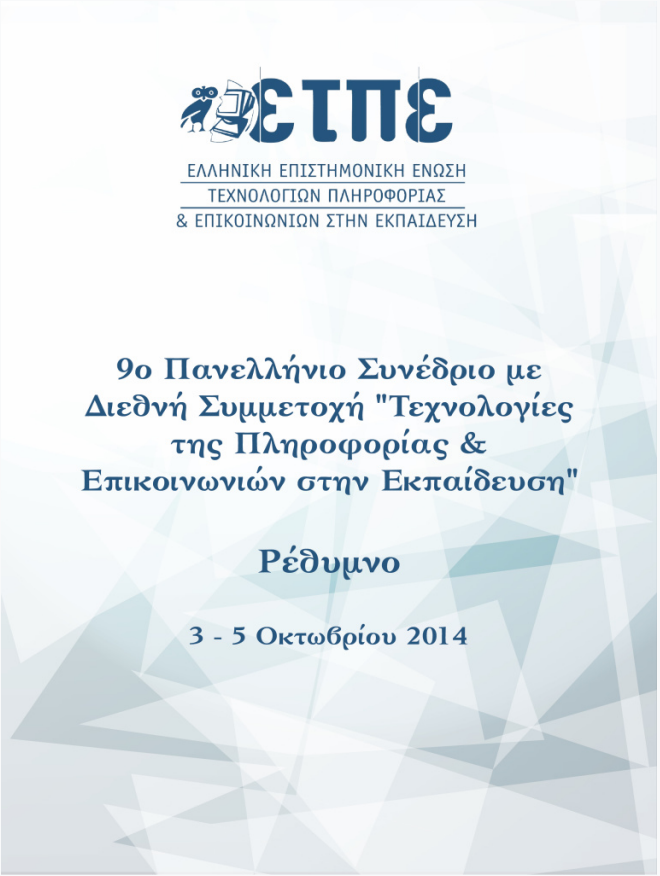
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

(2014)

9ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση"



Από τις Έννοιες στις Δομές: Μια Αρχιτεκτονική Συστήματος Εννοιολογικής Χαρτογράφησης

Θανάσης Γιουβανάκης, Ευάγγελος Κεχρής, Αστέριος Μπάκαβος, Χάιδω Σαμαρά

Βιβλιογραφική αναφορά:

Γιουβανάκης Θ., Κεχρής Ε., Μπάκαβος Α., & Σαμαρά Χ. (2022). Από τις Έννοιες στις Δομές: Μια Αρχιτεκτονική Συστήματος Εννοιολογικής Χαρτογράφησης. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1182–1196. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4058

Από τις Έννοιες στις Δομές: Μια Αρχιτεκτονική Συστήματος Εννοιολογικής Χαρτογράφησης

Θανάσης Γιουβανάκης, Ευάγγελος Κεχρής, Αστέριος Μπάκαβος & Χάιδω Σαμαρά
thgiouv@teicm.gr, kehris@teicm.gr, asterbak@yahoo.com & hsamara@anatolia.edu.gr
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα[1,2,3], Σέρρες, Ελλάδα
Κολέγιο Ανατόλια[4], Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Περίληψη

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική ενός συστήματος για τη μαθησιακή δραστηριότητα της εννοιολογικής χαρτογράφησης. Ο στόχος του συστήματος είναι η υποστήριξη και η καλλιέργεια των αναλυτικών και συνθετικών δυνατοτήτων του μαθητή, καθώς και η προαγωγή της δημιουργικής και πρωτότυπης σκέψης. Για την επίτευξη του πρώτου στόχου αντλούμε μεθόδους και τεχνικές από τον χώρο της θεωρίας γράφων, ενώ για τον δεύτερο εστιάζουμε στην ανάπτυξη μεθόδων με χρήση οντολογίας. Η θεωρία γράφων και οι νέες μέθοδοι που αναπτύχθηκαν την τελευταία δεκαετία σε συνδυασμό με την αξιοποίηση των οντολογιών μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για να την σχεδίαση λογισμικού στο χώρο της μάθησης.

Λέξεις κλειδιά: Εννοιολογικός χάρτης, μαθησιακό λογισμικό, αρχιτεκτονική συστήματος.

Εισαγωγή

Η εννοιολογική χαρτογράφηση είναι μια ιδιαίτερα σημαντική μαθησιακή δραστηριότητα (Jonassen, Howland, Moore, & Marra, 2002; McAleese, 1994; Novak, & Gowin, 1984; Ausubel, 1963). Ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να αναπαραστήσει, να παρακολουθήσει και να επικοινωνήσει την ανάπτυξη των σκέψεων του, με τρόπο που συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της οπτικής με τη λεκτική αναπαράσταση. Ο συνδυασμός αυτός δίνει πρόσθετες δυνατότητες που μπορούν να προκύψουν από την μαθηματική επεξεργασία του εννοιολογικού χάρτη (Ifenthaler, 2010) που κατασκευάζει ο μαθητής, και την συνακόλουθη κατάλληλη αναπαράσταση των αποτελεσμάτων αυτών. Τα τελευταία χρόνια, οι ερευνητές του χώρου διερευνούν τις δυνατότητες αυτές, αντλώντας μεθόδους από τη θεωρία των γράφων (Anohina & Grundspenkis, 2009; Bullmore & Sporns, 2012; Dehmer & Mowshowitz, 2011). Έτσι, για παράδειγμα, μπορούμε να παρέχουμε πληροφορίες στον χρήστη αναφορικά με το ποιες έννοιες του χάρτη είναι περισσότερο συνδεδεμένες, ποιες έννοιες είναι σε μεγαλύτερο βαθμό τοποθετημένες μεταξύ άλλων εννοιών, κ.λπ.

Στο άρθρο αυτό περιγράφεται η αρχιτεκτονική ενός συστήματος που στοχεύει στη καλλιέργεια των αναλυτικών και συνθετικών ικανοτήτων του μαθητή κατά τη διάρκεια κατασκευής εννοιολογικού χάρτη. Η υποστήριξη της αναλυτικής και συνθετικής ικανότητας δεν μπορεί να γίνει στο επίπεδο των εννοιών και προτάσεων, δηλαδή των βασικών στοιχείων του χάρτη. Οι έννοιες και οι προτάσεις αντιστοιχούν στο επίπεδο της απλής γνώσης και κατανόησης. Αντίθετα, για να κινηθούμε στο επίπεδο της ανάλυσης και σύνθεσης πρέπει να υποστηρίξουμε τον μαθητή στην προσπάθειά του να δημιουργήσει δομές και να τις συνδέσει μεταξύ τους με ενδιαφέροντες και πρωτότυπους τρόπους.

Σχεδιάζοντας έναν εννοιολογικό χάρτη, ο μαθητής συνθέτει προτάσεις. Οι προτάσεις εντάσσονται σε δομές. Ενώ όμως μια απλή πρόταση είναι μια οντότητα με ξεκάθαρα όρια, δεν συμβαίνει το ίδιο με τη δομή. Ποια είναι τα όρια μιας δομής;

Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), *Πρακτικά 9ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση»*. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο, 3-5 Οκτωβρίου 2014.

Ανίχνευση δομής

Όπως σ ένα κείμενο ο συγγραφέας δεν καλείται να οριοθετήσει τις ιδέες του, αλλά καλεί τον αναγνώστη να αλληλεπιδράσει με αυτές και να τις αντιληφθεί με τον δικό του τρόπο, έτσι και ο μαθητής, δημιουργός εννοιολογικού χάρτη, δεν καλείται να παρουσιάσει με ρητό τρόπο τις δομές. Οι δομές είναι οντότητες που ενσωματώνουν την οπτική αυτού που βλέπει ή επεξεργάζεται τον εννοιολογικό χάρτη. Ωστόσο, κάθε καλώς δομημένο σύστημα έχει ορισμένα χαρακτηριστικά που μας επιτρέπουν να το χαρακτηρίζουμε ως τέτοιο (Bullmore & Sporns, 2009). Στο σύστημα που αναπτύξαμε, ο μαθητής μπορεί να λαμβάνει ανάδραση αναφορικά με το αν ο χάρτης που σχεδίασε εμπεριέχει - και σε ποιο βαθμό - αυτά τα χαρακτηριστικά.

Τα όρια των δομών σχετίζονται με το επίπεδο της ανάλυσης. Σε χαμηλό επίπεδο ανάλυσης ένα σύνολο εννοιών μπορεί να αποτελεί συμπαγή δομή, ενώ σε υψηλότερο μπορεί να αποτελεί σύνθεση πολλών μικρότερων δομών. Η μέθοδος που ακολουθείται (Newman, 2010) στο σύστημα που αναπτύχθηκε αποκαλύπτει διαφορετικές δομές σε διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης.

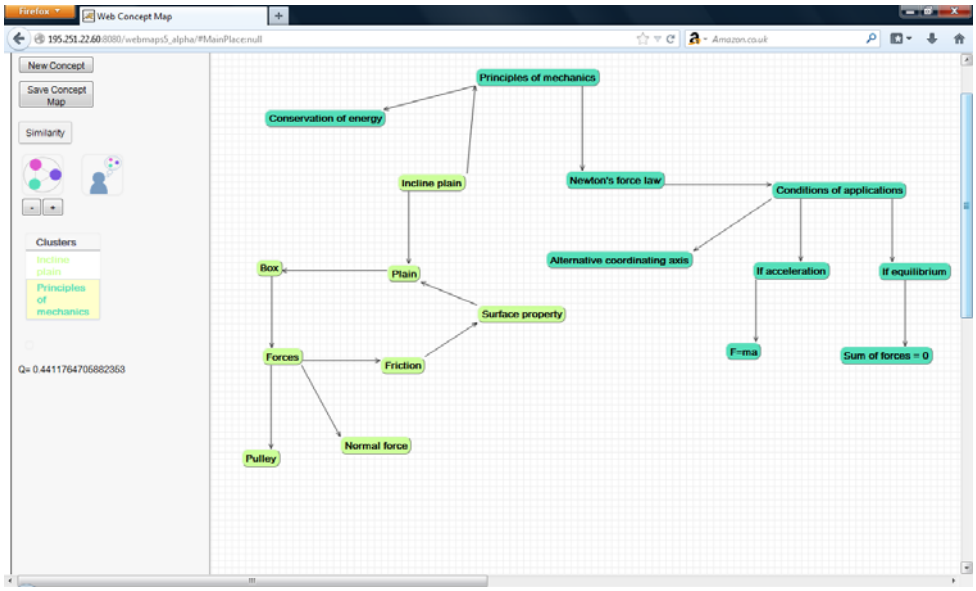
Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζεται επισκόπηση του μαθησιακού περιβάλλοντος που παρέχει το σύστημα στον μαθητή, η αρχιτεκτονική του, και παράλληλα αναλύεται ο ρόλος των διαφόρων μονάδων που το αποτελούν.

Επισκόπηση του συστήματος

Το σύστημα δίνει τη δυνατότητα στον μαθητή να κατασκευάσει εννοιολογικό χάρτη παρέχοντάς του ανάδραση σε επίπεδο εννοιών, προτάσεων, και δομών. Η παροχή ανάδρασης προκύπτει από την επεξεργασία α) των σημασιών και β) της τοπολογίας του χάρτη.

Στο Σχήμα 1, ο μαθητής έχει δημιουργήσει έναν εννοιολογικό χάρτη στο γνωστικό πεδίο της Φυσικής (Pellegrino, Chudowsky & Glaser, 2001). Η έναρξη της μαθησιακής δραστηριότητας μπορεί να πάρει διάφορες μορφές ξεκινώντας όμως πάντα από μια ερώτηση εστίασης. Ο καθηγητής μπορεί να μην παρέχει άλλες αρχικές πληροφορίες, ή μπορεί να παρέχει τις βασικές έννοιες στον μαθητή, ή γενικότερα να διαμορφώσει τη μαθησιακή δραστηριότητα με τον τρόπο που θεωρεί ότι είναι κατάλληλος για τον μαθητή.

Ο μαθητής δημιουργεί τις έννοιες, τις συνδέει, παρέχει ενδεχομένως τις συνδετικές λέξεις και λαμβάνει ανάδραση από το σύστημα αναφορικά με τον χάρτη που δημιούργησε στο πλαίσιο μιας επαναληπτικής διαδικασίας αναστοχασμού και ανάδρασης, η οποία όπως προαναφέρθηκε εδράζεται στην τοπολογία και τις σημασίες των εννοιών του χάρτη.



Σχήμα 1. Δημιουργία εννοιολογικού χάρτη και παρουσίαση των δομών που ανιχνεύει το σύστημα (http://195.251.22.60:8080/webmaps5_beta)

Για παράδειγμα, στο αριστερό μέρος της εικόνας μπορούμε να δούμε το εικονίδιο (συνδεδεμένα κύκλοι διαφορετικού χρώματος) με το οποίο ο μαθητής μπορεί να ζητήσει από το σύστημα να του παρουσιάσει τις δομές που ανίχνευσε, ώστε να τον βοηθήσει στην ανάλυση και ενδεχομένως τη βελτίωση του χάρτη που δημιούργησε. Κάτω από το εικονίδιο υπάρχουν τα πλήκτρα με τα σύμβολα της αύξησης και μείωσης, με τα οποία ο μαθητής μπορεί να αυξήσει και να μειώσει το επίπεδο της ανάλυσης. Στην περίπτωση του Σχήματος 1, ο μαθητής ζήτησε από το σύστημα να διαχωρίσει τον χάρτη σε δύο δομές, οι οποίες φαίνονται στη δεξιά πλευρά της εικόνας με διαφορετικά χρώματα. Η πρώτη δομή που εντόπισε το σύστημα αναφέρεται στις αρχές της Μηχανικής ενώ η δεύτερη σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή στο κεκλιμένο επίπεδο και τις δυνάμεις που αναπτύσσονται εκεί. Δίπλα από το εικονίδιο που προαναφέρθηκε, υπάρχει λειτουργία με την οποία ο μαθητής μπορεί να επιλέξει τις δομές που ο ίδιος θεωρεί ότι υπάρχουν στο χάρτη που ανέπτυξε και να κάνει σύγκριση με τις δομές που ανιχνεύει το σύστημα για το ίδιο επίπεδο ανάλυσης. Η σύγκριση μπορεί να αξιολογηθεί οπτικά από τον μαθητή, αλλά, επιπλέον, ο μαθητής μπορεί να ζητήσει και από το σύστημα να αξιολογήσει με αριθμητικό δείκτη την εγγύτητα των δομών. Επίσης, μπορεί να ζητήσει ανάδραση για το πόσο καλά δομημένος είναι ο χάρτης που δημιούργησε.

Η δεύτερη μορφή ανάδρασης αφορά στις σημασίες που περιέχει ο χάρτης. Ο μαθητής μπορεί να ζητήσει από το σύστημα να του παρουσιάσει συνώνυμα ή αντώνυμα, να επεξεργαστεί λεκτικά μια έννοια, κ.λπ. Μπορεί επίσης να ζητήσει από το σύστημα εκτίμηση της δημιουργικότητας και της πρωτοτυπίας του χάρτη, με την έννοια της σημασιολογικής απόστασης των εννοιών που έχει συνδέσει (Mednick, 1962).

Αρχιτεκτονική του συστήματος

Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του συστήματος, το οποίο αποτελείται από τις μονάδες α) παρουσίασης, β) εποπτείας, γ) ανάδρασης, δ) τοπολογικής ανάλυσης, ε) σημασιολογικής ανάλυσης καθώς επίσης και μια μονάδα διαχείρισης των χρηστών του συστήματος. Το σύστημα περιλαμβάνει και μια λεξιλογική οντολογία που υποστηρίζει τη σημασιολογική ανάλυση και ανάδραση.

Η μονάδα παρουσίασης

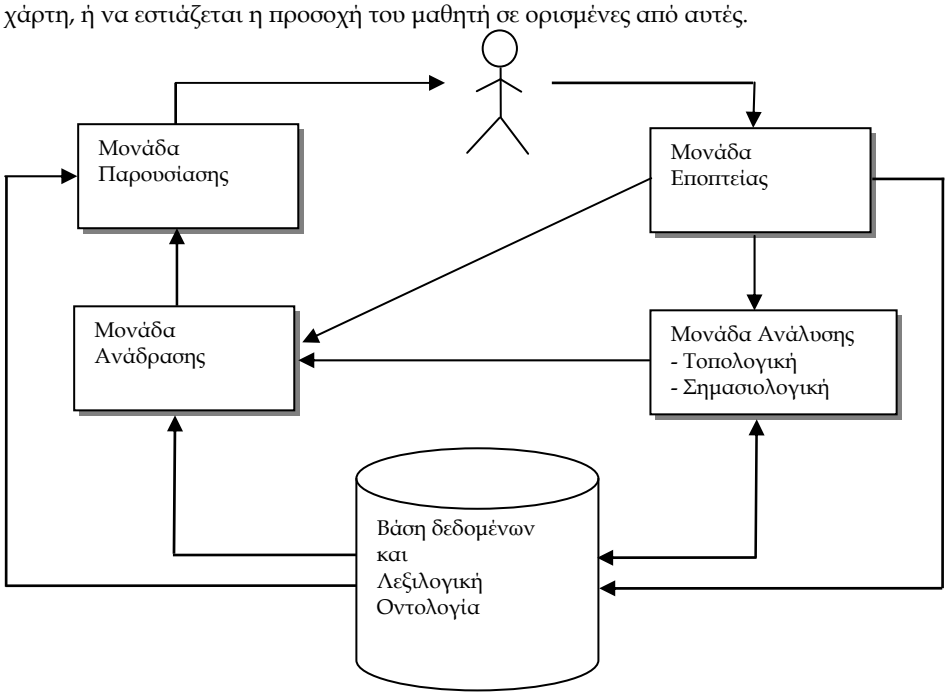
Η μονάδα παρουσίασης είναι υπεύθυνη για την παρουσίαση των ενεργειών του χρήστη καθώς και για την παρουσίαση της ανάδρασης. Η μονάδα αυτή λαμβάνει δεδομένα αναφορικά με τις ενέργειες του χρήστη μέσω των μονάδων εποπτείας και ανάδρασης. Επίσης, παρουσιάζει την ανάδραση του συστήματος, η οποία μπορεί να προέρχεται από την μονάδα τοπολογικής και σημασιολογικής ανάλυσης ή από τη βάση δεδομένων και τη λεξιλογική οντολογία. Η μονάδα παρουσίασης περιλαμβάνει διάφορες παιδαγωγικά χρήσιμες δυνατότητες όπως, για παράδειγμα, οι εξής:

α) η χρήση χρώματος στο πλαισίου των εννοιών, ώστε να είναι ευδιάκριτες οι δομές που αποκαλύπτει το σύστημα

β) η χρήση χρώματος στο περίγραμμα των εννοιών, ώστε να είναι ευδιάκριτες και εύκολα συγκρίσιμες οι δομές που θέτει ο χρήστης σε σχέση με αυτές που αποκαλύπτει το σύστημα

γ) η καμπύλωση σε οποιαδήποτε σημεία των γραμμών μεταξύ δύο εννοιών, ώστε να είναι ευδιάκριτη η σύνδεση των εννοιών στην περίπτωση που ο χάρτης είναι πολύπλοκος. Ωστόσο, η διαχείριση της πολυπλοκότητας του χάρτη διευκολύνεται επίσης από τα α) και β)

δ) η μεγέθυνση και σμίκρυνση του χάρτη, ώστε να περιλαμβάνονται όλες οι έννοιες του χάρτη, ή να εστιάζεται η προσοχή του μαθητή σε ορισμένες από αυτές.



Σχήμα 2: Η αρχιτεκτονική του συστήματος

Η μονάδα εποπτείας

Η μονάδα εποπτείας λαμβάνει τις ενέργειες του χρήστη και τις προωθεί στην κατάλληλη μονάδα για περεταίρω επεξεργασία. Οι ενέργειες που λαμβάνονται μπορεί να προωθούνται στη μονάδα ανάλυσης για την παραγωγή ανάδρασης προς τον χρήστη ή να στέλνονται απ' ευθείας στην μονάδα ανάδρασης στην περίπτωση που δεν πρόκειται για στοιχεία προς επεξεργασία.

Τέλος, η μονάδα εποπτείας αποθηκεύει στοιχεία που λαμβάνει από τον χρήστη στη βάση δεδομένων του συστήματος.

Η μονάδα ανάδρασης

Η μονάδα ανάδρασης επικοινωνεί με τη μονάδα εποπτείας, τη μονάδα ανάλυσης καθώς και τη βάση δεδομένων για να διαμορφώσει την ανάδραση που μέσω της μονάδας παρουσίασης θα δοθεί στον χρήστη. Η μονάδα ανάδρασης μετασχηματίζει τις αριθμητικές τιμές και τα υπόλοιπα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση των ενεργειών του χρήστη, σε μορφή κατάλληλη για καθοδήγηση και παρότρυνση σε αναστοχασμό.

Η μονάδα ανάλυσης

Η μονάδα ανάλυσης είναι υπεύθυνη για τη τοπολογική και σημασιολογική ανάλυση του χάρτη. Η μονάδα περιέχει κατάλληλες μεθόδους για τον διαχωρισμό του χάρτη σε δομές τις οποίες καλείται να μελετήσει και να επεξεργαστεί ο μαθητής. Οι δομές αποκαλύπτονται στο επίπεδο ανάλυσης που επιθυμεί ο μαθητής και μπορούν να συγκριθούν με τις δομές που έχει θέσει ο ίδιος.

Επίσης, η μονάδα ανάλυσης περιέχει μεθόδους για την αποτίμηση του βαθμού δόμησης του χάρτη. Ως κριτήριο χρησιμοποιείται η απόσταση ενός χάρτη με τις ίδιες έννοιες και τον ίδιο αριθμό συνδέσεων ανά έννοια από την τυχαία δομή. Όσο μακρύτερα είναι ο εν λόγω χάρτης από την τυχαία περίπτωση τόσο καλύτερα δομημένος θεωρείται.

Σε σημασιολογικό επίπεδο, η μονάδα ανάλυσης, μεταξύ άλλων, δίνει μια αποτίμηση της δημιουργικότητας και πρωτοτυπίας των συνδέσεων που παρέχει ο μαθητής. Η μέθοδος, η οποία υλοποιήθηκε με βάση την οντολογία WordNet, τεκμηριώνεται μαθησιακά από τις ιδέες του Mednick (1962). Η μονάδα ανάλυσης προσδιορίζει την απόσταση των εννοιών που συνδέθηκαν στο πλαίσιο του εννοιολογικού χάρτη για να δώσει, μέσω της μονάδας ανάδρασης και παρουσίασης, μια αποτίμηση της δημιουργικότητας του μαθητή.

Μεθοδολογία αξιολόγησης: μελέτη περιπτώσεων

Η διαδικασία αξιολόγησης, η οποία βρίσκεται σε εξέλιξη, γίνεται με την μεθοδολογία της μελέτης περιπτώσεων και περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

1. Ο μαθητής καλείται να δημιουργήσει εννοιολογικό χάρτη με βάση ερώτηση εστίασης. Στο στάδιο αυτό ο μαθητής ακολουθεί την τυπική διαδικασία κατασκευής χάρτη.
2. Ο μαθητής ονομάζει τις δομές με τις οποίες δημιούργησε τον χάρτη.
3. Γίνεται χρήση των μεθόδων του συστήματος για την παροχή ανάδρασης αναφορικά α) με τις δομές που ανιχνεύει το σύστημα και β) με τις έννοιες που προτείνει στο μαθητή. Η ανάδραση υπάρχει σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας ανάλογα με την εστίαση που επιλέγει ο μαθητής.
4. Ο μαθητής τροποποιεί ενδεχομένως τον χάρτη και επιστρέφει επαναληπτικά στο βήμα 2.
5. Ολοκλήρωση του χάρτη

Η αξιολόγηση βασίζεται α) στη σύγκριση των δύο χαρτών που προέκυψαν στα βήματα 1 και 5 καθώς και β) στην ανάλυση της διαδικασίας σχεδίασης στα βήματα 3 και 4.

Συμπεράσματα

Για την ανάπτυξη συστημάτων λογισμικού για την μαθησιακή δραστηριότητα της εννοιολογικής χαρτογράφησης, μπορούμε να αντλήσουμε πολύτιμες μεθόδους από τη θεωρία γράφων καθώς και από τη σημασιολογική επεξεργασία οντολογιών. Στο πλαίσιο αυτό, μπορούμε να υποστηρίξουμε την αναλυτική και συνθετική ικανότητα του μαθητή καθώς και να ενθαρρύνουμε τη δημιουργικότητα του.

Ευχαριστίες

Αυτό το ερευνητικό έργο υλοποιείται στο πλαίσιο της δράσης «Supporting Postdoctoral Researchers» του προγράμματος «Education and Lifelong Learning» (Action's Beneficiary: General Secretariat for Research and Technology), και συγχρηματοδοτείται από το ESF (European Social Fund) και την Ελληνική πολιτεία.

Αναφορές

Anohina, A., & Grundspenkis, J. (2009). Scoring concept maps: an overview. In *Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing* (p. 78). ACM.

Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton.

Bullmore, E., & Sporns, O. (2009). Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems. *Nature Reviews Neuroscience*, *10*(3), 186-198.

Bullmore, E., & Sporns, O. (2012). The economy of brain network organization. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(5), 336-349.

Dehmer, M. & Mowshowitz, A. (2011). A history of graph entropy measures. *Information Sciences, 181,* 57-78.

Ifenthaler, D. (2010). Relational, structural and semantic analysis of graphical representations and concept maps. *Education Tech Research Dev,* 58, 81-97.

Jonassen, D. H., Howland, J., Moore, J., & Marra, R. M. (2002). *Learning to solve problems with technology: A constructivist perspective.*

McAleese, R. (1994). A theoretical view on concept mapping. *Research in Learning Technology*, *2*(1).

Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69(3), 220.

Newman, M. (2010). *Networks: an introduction*. Oxford University Press, Inc..

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.

Pellegrino, J. W., Chudowsky, N., & Glaser, R. (2001). *Knowing what students know: The science and design of educational assessment*. National Academies Press.

WordNet. A lexical database for English. http://wordnet.princeton.edu/