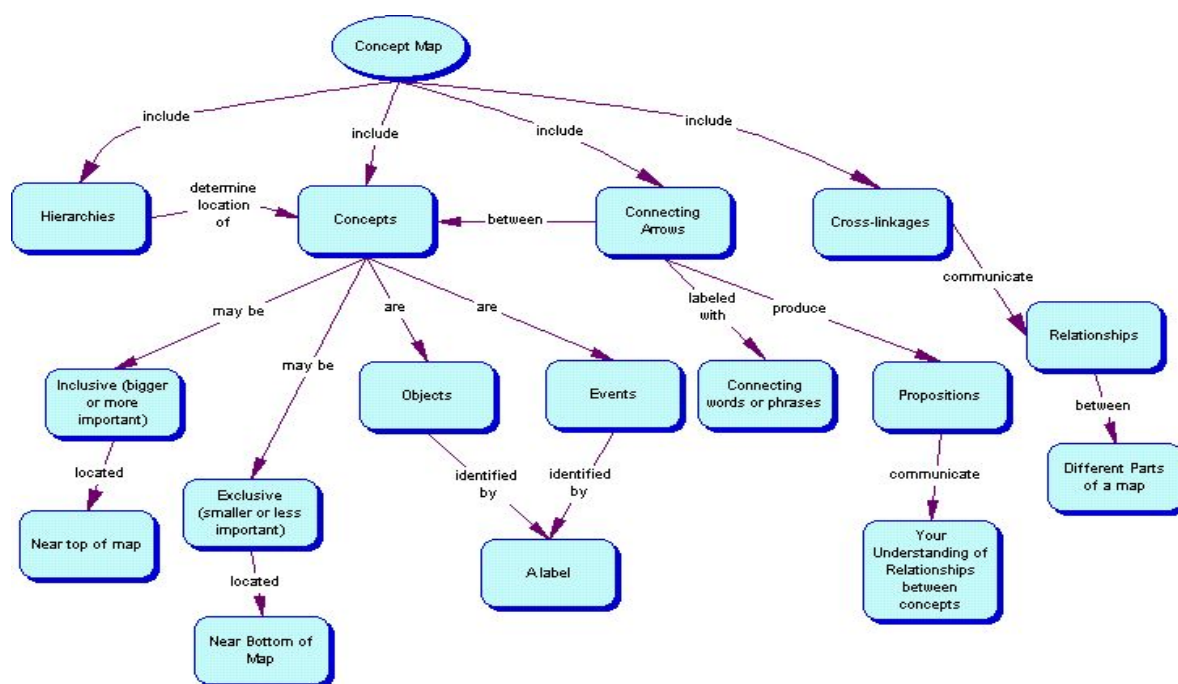
2ο βήμα: Ομαδοποίηση των εννοιών. Οι έννοιες που έχουν αναγνωριστεί στο 1ο βήμα θα πρέπει να ομαδοποιηθούν σε γενικές κατηγορίες και να ταξινομηθούν από τις πιο γενικές και αόριστες στις πιο συγκεκριμένες και ειδικές. Θα πρέπει για κάθε «έννοια-λέξη κλειδί» να εντοπιστούν εκείνες οι έννοιες που τη συγκεκριμενοποιούν και την αναλύουν. Η ομαδοποίηση των εννοιών εναλλακτικά μπορεί να γίνει βάσει της σχέσης που έχουν – οι πιο σχετικές έννοιες περικλείονται στην ίδια ομάδα. Χρήσιμο είναι να αποφεύγετε ο μεγάλος αριθμός εννοιών κάτω από μια έννοια. Αν οι έννοιες που έχουν επιλεγεί να τοποθετηθούν κάτω από μια άλλη έννοια είναι πολλές, τότε θα πρέπει να βρεθεί μια ενδιάμεση έννοια που ίσως έχει παραληφθεί.

3ο βήμα: Καθορισμός των σχέσεων μεταξύ των εννοιών. Η σχέση μεταξύ δύο εννοιών χαρακτηρίζεται από μία λέξη ή φράση η οποία αναγράφεται πάνω στη γραμμή που συνδέει τις δύο έννοιες. Κάθε γραμμή πρέπει να έχει μια ετικέτα που να περιγράφει τη σχέση μεταξύ των συνδεόμενων μελών. Επειδή κάθε έννοια ορίζεται από τις σχέσεις της με τις άλλες έννοιες μέσα στο θέμα, χρήζει ιδιαίτερης προσοχής η «κατεύθυνση» των σχέσεων (τόξων) και η ετικέτα που περιγράφει τη σχέση. Επομένως, μετά την ομαδοποίηση των εννοιών θα πρέπει να καθοριστούν οι σχέσεις

που συνδέουν τις διάφορες έννοιες μεταξύ τους. Η σχέση μεταξύ δύο εννοιών μπορεί να δηλώνει: (i) ότι η μία έννοια περικλείει την άλλη, ή ότι η μία έννοια αποτελεί στιγμιότυπο της άλλης, (ii) μία αιτία ή ένα αποτέλεσμα, (iii) μία διαδικασία, (iv) μία ιδιότητα ή ένα χαρακτηριστικό της έννοιας, (v) την ομοιότητα ή ανομοιότητα μεταξύ των εννοιών, (vi) την ποσοτική τους σχέση, κ.α. Μετά τη σύνδεση των εννοιών με μια γραμμή, με ή χωρίς κατεύθυνση, θα πρέπει να γράφονται πάνω στη γραμμή απλές και σύντομες συνδετικές λέξεις π.χ. ρήματα, ώστε να σχηματίζονται προτάσεις που να έχουν νόημα. Οι συνδετικές λέξεις πρέπει να προσδιορίζουν τη σχέση μεταξύ των δύο εννοιών.

Ο καθορισμός των σχέσεων μεταξύ δύο εννοιών γίνεται αρχικά κατά ιεραρχίες – από την πιο γενική έννοια ενός επιπέδου στην πιο ειδική έννοια του κατώτερου επιπέδου. Καθώς όμως τοποθετούνται οι έννοιες στο χάρτη, μπορούν να καταγράφονται και οι σχέσεις μεταξύ εννοιών που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο ή σε διαφορετικά επίπεδα αλλά δεν υπάρχει ιεραρχική σχέση μεταξύ τους (σύνθετες συνδέσεις). Συγκεκριμένα, θα πρέπει να αναζητηθούν διασυνδέσεις μεταξύ εννοιών που μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές του χάρτη, είτε στο ίδιο επίπεδο ή σε άλλο, είτε είναι υπο-έννοιες κάτω από διαφορετικές έννοιες. Οι διασυνδέσεις αυτές καλούνται σύνθετες συνδέσεις (cross-links).

4ο βήμα: Χρήση οπτικών σχημάτων. Για την οπτική αναπαράσταση των εννοιών χρησιμοποιούνται κύκλοι ή σχήματα ελλείψεων (ένα σχήμα περικλείει μια έννοια). Για την οπτική αναπαράσταση των σχέσεων χρησιμοποιούνται γραμμές με τόξα (μιας κατεύθυνσης ή χωρίς κατεύθυνση). Κάθε γραμμή συνδέει μόνο δύο έννοιες. Δεν υπάρχει περιορισμένος αριθμός συνδέσεων που προέρχονται από μια έννοια.



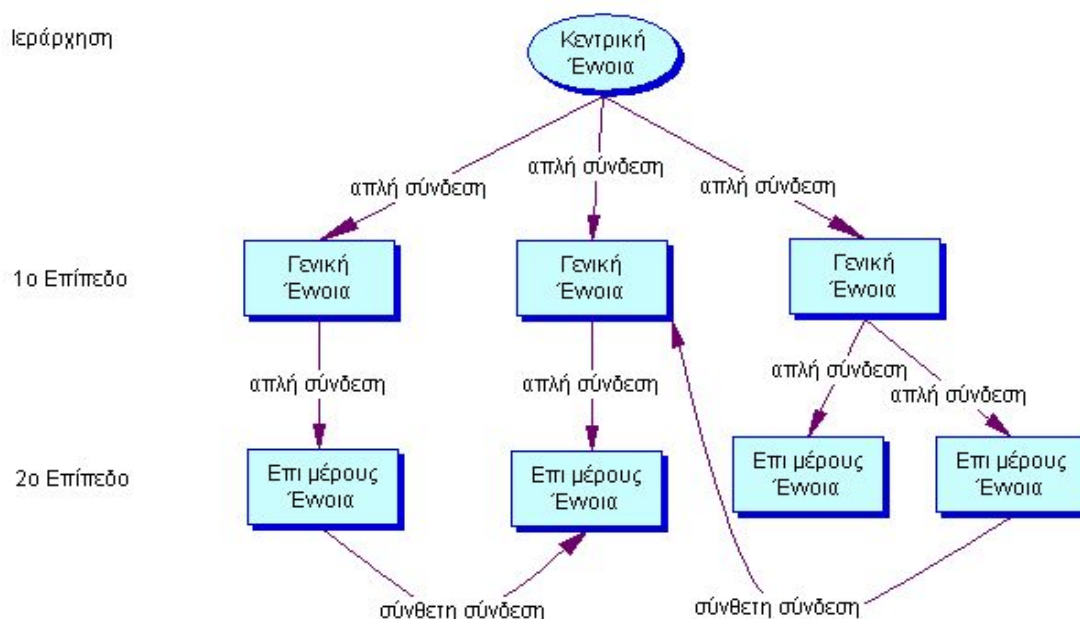
Εικόνα 1.3. Περιγραφή των βασικών συστατικών στοιχείων ενός εννοιολογικού χάρτη

5ο βήμα: Αναπαράσταση συγκεκριμένων παραδειγμάτων. Συχνά στο τέρμα της διακλάδωσης χρησιμοποιούνται παραδείγματα που επεξηγούν την τελευταία έννοια.

6ο βήμα: Έλεγχος εννοιολογικού χάρτη. Ο χάρτης θα πρέπει να μπορεί να διαβαστεί με τη βοήθεια των λέξεων ή των εκφράσεων που συνδέουν τις έννοιες μεταξύ τους. Στόχος του τελευταίου βήματος είναι η βελτίωση του εννοιολογικού χάρτη, προσθέτοντας, μεταφέροντας ή αφαιρώντας έννοιες ή/και επιλέγοντας πιο κατάλληλες σχέσεις μεταξύ των εννοιών.

Η δομή του εννοιολογικού χάρτη που παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.4. περιγράφεται αναλυτικά από τον Novak (Novak & Gowin, 1984). Ο εννοιολογικός χάρτης της συγκεκριμένης εικόνας είναι γενικός και ενδεικτικός. Ο εκπαιδευόμενος, ανάλογα με την εννοιολογική του δομή, μπορεί να συνδέσει περισσότερες έννοιες, σε περισσότερα ιεραρχικά επίπεδα με περισσότερες απλές και σύνθετες συνδέσεις. Οι εννοιολογικοί χάρτες θεωρούνται προσωπικές κατασκευές με ιδιαίτερο νόημα για τον καθένα που τις σχεδιάζει και είναι δυνατόν να έχουμε διαφορετικές μορφές

εννοιολογικών χαρτών έστω και αν αφορούν στην περιγραφή της ίδιας κεντρικής έννοιας.



Εικόνα 1.4. Γενική δομή ενός εννοιολογικού χάρτη κατά Novak & Gowin (1984)

1.3 Ο Εννοιολογικός Χάρτης στην Εκπαιδευτική Διαδικασία

Σύμφωνα με τον Wandersee (1990), χαρτογραφώ σημαίνει να γνωρίζω και να μετατρέπω μια περιοχή του επιστητού από *terra incognita* σε *terra cognita*. Ο άνθρωπος χαρτογραφεί από τότε που προσπαθούσε να μετατρέψει κάτι άγνωστο ή αφηρημένο σε κάτι γνωστό και συγκεκριμένο, όπως οι χάρτες της Γης, οι χάρτες του ηλιακού συστήματος κ.λπ. Το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας και της έρευνας για την εφαρμογή του εννοιολογικού χάρτη στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι ιδιαίτερα έντονο τα τελευταία χρόνια. Ο εννοιολογικός χάρτης έχει εισαχθεί και εφαρμοστεί κυρίως σε έννοιες Βιολογίας από τον Novak και αναλύεται στο έργο του «Μαθαίνοντας πώς να μαθαίνεις» (Learning how to learn, Novak & Gowin, 1984).

Ο εννοιολογικός χάρτης ως μαθησιακό και γνωστικό εργαλείο προάγει και αναπτύσσει τις στοχαστικές διαδικασίες που είναι απαραίτητες για την ουσιαστική μάθηση (Jonassen et al., 1997) βοηθώντας τον εκπαιδευόμενο να αναδομήσει και να συνδέσει τις γνώσεις που ήδη κατέχει, να ορίσει και να διευκρινίσει συνδέσεις μεταξύ των εννοιών και να συσχετίσει τις νέες έννοιες με όσα ήδη γνωρίζει. Ο εννοιολογικός χάρτης αντανακλά τις αλλαγές στον τρόπο σκέψης (Wandersee, 1990) και λειτουργεί ως ένας «γνωστικός καθρέπτης» μέσα από τον οποίο ο εκπαιδευόμενος μπορεί να παρακολουθεί την πορεία της μάθησής του, να την αξιολογεί καθώς και να ελέγχει και να διορθώνει τα λάθη του, όταν χρειάζεται, ενισχύοντας την ικανότητα της αυτορρύθμισης και του αναστοχασμού (Βοσνιάδου, 2002). Δεν αποτελεί όμως μόνο γνωστικό εργαλείο αλλά και μεταγνωστικό εργαλείο γιατί ο εκπαιδευόμενος μαθαίνει να δομεί και να συσχετίζει τις έννοιες, μαθαίνει δηλαδή πώς να μαθαίνει «ουσιαστικά».

Στην εκπαιδευτική πράξη, ο εννοιολογικός χάρτης μπορεί να αξιοποιηθεί από το διδάσκοντα (Novak, 1998): (i) για τη διδασκαλία ως μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση, ή/και (ii) για τη διερεύνηση των αντιλήψεων του εκπαιδευόμενου σχετικά με το υπό εξέταση θέμα, (Gouli et al., 2003a; Gouli et al., 2003b) ή/και (iii) για την αξιολόγηση του εκπαιδευόμενου (Mintzes et al., 2000) ιδιαίτερα στη φάση της διαμορφωτικής αξιολόγησης αποδίδοντας σχηματικά το επίπεδο κατανόησης των εννοιών. Μέσα από έναν εννοιολογικό χάρτη δίνεται η δυνατότητα στο διδάσκοντα να διερευνήσει τις έννοιες που γνωρίζει ο εκπαιδευόμενος, τις έννοιες που δε γνωρίζει, τις σχέσεις των εννοιών που έχει κατανοήσει καθώς και τις σχέσεις των εννοιών που αγνοεί ή/και παρανοεί καθώς και να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα για τους εκπαιδευόμενους σχετικά με το γνωστικό τους επίπεδο, τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν, κ.λπ. Η ποσοτική αλλά κυρίως η ποιοτική ανάλυση του

εννοιολογικού χάρτη ενός εκπαιδευόμενου μπορεί να αποβεί εξαιρετικά χρήσιμη στη μελέτη των πρότερων αντιλήψεων του εκπαιδευόμενου (Gouli et al., 2003b; Γρηγοριάδου κ.ά., 2003). Τα παραπάνω αφορούν στην επίτευξη γνωστικών στόχων. Επιπλέον, μέσα από τη διαδικασία της εννοιολογικής χαρτογράφησης επιδιώκεται να βοηθηθούν οι εκπαιδευόμενοι, σε ένα αρχικό στάδιο, να χειρίζονται τις ίδιες τους τις γνώσεις και να αξιοποιούν τις πρότερες αντιλήψεις τους, να μαθαίνουν δηλαδή πώς να μαθαίνουν, επιδιώκοντας την επίτευξη στόχων στο μεταγνωστικό επίπεδο.

Ο εννοιολογικός χάρτης μπορεί να αξιοποιηθεί από τον εκπαιδευόμενο: (i) ως μαθησιακό και γνωστικό εργαλείο ή/και (ii) για ανταλλαγή και επικοινωνία ιδεών μεταξύ των εκπαιδευομένων. Στο πλαίσιο κατάλληλα σχεδιασμένων δραστηριοτήτων, ο εννοιολογικός χάρτης ως μαθησιακό εργαλείο προάγει την ενεργοποίηση του εκπαιδευόμενου εμπλέκοντας αυτόν σε διαδικασίες ανάλυσης, σύνθεσης, υπόθεσης, αξιολόγησης κ.λπ και τον βοηθά να μάθει ουσιαστικά (meaningful learning), οργανώνοντας και δομώντας τις γνώσεις του και δίνοντας του τη δυνατότητα να ανακαλύψει/εντοπίσει γνώσεις που δεν έχουν οικοδομηθεί πλήρως ή έχουν οικοδομηθεί εσφαλμένα.

Ο εννοιολογικός χάρτης μπορεί να ενταχθεί στη διδασκαλία με ποικίλους τρόπους όπως ως οργανόγραμμα του μαθήματος, ως εισαγωγικός χάρτης μιας ενότητας, ως οργανωτής προώθησης (περιέχει έννοιες οικείες στους εκπαιδευόμενους και σε μεγαλύτερο βαθμό γενίκευσης από την εξειδικευμένη γνώση που επιδιώκεται να εισαχθεί – λειτουργεί ως γνωστική γέφυρα και εισαγάγει σταδιακά τη νέα πληροφορία επιτρέποντας τη δόμηση σχέσεων μεταξύ της ήδη κατακτηθείσας και της νέας γνώσης) (Βασιλοπούλου, 2001), και ως επαναληπτικός χάρτης. Τα αποτελέσματα από τη χρήση του εννοιολογικού χάρτη ως διδακτικού εργαλείου κρίνονται συνολικά

ως θετικά εφόσον βοηθούν τους εκπαιδευόμενους στην επιλογή και στην οργάνωση των εννοιών (Βασιλοπούλου, 2001; Gouli et al., 2003a).

Η εφαρμογή του εννοιολογικού χάρτη προώθησε την ουσιαστική μάθηση εννοιών στη Βιολογία (Novak , 1981). Οι Heinze-Fly & Novak (1990) παρατήρησαν ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας που χρησιμοποίησαν τους εννοιολογικούς χάρτες παρουσίασαν μικρή βελτίωση και τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά σε αξιολόγηση που έγινε μετά από 5 μήνες από τη διδασκαλία, παρά σε αυτήν που έγινε αμέσως μετά τη διδασκαλία. Οι Roth & Roychoudhury (1992) μελέτησαν τα αποτελέσματα της ομαδικής χαρτογράφησης εννοιών από φοιτητές σε μια σειρά μαθημάτων Φυσικής και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ομαδική χαρτογράφηση έχει θετικά αποτελέσματα όχι μόνο σε γνωστικό επίπεδο αλλά και ως εργαλείο κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Στα πλεονεκτήματα του εννοιολογικού χάρτη έναντι άλλων στρατηγικών μάθησης αναφέρεται η συγκριτική μελέτη της Hsiao-tseng Keng (1999). Οι φοιτητές που χρησιμοποίησαν εννοιολογικούς χάρτες κατανόησαν καλύτερα τις έννοιες θερμότητα και θερμοκρασία από αυτούς που κρατούσαν σημειώσεις ή υπογράμμιζαν και επέδειξαν καλύτερες δεξιότητες λογικής αιτιολόγησης.

Κατά τη διδακτική αξιοποίηση του εννοιολογικού χάρτη στην εκπαιδευτική πρακτική, ο χάρτης μπορεί να είναι (i) δομημένος και σχεδιασμένος από το διδάσκοντα, (ii) ημιδομημένος από το διδάσκοντα, ή/και (iii) να σχεδιάζεται από τον ίδιο τον εκπαιδευόμενο με στόχο την ενεργοποίηση και την ένταξή του σε μια ανακαλυπτική διαδικασία μάθησης (discovery learning). Συνήθως, οι χάρτες είναι δομημένοι και σχεδιασμένοι από το διδάσκοντα όταν επιθυμούμε να εισάγουμε τους εκπαιδευόμενους σε νέες έννοιες. Επιπλέον, εξοικονομείται χρόνος όταν οι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με το σχεδιασμό του εννοιολογικού χάρτη και κυρίως με την

επιλογή των κατάλληλων εννοιών που θα συμπεριληφθούν στο χάρτη. Στην περίπτωση του ημιδομημένου χάρτη, μπορεί να δίνεται στους εκπαιδευόμενους ένας χάρτης με σχεδιασμένα τα ιεραρχικά επίπεδα, με ορισμένες έννοιες στις σωστές θέσεις αλλά και με κενές θέσεις προκειμένου να συμπληρώσουν οι εκπαιδευόμενοι έννοιες και συνδέσμους. Η χρήση δομημένων, ημιδομημένων ή ελεύθερης κατασκευής εννοιολογικών χαρτών συνδέεται άμεσα με τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των εκπαιδευομένων και τους γενικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την εκπαιδευτική πράξη. Βασικός στόχος θα πρέπει να είναι η σχεδίαση εννοιολογικών χαρτών από τους ίδιους τους εκπαιδευόμενους. Η σταδιακή προσέγγιση της χαρτογράφησης και οι ημιδομημένοι χάρτες θα πρέπει να έχουν ως στόχο την προοδευτική εξοικείωση των εκπαιδευομένων.

1.4 Λογισμικά Εννοιολογικής Αναπαράστασης

Στις προηγούμενες ενότητες παρουσιάσαμε τους εννοιολογικούς χάρτες καθώς και τη χρήση τους στην εκπαιδευτική πράξη. Στη συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιάσουμε λογισμικά που έχουν αναπτυχθεί για τη διαγραμματική αναπαράσταση της γνώσης καθώς και αποτελέσματα ερευνητικών προσπαθειών που χρησιμοποιούν τους εννοιολογικούς χάρτες ή άλλα παρόμοια εργαλεία αναπαράστασης.

Τα λογισμικά εννοιολογικής αναπαράστασης μπορούν να ταξινομηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες: (α) εργαλεία εννοιολογικών χαρτών, (β) εργαλεία νοητικής χαρτογράφησης (mind mapping tools) (Buzan & Buzan, 1996), (γ) εργαλεία σημασιολογικού δικτύου (semantic networking tools) (Fisher, 2000), (δ) εργαλεία αποφάσεων (decision making tools ή group organizers), (ε) εργαλεία διαχείρισης

γνώσης ή μνήμης (knowledge or memory management tools) και (στ) εργαλεία αναπαράστασης ή φυλλομέτρησης (visualization or browsing tools). Μεταξύ των προαναφερθέντων κατηγοριών υπάρχει επικάλυψη σε θέματα όπως (α) η αναπαράσταση της γνώσης εκφράζεται με τη βοήθεια εννοιών, ιδεών, σκέψεων, (β) δημιουργούνται κόμβοι και συνδέσεις μεταξύ των κόμβων, και (γ) υπάρχει η δυνατότητα οργάνωσης σχετικών εννοιών.

Η διαγραμματική αναπαράσταση των εννοιών και των ιδεών μπορεί να λειτουργήσει ως ένα βοήθημα επικοινωνίας ή ως ένας οργανωτής της σκέψης. Στο απλούστερο επίπεδο, οι διαγραμματικές αναπαραστάσεις μπορούν να κατασκευαστούν χρησιμοποιώντας το «χαρτί –μολύβι» ή τα γνωστά Post-It για σημειώσεις. Σε επόμενο επίπεδο, εργαλεία διαγραμματικών αναπαραστάσεων όπως το Visio, το SmartDraw ή ακόμα και το σχεδιαστικό εργαλείο του Microsoft Word μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών. Σε πιο υψηλό επίπεδο, τέλος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εργαλεία γραφικών αναπαραστάσεων τα οποία υποστηρίζουν συγκεκριμένες εργασίες για τη δημιουργία διαγραμμάτων συγκεκριμένου τύπου.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε εργαλεία που έχουν υλοποιηθεί για την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών ή σχετικών παρόμοιων αναπαραστάσεων.

1.4.1 Εμπορικά Εργαλεία Εννοιολογικής Χαρτογράφησης

Στα εργαλεία εννοιολογικής χαρτογράφησης που διατίθενται στο εμπόριο συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα:

- Inspiration ([http:// www.inspiration.com/home.cfm](http://www.inspiration.com/home.cfm)): Το Inspiration επιτρέπει τη δημιουργία διαγράμματος οποιασδήποτε μορφής και δεν είναι απαραίτητος ο ορισμός ετικετών στις συνδέσεις των εννοιών. Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη

πέραν της διαγραμματικής απεικόνισης να μπορεί να κατασκευάσει ή να δει το χάρτη του μέσω της προβολής διάρθρωσης.

- *SMART Ideas* (Smart Technologies) (<http://www.smarttech.com/products/smartideas/index.asp>): Το συγκεκριμένο εργαλείο επιτρέπει την πολύ-επίπεδη δημιουργία εννοιολογικών χαρτών για την οργάνωση των ιδεών, τη σύνδεση εννοιολογικών χαρτών με αρχεία και με δικτυακούς τόπους, τη διαγραμματική απεικόνιση των χαρτών καθώς και την προβολή διάρθρωσής τους (outline views) και δημοσίευση εννοιολογικών χαρτών στο Διαδίκτυο.
- *Hypersoft Knowledge Manager* (<http://www.concept-maps.com/default-eng.htm>): Το συγκεκριμένο εργαλείο επιτρέπει τη δημιουργία διαγράμματος οποιασδήποτε μορφής, επιτρέποντας στο χρήστη να αποφασίσει για την οργάνωση του γραφήματος και δεν είναι απαραίτητος ο ορισμός ετικετών στις συνδέσεις των κόμβων.
- *Axon Idea Processor* (<http://web.singnet.com.sg/~axon2000/>): Πρόκειται για ένα εργαλείο χαρτογράφησης γενικού σκοπού.
- *LifeMap* (<http://www.robertabrams.net/conceptmap/lifemaphome.html>): Το εργαλείο διατίθεται ελεύθερα για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα κατασκευής διαγραμμάτων Vee, όπως περιγράφονται στο (Novak & Gowin, 1984).

1.4.2 Ερευνητικά Εργαλεία Εννοιολογικής Χαρτογράφησης

Στη συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιάσουμε εργαλεία εννοιολογικής χαρτογράφησης που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο διαφόρων ερευνητικών προσπαθειών και είναι σε φάση προτύπου. Συγκεκριμένα,

- το Webster είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών και έχει αναπτυχθεί από την IBM. Στην παρούσα φάση υλοποίησης του, εκδόσεις προτύπου είναι διαθέσιμες προς αξιολόγηση από τους εκπαιδευτικούς. Το Webster επιτρέπει την ενσωμάτωση εικόνων και άλλων πολυμεσικών στοιχείων μέσα στους εννοιολογικούς χάρτες, τη δημιουργία υπό-χαρτών και την εύκολη μετάβαση από μια περιοχή του χάρτη σε έναν υπό-χάρτη καθώς και τη μετατροπή ενός χάρτη σε κείμενο (outline format) και αντίστροφα.
- τα KSIMapper και Cmap έχουν αναπτυχθεί στο Knowledge Science Institute του Calgary (Gaines & Shaw, 1995). Τα συγκεκριμένα προγράμματα είναι διαθέσιμα προς αγορά και κάποιες από τις δυνατότητές τους έχουν ενσωματωθεί στο Smart Ideas.
- τα CmapTools από την IHMC (Cañas, Hill, Carff & Suri, 2003) είναι ένα πακέτο λογισμικού που επιτρέπει στους χρήστες να συνεργάζονται κατά τη διάρκεια κατασκευής ενός εννοιολογικού χάρτη και να διαμοιράζονται/δημοσιεύουν με εύκολο τρόπο τους χάρτες που δημιουργούν. Το λογισμικό βασίζεται στην αρχιτεκτονική πελάτης-εξυπηρετητής, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να διαμοιράζονται και να έχουν πρόσβαση σε εννοιολογικούς χάρτες που είναι αποθηκευμένοι σε διάφορους εξυπηρετητές εννοιολογικών χαρτών ανά τον κόσμο. Οι εξυπηρετητές υποστηρίζουν τη σύγχρονη συνεργασία μεταξύ των χρηστών για την κατασκευή ενός εννοιολογικού χάρτη καθώς και την ασύγχρονη συνεργασία όσον αφορά στο διαμοιρασμό εννοιολογικών χαρτών και στη δυνατότητα σχολιασμού και συζητήσεων αυτών. Το συγκεκριμένο λογισμικό δίνει τη δυνατότητα προσθήκης σε έναν εννοιολογικό χάρτη υπερσυνδέσμων που αφορούν διάφορες πηγές ή άλλους εννοιολογικούς χάρτες και δημιουργεί αυτόματα HTML εκδόσεις ενός εννοιολογικού χάρτη για την εύκολη πρόσβασή

του μέσω του Διαδικτύου. Επιπλέον, πληροφορίες για το συγκεκριμένο λογισμικό παρέχονται στη διεύθυνση <http://cmap.coginst.uwf.edu>.

- το Concept Connector είναι ένα λογισμικό εννοιολογικής χαρτογράφησης (υπό ανάπτυξη) του πανεπιστημίου Michigan State University. Το σύστημα επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να κατασκευάσουν εννοιολογικούς χάρτες, οι οποίοι αξιολογούνται αυτόματα. Η αξιολόγηση βασίζεται στις μεθόδους αξιολόγησης που προτείνονται από τους Novak & Gowin (1984). Επίσης, οι εκπαιδευόμενοι λαμβάνουν ανατροφοδότηση για τους χάρτες τους. Το σύστημα επιτρέπει την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών όταν δίνονται προκαθορισμένες έννοιες και σύνδεσμοι και στην παρούσα φάση του χρησιμοποιείται για εκπόνηση εργασιών από τους φοιτητές.
- το TPL-KATS (Team Performance Lab – Knowledge Assessment Tool Suite) επιτρέπει τόσο την κατασκευή εννοιολογικών χαρτών όσο και την ταξινόμηση καρτών (card sorting). Το σύστημα παρέχει για την κατασκευή ενός εννοιολογικού χάρτη ένα σύνολο από έννοιες και ένα σύνολο από συνδέσμους. Το σύστημα περιλαμβάνει ένα εργαλείο διαχείρισης το οποίο επιτρέπει τον καθορισμό βασικών χαρακτηριστικών των δραστηριοτήτων που εκπονούνται όπως τους τύπους των τόξων που θα χρησιμοποιηθούν, αν επιτρέπεται οι εκπαιδευόμενοι να ορίσουν δικές τους έννοιες καθώς και τον μέγιστο αριθμό εννοιών που μπορούν να οριστούν. Επίσης, το σύστημα επιτρέπει την προσθήκη πολυμεσικών στοιχείων σε έναν εννοιολογικό χάρτη και το σχολιασμό του χάρτη από το χρήστη. Διάφορες μέθοδοι βαθμολόγησης ενός εννοιολογικού χάρτη προτείνονται. Επίσης, το σύστημα μπορεί να δημιουργήσει αρχεία που περιλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά ενός εννοιολογικού χάρτη που έχει

κατασκευαστεί προκειμένου να αναλυθούν τα συγκεκριμένα αρχεία από διάφορα πακέτα στατιστικών.

- το Knowledge Mapper Prototype system έχει δημιουργηθεί από τους Chung, Baker & Cheak (2002). Το εργαλείο διαχείρισης που περιλαμβάνεται στο σύστημα επιτρέπει στους εκπαιδευτές να καθορίσουν δραστηριότητες εννοιολογικής χαρτογράφησης, δηλώνοντας τις έννοιες και συνδέσμους που θα συμπεριληφθούν στον χάρτη και κατασκευάζοντας το χάρτη του εκπαιδευτή (expert map) προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο αξιολόγησης.
- το COMPASS (COnccept Map ASSessment tool) (<http://hermes.di.uoa.gr/compass>) (υπό ανάπτυξη) του τμήματος Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, του εργαστηρίου Εκπαιδευτικής και Γλωσσικής Τεχνολογίας (Gouli et al. 2004; Gouli et al. 2005a; Gouli et al. 2005b). Βασικός στόχος του Διαδικτυακού, Προσαρμοστικού, Εργαλείου Αξιολόγησης Εννοιολογικών Χαρτών αποκαλούμενου COMPASS είναι η υποστήριξη τόσο της μαθησιακής διαδικασίας όσο και της αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, το COMPASS: (i) επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να εκπονήσουν δραστηριότητες εννοιολογικής χαρτογράφησης, (ii) αναλύει τους εννοιολογικούς χάρτες των εκπαιδευομένων προκειμένου να αναγνωρίσει τυχόν εσφαλμένες ή ελλιπείς αντιλήψεις των εκπαιδευομένων και να διαγνώσει ποιοτικά και ποσοτικά το επίπεδο γνώσης τους, (iii) αξιολογεί τους εννοιολογικούς χάρτες που δημιουργούνται από τους εκπαιδευόμενους βάση κριτηρίων αξιολόγησης που ορίζονται από τον εκπαιδευτικό, (iv) καθοδηγεί, βοηθά και διδάσκει τους εκπαιδευόμενους παρέχοντας διαφορετικούς τύπους και πολλαπλές μονάδες ανατροφοδότησης, προσαρμοσμένης στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και στις ανάγκες των εκπαιδευομένων, (v) υποστηρίζει την εκπαιδευτική διαδικασία παρέχοντας στον

εκπαιδευτικό τη δυνατότητα να δημιουργεί δραστηριότητες εννοιολογικής χαρτογράφησης.

Βιβλιογραφία

- [1] Ausubel D., Novak J., & Hanesian H. (1978). *Educational Psychology: A cognitive view*. (2nd ed.) New York: Holt, Rinehart & Winston.
- [2] Buzan, T., & Buzan, B. (1996). *The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential*: Plume.
- [3] Cañas, A., Coffey, J., Carnot, M., Feltovich, P., Hoffman, R., Feltovich, J., & Novak, J. (2003). *A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance Support*. Final report to CNET. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition. Available online at: <http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/ConceptMapLitReview/IHMC%20Literature%20Review%20on%20Concept%20Mapping.pdf> (visited 2004).
- [4] Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R. & Suri, N. (2003). CmapTools: A knowledge modeling and sharing toolkit. *Technical Report IHMC CmapTools 93-01*, Institute for Human and Machine Cognition.
- [5] Chung, G., Baker, E., & Cheak, A. (2002). Knowledge Mapper Authoring System Prototype. *CRESST, Technical Report*, University of California, Los Angeles.
- [6] Fisher K., Wandersee J., & Wideman G. (2000). Enhancing cognitive skills for meaningful understanding of domain specific knowledge. *American Association for the Advancement of Science* (<http://public.sdsu.edu/CRMSE/Fisher-one.com>).
- [7] Fisher, K. (2000). SemNet Software as an assessment tool. In J. Mintzes, J. Wandersee, & J. Novak (Eds.), *Assessing Science Understanding: A Human Constructivist View*. (pp. 197-221). Educational Psychology Series. San Diego, CA: Academic Press.

- [8] Gaines, B., & Shaw, M. (1995). Concept maps as hypermedia components. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43(3), pp. 323-361.
- [9] Gouli, E., Gogoulou, A., & Grigoriadou, M. (2003a). A Coherent and Integrated Framework Using Concept Maps for Various Educational Assessment Functions., *Journal of Information Technology Education, Special Issue on Information Technology in the Assessment Process of Student Learning, Vol. 2 (2003)* 215-240.
- [10] Gouli, E., Gogoulou, A., & Grigoriadou, M. (2003b). Ascertaining what the students already know. In *Proceedings of the ED-MEDIA 2003, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications Conference*, Honolulu, Volume 2003, Issue 1, pp. 2377-2380.
- [11] Gouli E., A Gogoulou A., Papanikolaou K. & Grigoriadou M. (2004), COMPASS: An adaptive web-based concept map assessment tool, In *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*, September 2004, Pamplona, Spain
- [12] Gouli E., Gogoulou A., Papanikolaou K. & Grigoriadou M. (2005a), Evaluating Learner's Knowledge level on Concept Mapping Tasks, In: P.Goodyear, D.G.Sampson, D. Yang, Kinshuk, T. Okamoto, R. Hartley and N-S. Chen (Eds.): *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT2005)*, Kaohsiung, Taiwan, July 2005, 424-428.
- [13] Gouli E., A Gogoulou A., Papanikolaou K. & Grigoriadou M. (2005b), How to Qualitatively + Quantitatively Assess Concept Maps: the case of COMPASS, In: C.-K. Looi, G.McCalla, B.Bredeweg, J.Beuker (Eds.): *Proceedings of the 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED 2005)*, Amsterdam, Netherlands, July 18-22, 2005, 804-806.

- [14] Heinze Fry, J., & Novak, D. (1990). Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. *Science Education*, 74 (4), pp. 461-472.
- [15] Hsiao- teng Keng. (1999). A comparative study of different strategies on teachers college students understanding of heat and temperature. *Journal of National Taipei Teachers College*, V. XII, pp. 317-352.
- [16] Jonassen D., Reeves T., Hong N., Harvey D., & Peters K. (1997). Concept Mapping as Cognitive learning and Assessment Tools. *Journal of Interactive Learning Research*, 8(3/4), pp. 289-308.
- [17] McAleese R. (1998). The Knowledge Arena as an Extension to the Concept Map: Reflection in Action. *Interactive Learning Environments*, Vol. 6, No. x, pp.1-22.
- [18] Mintzes J., Wandersee J., & Novak J. (2000). *Assessing Science Understanding: A Human Constructivist View*. Educational Psychology Series, Academic Press.
- [19] Novak J. (1981). Applying learning psychology and philosophy of science to biology teaching. *The American Biology Teacher*, 43 (1), pp. 12-20.
- [20] Novak J. (1998). *Learning, Creating and Using knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in schools and Corporations*. Lawrence Erlbaum Associates.
- [21] Novak J., & Gowin D. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.
- [22] Roth, M., & Roychoudhury, A. (1992). The social construction of scientific concepts or the concept map as conscription device and tool for social thinking in high school science. *Science Education*, 76 (5), pp. 531-557.
- [23] Wandersee J. (1990). Concept mapping and the cartography of cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), pp. 923-936.

- [24] Βασιλοπούλου, Μ. (2001). *Ο χάρτης εννοιών ως εργαλείο μάθησης. Εφαρμογές στη Διδακτική της Βιολογίας και την περιβαλλοντική Εκπαίδευση*. Αθήνα 2001.
- [25] Βοσνιάδου Σ. (2002). *Πώς μαθαίνουν οι μαθητές*. Διεθνής Ακαδημία της Εκπαίδευσης – Διεθνές Γραφείο Εκπαίδευσης της Unesco, Gutenberg, Πανεπιστημιακά.
- [26] Γρηγοριάδου, Μ, Γουλή, Ε., και Γόγουλου, Α. (2003). Ο εννοιολογικός χάρτης στη μαθησιακή διεργασία της "Εκπαίδευσης από Απόσταση". Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Πρακτικά Εισηγήσεων 2ου Συνεδρίου για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση*, Πάτρα, 27-30 Μαρτίου 2003, pp. 371-381.