

# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2004)

4ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



**Επίλυση Προβλήματος με τη Χρήση Λογισμικού  
Μοντελοποίησης: Αποτελεσματικότητα  
Διδακτικών Υλικών με Λεκτικές ή Λεκτικές και  
Εικονικές Περιγραφές και Γνωστικός Τύπος**

*Χαρούλα Αγγελή, Νίκος Βαλανίδης*

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Αγγελή Χ., & Βαλανίδης Ν. (2026). Επίλυση Προβλήματος με τη Χρήση Λογισμικού Μοντελοποίησης: Αποτελεσματικότητα Διδακτικών Υλικών με Λεκτικές ή Λεκτικές και Εικονικές Περιγραφές και Γνωστικός Τύπος. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 233–242. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/9089>

# Επίλυση Προβλήματος με τη Χρήση Λογισμικού Μοντελοποίησης: Αποτελεσματικότητα Διδακτικών Υλικών με Λεκτικές ή Λεκτικές και Εικονικές Περιγραφές και Γνωστικός Τύπος

Χαρούλα Αγγελή

Λέκτορας Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας

Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Κύπρος, [cangeli@ucy.ac.cy](mailto:cangeli@ucy.ac.cy)

Νίκος Βαλανίδης

Αναπληρωτής Καθηγητής της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών

Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Κύπρος, [nichri@ucy.ac.cy](mailto:nichri@ucy.ac.cy)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

*Στην έρευνα διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα διδακτικών υλικών με λεκτικές και εικονικές περιγραφές σε σχέση με τους γνωστικούς τύπους των ατόμων. Με βάση τις επιδόσεις τους στο Δοκίμιο των Κρυμμένων Σχημάτων, 65 δευτεροετείς φοιτητές, που χαρακτηρίστηκαν ως άτομα με γνωστικό τύπο ανεξάρτητο και εξαρτημένο από το πεδίο ή ως άτομα μικτού γνωστικού τύπου, χωρίστηκαν με τυχαίο τρόπο σε δύο ομάδες. Στη μια ομάδα δόθηκε και εξηγήθηκε ένα μοντέλο στο Model-It με λεκτική μόνο περιγραφή (ΛΠ), ενώ στην άλλη δόθηκε η ίδια εξήγηση για το μοντέλο με συνδυασμό λεκτικής και εικονικής περιγραφής (ΛΕΠ). Οι φοιτητές διερεύνησαν ατομικά το μοντέλο με τη βοήθεια του υπολογιστή και πρότειναν την υιοθέτηση της καλύτερης πολιτικής για θέματα μετανάστευσης από το Μεξικό στις Ηνωμένες Πολιτείες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φοιτητές της ΛΕΠ είχαν στατιστικά υψηλότερες επιδόσεις από τους φοιτητές της ΛΠ και ότι ο λειτουργικός ρόλος των εικονικών περιγραφών εξαρτάται από το γνωστικό τύπο των ατόμων.*

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Δυναμικά μοντέλα, επίλυση προβλήματος, γνωστικοί τύποι, εικονικές αναπαραστάσεις

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οικοδόμηση της γνώσης σε ένα μαθησιακό περιβάλλον με ενσωμάτωση διαφόρων εργαλείων των Τ.Η.Υ.Π.Ε είναι άμεσα συναρτημένη με τις δυνατότητες των εργαλείων για υποστήριξη των διαδικασιών οικοδόμησης γνωστικών δομών (Jonassen & Land, 2000. Land & Hannafin, 1997. Rogoff, 1990). Οι δυνατότητες των Τ.Η.Υ.Π.Ε. για αναπαραστάσεις ιδεών, αντικειμένων και φαινομένων δεν είναι όμως δυνατό να αξιοποιηθούν σε ικανοποιητικό βαθμό, αν δε συνυπολογίζονται οι ικανότητες και διαφορές των ατόμων για την αναγνώριση και την επεξεργασία πληροφοριών από εικονικές αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται. Οι ατομικές διαφορές μπορεί να αναφέρονται σε διαφορές στη γνωστική ανάπτυξη των ατόμων ή σε διαφορές στους γνωστικούς τους τύπους.

Οι γνωστικοί τύποι αντιπροσωπεύουν γνωστικές ικανότητες που ρυθμίζουν και ελέγχουν τις διαδικασίες με τις οποίες τα άτομα εντοπίζουν και επεξεργάζονται πληροφορίες (Jonassen & Grabowski, 1993). Μία βασική πηγή γνωστικών διαφορών είναι ο γνωστικός τύπος των ατόμων που σχετίζεται με το (περιβάλλον) πεδίο μέσα στο οποίο τα άτομα αναζητούν τις πληροφορίες

(Dillon & Gabbard, 1998) και τους μηχανισμούς εντοπισμού και επεξεργασίας των κατάλληλων πληροφοριών. Τα άτομα χωρίζονται, από την άποψη αυτή, σε γνωστικούς τύπους ανεξάρτητους από το πεδίο (ΓΤΑΠ) ή εξαρτημένους από το πεδίο (ΓΤΕΠ) που αντιπροσωπεύουν διαφορές στις δυνατότητές τους για «οπτικό εντοπισμό» ή την κατανόηση πληροφοριών που σχετίζονται άμεσα με την πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος στο οποίο αυτές ενσωματώνονται. Κατά ανάλογο τρόπο, οι διαφορές αυτές (ΓΤΑΠ/ΕΠ) σχετίζονται με τις ικανότητες των ατόμων να εντοπίζουν και να επεξεργάζονται πληροφορίες ανάλογα με την πολυπλοκότητα του μαθησιακού περιβάλλοντος που εγκαθιδρύεται σε μια σχολική τάξη (Reiff, 1996) και την ικανότητα των ατόμων. Τα άτομα με ΓΤΑΠ ή ΓΤΕΠ κατατάσσονται στα άκρα συνεχούς ευθείας, ενώ άτομα με ενδιάμεσα χαρακτηριστικά βρίσκονται ενδιάμεσα και χαρακτηρίζονται ως άτομα με μικτό γνωστικό τύπο (ΓΤΜ) (Liu & Reed, 1994).

Οι επιδράσεις των χαρακτηριστικών των ατόμων με ΓΤΑΠ/ΕΠ στις επιδόσεις τους σε έργα που προϋποθέτουν αλληλεπίδραση με εργαλεία των Τ.ΗΥ.Π.Ε. δεν έχουν πλήρως ερευνηθεί και τα αποτελέσματα της ερευνητικής προσπάθειας δε θεωρούνται καταληκτικά (Dillon & Gallard, 1998), ενώ σε μερικές περιπτώσεις υπάρχουν συγκρουόμενες ερευνητικές μαρτυρίες (Lyons-Lawrence, 1994. Liu & Reed, 1994). Η έρευνα των αποτελεσμάτων της αλληλεπίδρασης τεχνολογικών εργαλείων και των χαρακτηριστικών των ατόμων με διαφορετικό γνωστικό τύπο (ΓΤΑΠ/ΕΠ) μπορεί να δώσει χρήσιμη καθοδήγηση για τους τρόπους αξιοποίησης εργαλείων των Τ.ΗΥ.Π.Ε. στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία. Ανάλογες έρευνες μπορούν επίσης να καθοδηγήσουν συστηματικές προσπάθειες για αποδοτικό "γνωστικό ζευγάρι" ατόμων και εργαλείων των Τ.ΗΥ.Π.Ε. και καλύτερες επιδόσεις των "ενοποιημένων γνωστικών συστημάτων" (Dalal & Kasper, 1994. Dillon & Gabbard, 1998) που δημιουργούνται.

Με βάση αυτή τη θεώρηση, η παρούσα εργασία σχεδιάστηκε για να διερευνήσει κατά πόσο η χρήση διδακτικού υλικού σε λεκτική περιγραφή (ΛΠ) ή σε λεκτική και εικονική περιγραφή (ΛΕΠ) επηρεάζει κατά διαφορετικό τρόπο τις επιδόσεις των ατόμων κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλήματος με τη χρήση λογισμικού δυναμικών μοντέλων. Τα συγκεκριμένα ερωτήματα της έρευνας ήταν τα ακόλουθα:

- Οι επιδόσεις των ατόμων κατά την επίλυση προβλήματος με τη χρήση λογισμικού δυναμικών μοντέλων διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος του διδακτικού υλικού (ΛΠ ή ΛΕΠ);
- Σχετίζονται οι επιδόσεις των ατόμων κατά την επίλυση προβλήματος με τη χρήση λογισμικού δυναμικών μοντέλων με το γνωστικό τους τύπο (ΓΤΑΠ, ΓΤΜ και ΓΤΕΠ);
- Η χρήση διδακτικού υλικού σε ΛΠ και ΛΕΠ επηρεάζει κατά διαφορετικό τρόπο τις επιδόσεις των ατόμων ανάλογα με το γνωστικό τους τύπο (ΓΤΑΠ/ΕΠ);

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### Συμμετέχοντες

Για την επιλογή του τελικού δείγματος της έρευνας, 157 δευτεροετείς φοιτητές απάντησαν στο Δοκίμιο των Κρυμμένων Σχημάτων (ΔΚΣ) (French, Ekstrom, & Price, 1963) και χαρακτηρίστηκαν ως άτομα με ΓΤΑΠ, ΓΤΕΠ ή ΓΤΜ. Στο τελικό δείγμα, χρησιμοποιήθηκαν 23 άτομα με ΓΤΑΠ, 24 άτομα με ΓΤΕΠ και 24 άτομα με ΓΤΜ. Η επιλογή αυτή αποσκοπούσε σε ένα τελικό δείγμα όσο το δυνατό μεγαλύτερο, χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα για την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Έξι άτομα (δύο φοιτητές και τέσσερις φοιτήτριες) χρησιμοποιήθηκαν για πιλοτική εφαρμογή των διαδικασιών και των διδακτικών υλικών της έρευνας. Οι φοιτητές με διαφορετικό γνωστικό τύπο (ΓΤΕΑ, ΓΤΜ και ΓΤΑΠ) κατανεμήθηκαν με τυχαίο τρόπο σε δύο ομάδες ανάλογα με το είδος των διδακτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν. Στη μία ομάδα χρησιμοποιήθηκαν μόνο λεκτικής περιγραφής (ΛΠ) διδακτικά υλικά, ενώ στην

άλλη ομάδα χρησιμοποιήθηκαν διδακτικά υλικά σε λεκτική και εικονική περιγραφή (ΛΕΠ). Η πρώτη ομάδα (ΛΠ) είχε 11 φοιτητές από τον καθένα γνωστικό τύπο, ενώ η δεύτερη ομάδα (ΛΕΠ) είχε 11 άτομα με ΓΤΕΠ, 11 άτομα με ΓΤΜ και μόνο 10 άτομα με ΓΤΑΠ.

### Ερευνητικά Δοκίμια και Υλικά

Το Δοκίμιο των Κρυμμένων Σχημάτων (ΔΚΣ) (French, Ekstrom, & Price, 1963) έχει 32 ερωτήσεις και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ατομική ή ομαδική εξέταση. Περιέχει δύο ξεχωριστά μέρη και για το κάθε μέρος απαιτούνται 12 λεπτά για να απαντηθούν οι ερωτήσεις του. Σε κάθε ερώτηση ζητείται από τον εξεταζόμενο να εντοπίσει ποιο απλό σχήμα (π.χ., τρίγωνο) από πέντε σχήματα που του δίνονται ως επιλογές βρίσκεται ενσωματωμένο ή 'κρυμμένο' σε ένα άλλο σύνθετο σχήμα που δίνεται στην αρχή κάθε ερώτησης του δοκιμίου. Για κάθε ορθή απάντηση ο εξεταζόμενος πιστώνεται μία μονάδα, με αποτέλεσμα η συνολική επίδοση των ατόμων να κυμαίνεται από 0-32. Το ΔΚΣ έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα στην ερευνητική προσπάθεια και θεωρείται αρκετά αξιόπιστο, ενώ έχει και υψηλό βαθμό συσχέτισης ( $r = .67$  to  $.88$ ) με το Ομαδικό Δοκίμιο των Κρυμμένων Σχημάτων (Witkin, Oltman, Raskin, & Karp, 1971).

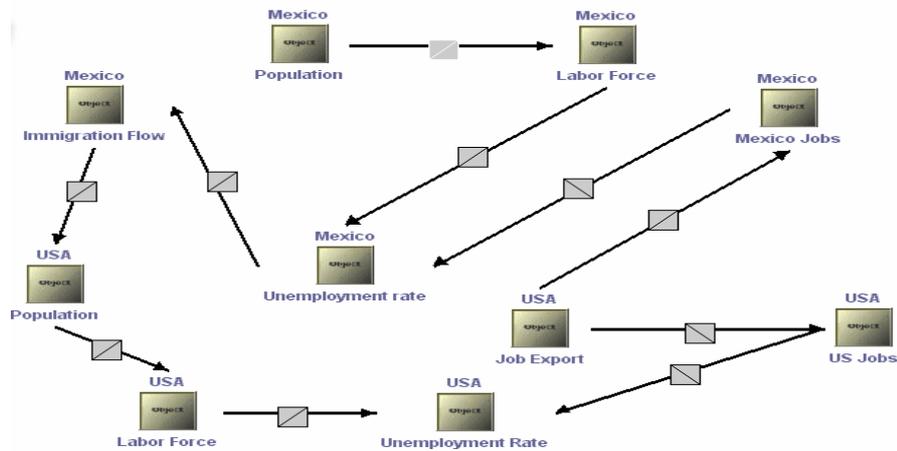
Για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας, το ΔΚΣ απαντήθηκε από 157 φοιτητές. Η μέση επίδοσή τους στο ΔΚΣ ήταν 15.16 ( $SD = 7.74$ ). Όσοι φοιτητές είχαν επίδοση 0-10 θεωρήθηκαν ως άτομα με ΓΤΕΠ, όσοι είχαν επιδόσεις 11-21 θεωρήθηκαν ως άτομα με ΓΤΜ και όσοι είχαν επιδόσεις 22-32 θεωρήθηκαν ως άτομα με ΓΤΑΠ. Οι οριακές επιδόσεις και ο τρόπος κατάταξης των υποκειμένων σε ΓΤΕΠ, ΓΤΜ και ΓΤΑΠ βασίστηκαν στη λογική ότι ο γνωστικός τύπος που χαρακτηρίζει τα άτομα ανεξάρτητα ή εξαρτημένα από το πεδίο κατατάσσει τα άτομα σε μία συνεχή γραμμή που στο ένα άκρο της βρίσκονται τα άτομα με ΓΤΕΠ και στο άλλο τα άτομα με ΓΤΑΠ (Liu & Reed, 1994). Επομένως, με το διαχωρισμό των ατόμων σε εκείνα που πλησιάζουν στο ένα (ΓΤΕΠ) ή το άλλο άκρο (ΓΤΑΠ), και εκείνων που βρίσκονται ανάμεσά τους θα ήταν δυνατό να αναδείξει διαφορές στις επιδόσεις τους που σχετίζονται με την έννοια ΓΤΑΠ/ΕΠ. Τα αποτελέσματα στο ΔΚΣ έδειξαν ότι μόνο 23 φοιτητές ήταν ΓΤΑΠ, ενώ οι άλλοι φοιτητές ήταν άτομα με ΓΤΕΠ (55) ή με ΓΤΜ (79).

### Περιγραφή του Λογισμικού Μοντελοποίησης

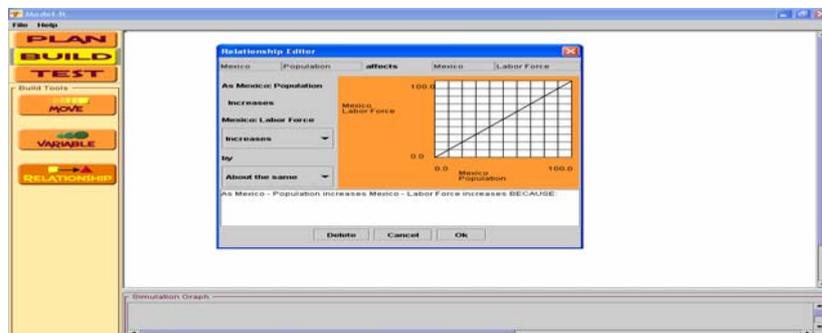
Το Model-It είναι ένα λογισμικό μοντελοποίησης συστημάτων το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί με αξιοπρόσεκτη επιτυχία τόσο στη Μέση εκπαίδευση όσο και με φοιτητές Πανεπιστημίου (Metcalf, Krajcik, & Soloway, 2000. Stratford, Krajcik, & Soloway, 1998). Το λογισμικό Model-It χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα έρευνα για την ανάπτυξη ενός δυναμικού μοντέλου αναπαράστασης των σχέσεων που δημιουργούνται μεταξύ διαφόρων παραγόντων που σχετίζονται με το φαινόμενο της μετανάστευσης, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.

Ένα μοντέλο αποτελείται συνήθως από οντότητες, παράγοντες-μεταβλητές και σχέσεις μεταξύ τους. Στο μοντέλο του Σχήματος 1, υπάρχουν δύο οντότητες που αντιπροσωπεύουν το Μεξικό και τις ΗΠΑ. Καθεμιά από τις οντότητες προσδιορίζεται από διάφορους παράγοντες-μεταβλητές που έχουν άμεση σχέση με αυτές. Οι παράγοντες-μεταβλητές αποτελούν μετρήσιμα χαρακτηριστικά των οντοτήτων, όπως ο πληθυσμός, το εργατικό δυναμικό, η ροή μεταναστών, ο ρυθμός μετανάστευσης και οι θέσεις εργασίες. Οι διάφοροι παράγοντες χαρακτηρίζονται ως αιτιώδεις (ανεξάρτητοι) ή επηρεαζόμενοι (εξαρτημένοι) ανάλογα με την επίδρασή τους. Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, το εργατικό δυναμικό του Μεξικού είναι επηρεαζόμενος παράγοντας, ενώ ο πληθυσμός του Μεξικού αποτελεί τον αιτιώδη παράγοντα, αφού κάθε μεταβολή του πληθυσμού στο Μεξικό προκαλεί ανάλογη μεταβολή στο εργατικό δυναμικό του Μεξικού (τα διαθέσιμα εργατικά χέρια).

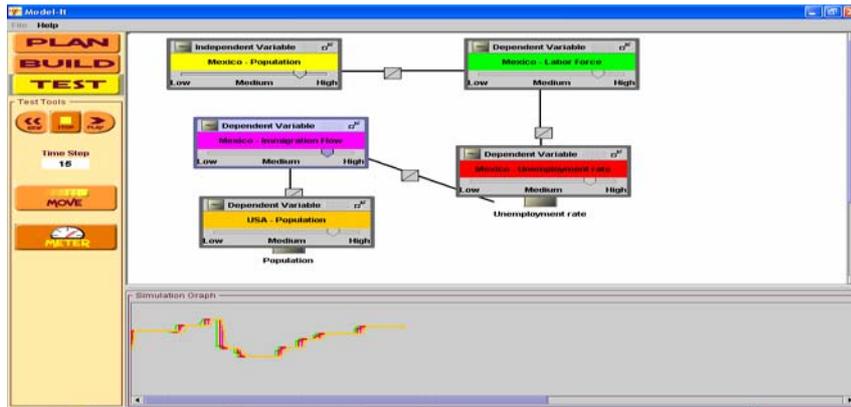
Μετά τη δημιουργία ενός δυναμικού μοντέλου, ο χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει το μοντέλο για να αναπαρασταθούν οι δυναμικές σχέσεις μεταξύ των παραγόντων που σχετίζονται με τις οντότητες του μοντέλου. Με την ενεργοποίηση του μοντέλου, ένας χρονομετρητής, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, αρχίζει να μετρά χρονικά βήματα που καθορίζονται αυθαίρετα και τα οποία μπορεί να αντιπροσωπεύουν λεπτά, ώρες, εβδομάδες ή άλλο χρονικό διάστημα που ο χρήστης μπορεί να υποθέσει ή να επιλέξει. Ο χρήστης μπορεί επίσης να διερευνήσει το μοντέλο χρησιμοποιώντας γραφικά εργαλεία που είναι ενσωματωμένα σε αυτό. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο εργαλείο, όπως δείχνει το Σχήμα 3, απεικονίζει την τρέχουσα τιμή ενός παράγοντα στο τρέχον χρονικό διάστημα. Αν ένας παράγοντας θεωρηθεί ανεξάρτητος, τότε η τιμή του μπορεί να ρυθμιστεί κατά τη διαδικασία που το μοντέλο είναι ενεργοποιημένο. Με τον τρόπο αυτό, ο χρήστης μπορεί να διερευνήσει το μοντέλο κατά το χρονικό διάστημα της ενεργοποίησής του, και να παρατηρήσει τις δυναμικές μεταβολές που πραγματοποιούνται. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, υπάρχει ακόμα ένα γραφικό εργαλείο, η γραφική αναπαράσταση, που απεικονίζει σε ευθεία γραμμή τη σχέση μεταξύ δύο παραγόντων, όπως μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου που αποτελείται από μία συγκεκριμένη σειρά χρονικών βημάτων.



Σχήμα 1. Μοντέλο Αναπαράστασης Δυναμικών Σχέσεων Μετανάστευσης



Σχήμα 2. Καθορισμός Σχέσεων μεταξύ Δύο Παραγόντων



Σχήμα 3. Εφαρμογή του Μοντέλου

Το λογισμικό Model-It υποστηρίζει σχέσεις οι οποίες μοντελοποιούν άμεσα αποτελέσματα (Jackson, Stratford, Krajcik, Soloway, 1996). Οι σχέσεις αυτές αποδίδουν την άμεση μεταβολή στην τιμή του επηρεαζόμενου παράγοντα εξαιτίας της μεταβολής του αιτιώδους παράγοντα ανεξάρτητα από ό,τι μεσολάβησε προηγουμένως. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, το λογισμικό Model-It υποστηρίζει επίσης μια ποιοτική ή λεκτική περιγραφή των σχέσεων μεταξύ των παραγόντων, αφού οι μεταβολές στις σχέσεις αυτές μπορούν να αποδοθούν ή να περιγραφούν με τη μορφή δύο σχέσεων (π.χ., αύξησης ή μείωσης) και ποιοτικό προσδιορισμό των μεταβολών αύξησης ή μείωσης (π.χ., περίπου η ίδια, αρκετή, λίγη, σταδιακά αυξανόμενη ή σταδιακά ελαττωνόμενη).

### Το Ερευνητικό Έργο

Οι συμμετέχοντες έπρεπε να διερευνήσουν ατομικά το μοντέλο του Σχήματος 1 για την επίλυση ενός προβλήματος που αφορούσε την υιοθέτηση της καλύτερης δυνατής πολιτικής για το πρόβλημα μετανάστευσης στα σύνορα Μεξικού και ΗΠΑ. Για την επίλυση του προβλήματος, οι φοιτητές έπρεπε αρχικά να κατανοήσουν τη δομή του μοντέλου, δηλαδή τις οντότητες, τους σχετικούς παράγοντες και τις σχέσεις τους. Στη συνέχεια, οι φοιτητές έπρεπε να διατυπώσουν υποθέσεις, να τις ελέγξουν και να αξιολογήσουν τα αποτελέσματά τους και να αποφασίσουν για την καλύτερη λύση στο πρόβλημα που τους δόθηκε. Το μοντέλο στο Σχήμα 1 παρουσίαζε την κατάσταση στα σύνορα Μεξικού και ΗΠΑ σε σχέση με τη μετανάστευση κατοίκων του Μεξικού στις ΗΠΑ εξαιτίας της μεγάλης διαφοράς στα ποσοστά ανεργίας μεταξύ των δύο χωρών και των ευκαιριών απασχόλησης στις ΗΠΑ. Παρουσίαζε επίσης σχέσεις αιτίας και αποτελέσματος μεταξύ διαφόρων παραγόντων που επηρέαζαν τα ποσοστά ανεργίας στις δύο χώρες, όπως ο πληθυσμός, το εργατικό δυναμικό, το ποσοστό ανεργίας και την εξαγωγή ευκαιριών απασχόλησης με εγκατάσταση βιομηχανιών, για παράδειγμα, από τις ΗΠΑ στο Μεξικό. Το μοντέλο αναπαριστούσε πώς η αύξηση του πληθυσμού του Μεξικού μπορούσε να αυξήσει το εργατικό δυναμικό και επομένως και το ποσοστό ανεργίας στο Μεξικό. Το μοντέλο έδειχνε επίσης πώς η αύξηση του ποσοστού ανεργίας στο Μεξικό μπορούσε να αυξήσει τη ροή μεταναστών από το Μεξικό στις ΗΠΑ για αναζήτηση εργασίας και πώς η αυξημένη ροή μεταναστών από το Μεξικό στις ΗΠΑ μπορούσε να αυξήσει τελικά το ποσοστό ανεργίας στη χώρα υποδοχής των μεταναστών δηλαδή στις ΗΠΑ.

Στους φοιτητές δόθηκαν τέσσερις διαφορετικές προτάσεις πολιτικής τις οποίες έπρεπε να διερευνήσουν με το μοντέλο του Σχήματος 1 που έγινε με το λογισμικό Model-It και να προτείνουν και να αιτιολογήσουν την υιοθέτηση της καλύτερης από αυτές. Οι προτάσεις πολιτικής που δόθηκαν στους φοιτητές ήταν (α) η πολιτική Ανοικτών Συνόρων, (β) η πολιτική Κλειστών Συνόρων, (γ) Η πολιτική Ευκαιριών Απασχόλησης και (δ) η πολιτική Μετανάστευσης. Η πολιτική Ανοικτών Συνόρων θα επέτρεπε τη διακίνηση κατοίκων του Μεξικού στις ΗΠΑ αλλά και την εγκατάσταση βιομηχανιών ή άλλων μονάδων απασχόλησης εργατικού δυναμικού από τις ΗΠΑ στο Μεξικό. Η πολιτική Κλειστών Συνόρων θα απαγόρευε τόσο τη διακίνηση εργατικού δυναμικού από το Μεξικό στις ΗΠΑ όσο και την εγκατάσταση βιομηχανιών ή άλλων ευκαιριών απασχόλησης από τις ΗΠΑ στο Μεξικό. Η πολιτική Ευκαιριών Απασχόλησης θα υιοθετούσε αντικίνητρα για την αποφυγή εγκατάστασης βιομηχανιών ή άλλων ευκαιριών απασχόλησης από τις ΗΠΑ στο Μεξικό. Η πολιτική αυτή θα επέβαλλε επίσης εμπορικές κυρώσεις, ώστε προϊόντα με προέλευση το Μεξικό να έχουν υψηλότερους δασμούς και επομένως τιμές στην αγορά των ΗΠΑ. Η πολιτική Μετανάστευσης δε θα επέτρεπε τη διακίνηση Μεξικανών προς τις ΗΠΑ αλλά δε θα υιοθετούσε μέτρα καταστολής για όσες βιομηχανίες ή επιχειρήσεις αποφάσιζαν να εγκατασταθούν στο Μεξικό. Ζητήθηκε από τους φοιτητές να διαμορφώσουν υποθέσεις με βάση τις τέσσερις πολιτικές που τους δόθηκαν και να τις αξιολογήσουν αξιοποιώντας το μοντέλο του Σχήματος 1 στο λογισμικό Model-It. Με βάση τα αποτελέσματα της αξιολόγησής τους έπρεπε να προτείνουν την υιοθέτηση της καλύτερης δυνατής πολιτικής για τη ρύθμιση του προβλήματος που επικρατούσε στα σύνορα Μεξικού και ΗΠΑ.

### **Διδακτικά Υλικά**

Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δύο μορφές διδακτικών υλικών. Και στις δύο περιπτώσεις δόθηκαν οδηγίες στους φοιτητές να αναλάβουν υποθετικά το ρόλο ενός λειτουργού μετανάστευσης ο οποίος είχε την ευθύνη να διερευνήσει τους παράγοντες που επηρεάζουν το πρόβλημα μετανάστευσης από το Μεξικό στις ΗΠΑ. Τα διδακτικά υλικά εξηγούσαν ότι μια ερευνητική ομάδα προετοίμασε το μοντέλο του Σχήματος 1, για να υποβοηθήσει το λειτουργό μετανάστευσης να κατανοήσει τις δυναμικές σχέσεις μεταξύ των διαφόρων παραγόντων που υπεισέρχονται στο πρόβλημα μετανάστευσης από το Μεξικό στις ΗΠΑ. Και στις δύο μορφές υλικών υπήρχε το Σχήμα 1 και ακολουθούσε περιγραφή και οδηγίες για το άνοιγμα και τη λειτουργία του μοντέλου στο λογισμικό Model-It. Υπήρχε επίσης αναλυτική περιγραφή των τεσσάρων διαφορετικών προτάσεων πολιτικής για θέματα μετανάστευσης και ζητήθηκε από τους φοιτητές να διερευνήσουν το μοντέλο στο λογισμικό Model-It, να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα διαφόρων υποθέσεων με την αξιοποίηση του μοντέλου και να διατυπώσουν γραπτή εισήγηση για την υιοθέτηση της καλύτερης πολιτικής, από τις τέσσερις εισηγήσεις, για τη ρύθμιση του προβλήματος μετανάστευσης από το Μεξικό στις ΗΠΑ.

Στη μία μορφή των διδακτικών υλικών, υπήρχε μόνο λεκτική περιγραφή (ΛΠ) του μοντέλου του Σχήματος 1. Η λεκτική περιγραφή εξηγούσε όλες τις σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος στο μοντέλο. Περιέγραφε συγκεκριμένα γιατί η αύξηση του πληθυσμού στο Μεξικό θα επηρέαζε το εργατικό δυναμικό και το ποσοστό ανεργίας στο Μεξικό, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ροή μεταναστών από τη χώρα αυτή στις ΗΠΑ. Εξηγούσε επίσης ότι με την αύξηση της ροής μεταναστών θα αυξανόταν σταδιακά ο πληθυσμός, το εργατικό δυναμικό και το ποσοστό ανεργίας στις ΗΠΑ. Κάθε αύξηση ασφαλώς των θέσεων εργασίας στις ΗΠΑ θα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του ποσοστού ανεργίας, ενώ η μετακίνηση βιομηχανιών ή άλλων μονάδων απασχόλησης από τις ΗΠΑ στο Μεξικό θα μείωνε το ποσοστό ανεργίας στο Μεξικό, αλλά θα προκαλούσε αύξηση του ποσοστού ανέργων στις ΗΠΑ.

Στην άλλη μορφή των διδακτικών υλικών, το μοντέλο του Σχήματος 1 διαχωρίστηκε σε τέσσερα μικρότερα διαγράμματα της ίδιας μορφής. Το κάθε διάγραμμα παρουσιαζόταν στους φοιτητές

συνοδευόμενο και με μια λεκτική περιγραφή που εξηγούσε τις σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος που έδειχνε το διάγραμμα. Για παράδειγμα, ένα από τα επιμέρους διαγράμματα έδειχνε τις σχέσεις μεταξύ του πληθυσμού, του εργατικού δυναμικού και του ποσοστού ανεργίας στο Μεξικό, αλλά και τη ροή εργατικού δυναμικού (μετανάστευσης) στις ΗΠΑ. Υπήρχε όμως μαζί με το διάγραμμα (εικονική περιγραφή) και λεκτική περιγραφή των σχέσεων που απεικόνιζε το διάγραμμα. Επομένως, οι δύο μορφές διδακτικών υλικών διέφεραν μόνο ως προς τον τρόπο εξήγησης του μοντέλου του Σχήματος 1. Στη δεύτερη περίπτωση, το μοντέλο παρουσιάστηκε σταδιακά με την παρουσίαση τεσσάρων επιμέρους διαγραμμάτων (εικονικών αναπαραστάσεων) τα οποία όμως συνοδεύονταν και με αντίστοιχες λεκτικές εκτός από τις εικονικές περιγραφές (ΛΕΠ), ενώ, στην πρώτη περίπτωση, το μοντέλο του Σχήματος 1 συνοδευόταν μόνο με λεκτική περιγραφή (ΛΠ).

Οι συγκεκριμένες περιγραφές στις δύο μορφές διδακτικών υλικών θεωρήθηκαν ως αναπαραστάσεις "ισοδύναμης πληροφόρησης," αφού οι ίδιες ακριβώς πληροφορίες που μπορούσαν να εξαχθούν από το μοντέλο του Σχήματος 1 και τη λεκτική του περιγραφή, μπορούσαν επίσης να εξαχθούν και από τα τέσσερα διαγράμματα και τη συνοδευτική λεκτική περιγραφή τους. "Δύο αναπαραστάσεις θεωρούνται (για ένα συγκεκριμένο έργο) ισοδύναμης πληροφόρησης, μόνο αν και από τις δύο μπορούν να εξαχθούν οι ίδιες ακριβώς πληροφορίες που σχετίζονται με την επίλυση του συγκεκριμένου έργου" (Schnotz, 2002, σελ. 104). Οι αναπαραστάσεις αυτές θεωρήθηκαν επίσης "υπολογιστικά ισοδύναμες," αφού κάθε πληροφορία σχετική με το συγκεκριμένο πρόβλημα μπορούσε να ανακληθεί ή να υπολογιστεί εύκολα τόσο με τις λεκτικές όσο και με τις εικονικές αναπαραστάσεις που χρησιμοποιήθηκαν (Larkin & Simon, 1987). Οι λεκτικές περιγραφές και οι εικόνες (σχήματα) αποτελούν εξωτερικές αναπαραστάσεις και η συμβολή τους στη μάθηση εστιάζεται στη δυνατότητα που προσφέρουν για την οικοδόμηση νοητικών (εσωτερικών) αναπαραστάσεων του περιεχομένου που αναπαρίσταται λεκτικά ή εικονικά.

### Ερευνητικές Διαδικασίες

Όλοι οι φοιτητές απάντησαν το ΔΚΣ σε χρόνο 24 λεπτών και με βάση τις επιδόσεις τους κατηγοριοποιήθηκαν σε άτομα με ΓΤΕΠ, ΓΤΜ και ΓΤΑΠ. Στη συνέχεια επιλέχθηκε ένα δείγμα από 71 φοιτητές (23 ΓΤΑΠ, 24 ΓΤΜ και 24 ΓΤΕΠ), ενώ στο τελικό δείγμα της έρευνας δε συμμετείχαν 6 από τους 71 φοιτητές, δύο φοιτητές από κάθε γνωστικό τύπο, που χρησιμοποιήθηκαν για πιλοτική μελέτη και διαφοροποίηση των υλικών και των διαδικασιών της έρευνας. Για τη συλλογή των δεδομένων για την κυρίως έρευνα, οι ερευνητές παρουσίαζαν αρχικά το λογισμικό Model-It και εξηγούσαν τη διαδικασία αξιοποίησής του χρησιμοποιώντας ένα διαφορετικό μοντέλο το οποίο ήταν επίσης κατασκευασμένο με το λογισμικό Model-It. Δινόταν στη συνέχεια η αντίστοιχη μορφή διδακτικών υλικών (ΛΠ ή ΛΕΠ) σε κάθε φοιτητή και οδηγίες που του ζητούσαν να χρησιμοποιήσει τα υλικά αυτά και το μοντέλο στο λογισμικό Model-It, για να διερευνήσει τις δυναμικές σχέσεις του μοντέλου και να αξιολογήσει τα αποτελέσματα των 4 προτάσεων πολιτικής και να προτείνει την καλύτερη δυνατή πολιτική για επίλυση του προβλήματος μετανάστευσης στα σύνορα Μεξικού και ΗΠΑ. Οι φοιτητές έπρεπε να διερευνήσουν το πρόβλημα και να υιοθετήσουν συγκεκριμένη εισήγηση χρησιμοποιώντας μόνο τα διδακτικά υλικά που τους δόθηκαν και το μοντέλο που κατασκευάστηκε με το λογισμικό Model-It. Κάθε 15 λεπτά, οι ερευνητές υπενθύμιζαν τους φοιτητές να σημειώνουν στην τελευταία σελίδα των υλικών που τους δόθηκαν την αντίστοιχη χρονική στιγμή και το είδος της δραστηριότητας την οποία εκτελούσαν. Οι δραστηριότητες αφορούσαν τη μελέτη των διδακτικών υλικών για την κατανόηση του μοντέλου ή τη χρήση του μοντέλου στο λογισμικό Model-It για την αξιολόγηση των 4 προτάσεων πολιτικής για θέματα μετανάστευσης. Με τον τρόπο αυτό ήταν επομένως δυνατό να συλλέγονται δεδομένα για την κατανομή του χρόνου των φοιτητών στις δύο

δραστηριότητες και το συνολικό χρόνο που χρησιμοποιήσαν για την επίλυση του προβλήματος που τους δόθηκε.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Χρόνος Επίλυσης του Προβλήματος

Αρχικά, έγινε πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης 3 (ΓΤΕΠ, ΓΤΜ, ΓΤΑΠ) x 2 (ΛΠ, ΛΕΠ) με εξαρτημένες μεταβλητές το συνολικό χρόνο επίλυσης του προβλήματος, το χρόνο μελέτης των διδακτικών υλικών και το χρόνο χρήσης του μοντέλου στο λογισμικό Model-It για την επίλυση του προβλήματος που τους δόθηκε. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φοιτητές ολοκλήρωσαν την επίλυση του προβλήματος που τους δόθηκε σε χρόνο μικρότερο από τον προγραμματισμένο χρόνο των δύο ωρών και ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ατόμων με ΓΤΕΠ, ΓΤΜ ή ΓΤΑΠ, αλλά ούτε και μεταξύ των ατόμων που χρησιμοποίησαν τις δύο μορφές διδακτικών υλικών (ΛΠ ή ΛΕΠ) σε σχέση με το συνολικό χρόνο, το χρόνο που χρησιμοποίησαν για τη μελέτη των διδακτικών υλικών ή το χρόνο χρήσης του μοντέλου στο λογισμικό Model-It.

### Επιδόσεις στην Επίλυση του Προβλήματος Μετανάστευσης

Χρησιμοποιώντας τη σταθερή συγκριτική μέθοδο ανάλυσης (Glaser & Strauss, 1967. Strauss & Corbin, 1990), αναπτύχθηκε μία ρήτρα για την αξιολόγηση των επιδόσεων των φοιτητών στην επίλυση του προβλήματος μετανάστευσης στα σύνορα Μεξικού και ΗΠΑ. Η ρήτρα περιείχε τρία επίπεδα με σταδιακά καλύτερα χαρακτηριστικά, ώστε η κάθε απάντηση να κατηγοριοποιείται σε ένα μόνο επίπεδο και φαίνεται στον Πίνακα 1.

#### Πίνακας 1

Ρήτρα Καταγραφής της Επίδοσης κατά την Επίλυση του Προβλήματος Μετανάστευσης

**3**

- α. Η απάντηση στηρίζεται σε ορθή κατανόηση των προσομοιωμένων αποτελεσμάτων του μοντέλου
- β. Η απάντηση εξετάζει τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε πολιτικής και συνοπλογίζει τις επιπτώσεις τους
- γ. Η απάντηση καθοδηγείται από τις μακροπρόθεσμες και όχι μόνο από τις βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις της κάθε πολιτικής.

**2**

- α. Η απάντηση στηρίζεται σε ορθή κατανόηση των προσομοιωμένων αποτελεσμάτων του μοντέλου
- β. Η απάντηση δεν εξετάζει τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε πολιτικής και δε συνοπλογίζει τις επιπτώσεις τους
- γ. Η απάντηση δεν καθοδηγείται από τις μακροπρόθεσμες αλλά μόνο από τις βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις της κάθε πολιτικής.

**1**

- α. Η απάντηση δε στηρίζεται σε ορθή κατανόηση των προσομοιωμένων αποτελεσμάτων του μοντέλου
- β. Η απάντηση δεν εξετάζει τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε πολιτικής και δε συνοπλογίζει τις επιπτώσεις τους
- γ. Η απάντηση δεν καθοδηγείται από τις μακροπρόθεσμες αλλά μόνο από τις βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις της κάθε πολιτικής.

Με βάση τη ρήτρα του Πίνακα 1, οι επιδόσεις των φοιτητών μπορούσαν να κυμαίνονται από το 1 (χαμηλή επίδοση) μέχρι το 3 (υψηλή επίδοση). Οι ερευνητές εξήγησαν σε δύο μεταπτυχιακούς φοιτητές τη διαδικασία αξιολόγησης των απαντήσεων των φοιτητών με βάση τη ρήτρα του

Πίνακα 1 και έδωσαν λεπτομερείς και αναλυτικές απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις τους. Στη συνέχεια οι δύο φοιτητές αξιολόγησαν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο όλες τις απαντήσεις. Ο συντελεστής συσχέτισης, Pearson  $r$ , μεταξύ των δύο αξιολογήσεων ήταν .87. Οι δύο μεταπτυχιακοί φοιτητές και οι ερευνητές συζήτησαν τις διαφορές που εντοπίστηκαν και, μετά από συζήτηση, κατέληξαν σε ομόφωνη αξιολόγηση των απαντήσεων στις οποίες υπήρχε διαφορά μεταξύ των δύο μεταπτυχιακών φοιτητών. Στον Πίνακα 2 φαίνονται οι μέσοι όροι των επιδόσεων των φοιτητών κατά την επίλυση του προβλήματος μετανάστευσης που τους δόθηκε για τις δύο μορφές των διδακτικών υλικών (ΛΠ και ΛΕΠ) και για τις τρεις κατηγορίες γνωστικών τύπων (ΓΤΕΠ, ΓΤΜ και ΓΤΑΠ). Ο μέσος όρος φοιτητών σε κάθε υποκατηγορία φοιτητών ήταν 11.

**Πίνακας 2**

Επιδόσεις των Φοιτητών κατά την Επίλυση του Προβλήματος Μετανάστευσης (n=65)

	Κατηγοριοποίηση με Βάση τις Επιδόσεις στο ΔΚΣ			
	ΓΤΕΠ	ΓΤΜ	ΓΤΑΠ	Σύνολο
	<i>M</i> [ <i>SD</i> ]	<i>M</i> [ <i>SD</i> ]	<i>M</i> [ <i>SD</i> ]	<i>M</i> [ <i>SD</i> ]
<b>Παρέμβαση</b>				
<b>Λεκτική Μορφή</b>	1.45 [.69]	1.45 [.52]	1.55 [.52]	1.48 [.57]
<b>Λεκτική και Εικονική Μορφή</b>	1.55 [.69]	1.45 [.52]	2.50 [.71]	1.81 [.78]
<b>Σύνολο</b>	1.50 [.67]	1.45 [.51]	2.00 [.77]	1.65 [.69]

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση διακύμανσης 3 (ΓΤΕΠ, ΓΤΜ, ΓΤΑΠ) x 2 (ΛΠ, ΛΕΠ) με εξαρτημένη μεταβλητή την επίδοση των φοιτητών κατά την επίλυση του προβλήματος μετανάστευσης με τη χρήση του μοντέλου στο Model-It. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φοιτητές που χρησιμοποίησαν διδακτικά υλικά με ΛΕΠ είχαν υψηλότερες επιδόσεις από τους φοιτητές που χρησιμοποίησαν διδακτικά υλικά με ΛΠ,  $F(1, 59) = 5.253$ ,  $p = .025$ , ότι οι επιδόσεις των φοιτητών είχαν άμεση σχέση με το γνωστικό τους τύπο,  $F(2, 59) = 5.658$ ,  $p = .006$ , και ότι υπήρχε αλληλεπίδραση μεταξύ της μορφής των διδακτικών υλικών και του γνωστικού τύπου των φοιτητών,  $F(2, 59) = 3.938$ ,  $p = .025$ .

Έγιναν στη συνέχεια συγκρίσεις των επιδόσεων των φοιτητών των διαφόρων υποομάδων ανά ζεύγη. Με τις συγκρίσεις που έγιναν διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φοιτητών με ΓΤΕΠ ( $t = .310$ ,  $p = .760$ ) και με ΓΤΜ ( $t = 0.000$ ,  $p = 1.00$ ) που χρησιμοποίησαν διαφορετικές μορφές διδακτικών υλικών. Διαπιστώθηκε όμως ότι οι φοιτητές με ΓΤΑΠ που χρησιμοποίησαν διδακτικά υλικά με ΛΕΠ είχαν στατιστικά υψηλότερες επιδόσεις από φοιτητές με ΓΤΑΠ που χρησιμοποίησαν διδακτικά υλικά με ΛΠ ( $t = 3.542$ ,  $p = .002$ ). Οι φοιτητές με ΓΤΑΠ που χρησιμοποίησαν διδακτικά υλικά με ΛΕΠ είχαν επίσης υψηλότερες επιδόσεις από φοιτητές με ΓΤΕΠ ( $t = 3.135$ ,  $p = .005$ ) και ΓΤΜ ( $t = 3.880$ ,  $p = .001$ ) που χρησιμοποίησαν την ίδια μορφή διδακτικών υλικών, ενώ δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φοιτητών με ΓΤΑΠ και ΓΤΕΠ ( $t = .349$ ,  $p = .731$ ), με ΓΤΜ και ΓΤΕΠ ( $t = 0.000$ ,  $p = 1.00$ ) ή με ΓΤΑΠ και ΓΤΜ ( $t = .408$ ,  $p = .687$ ) που χρησιμοποίησαν διδακτικά υλικά με ΛΠ μόνο.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Τα αποτελέσματα της έρευνας υποστηρίζουν ότι η αποτελεσματικότητα των διδακτικών υλικών (ΛΠ ή ΛΕΠ) εξαρτάται απόλυτα από το ΓΤΑΠ/ΕΠ. Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο χρόνο ενασχόλησης για τη μελέτη των διδακτικών υλικών ή στο χρόνο χρήσης και μελέτης του μοντέλου για την επίλυση του προβλήματος μετανάστευσης που δόθηκε είτε μεταξύ των

φοιτητών που χρησιμοποίησαν διδακτικά υλικά με ΛΠ ή ΛΕΠ είτε μεταξύ των φοιτητών με διαφορετικό γνωστικό τύπο. Οι φοιτητές όμως με ΓΤΑΠ που χρησιμοποίησαν διδακτικά υλικά με ΛΕΠ είχαν μέση επίδοση υψηλότερη κατά 1.8 τυπικές αποκλίσεις από τη μέση επίδοση των φοιτητών με τον ίδιο γνωστικό τύπο που χρησιμοποίησαν διδακτικά υλικά με ΛΠ μόνο και 1.38 τυπικές αποκλίσεις υψηλότερη μέση επίδοση από την αντίστοιχη επίδοση φοιτητών με ΓΤΕΠ που χρησιμοποίησαν διδακτικά υλικά με ΛΕΠ. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι ο συνδυασμός διδακτικών υλικών με ΛΕΠ είχε υποβοηθητικό ρόλο μόνο για φοιτητές με ΓΤΑΠ.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Dalal, K. P., & Kasper, G. M. (1994), The design of joint cognitive systems: effect of cognitive coupling on performance, *International Journal of Human-Computer Studies*, 40, 677-702
- Dillon, A., & Gabbard, R. (1998), Hypermedia as an educational technology: A review of the quantitative research literature on learner comprehension, control, and style, *Review of Educational Research*, 68(3), 322-349
- French, J. W., Ekstrom, R. B., & Price, L. A. (1963), *Kit of reference tests for cognitive skills*, Princeton: Educational Testing Services
- Jackson, S., Stratford, S., Krajcik, J., & Soloway, E. (1996), Making dynamic modeling accessible to pre-college science students, *Interactive Learning Environments*, 4, 233-257
- Jonassen, D. H., & Grabowski, B. L. (1993), *Handbook of Individual Differences, Learning and Instruction*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Jonassen, D. H., & Land, S. M. (2000), *Theoretical foundations of learning environments*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Land, S. M., & Hannafin, M. J. (1997), Patterns of understanding with open-ended learning environments: A qualitative study, *Educational Technology Research and Development*, 45(2), 47-73
- Liu, M., & Reed, W. M. (1994), The relationship between the learning strategies and learning styles in a hypermedia environment, *Computers in Human Behavior*, 10(4), 419-434
- Lyons-Lawrence, C. L. (1994), Effect of learning style on performance in using computer-based instruction in office systems, *The Delta Pi Epsilon Journal*, XXXVI(3), 166-175
- Metcalf, J. S., Krajcik, J., & Soloway, E. (2000), Model-It: A design Retrospective, In M. J. Jacobson & R. B. Kozma (Eds.), *Innovations in science and mathematics education*, (pp. 77-115), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Reiff, J. (1996), At-risk middle level students or field dependent learners, *Clearing House*, 69(4), 231-234
- Rogoff, B. (1990), *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*, New York, NY: Oxford University Press
- Schnotz, W. (2002), Towards an integrated view of learning from text and visual displays, *Educational Psychology Review*, 14(1), 101-120
- Stratford, S. J., Krajcik, J., & Soloway, E. (1998), Secondary students' dynamic modeling processes: Analyzing, reasoning about, synthesizing, and testing models of stream ecosystems, *Journal of Science Education and Technology*, 7(3), 215-234
- Witkin, H., Oltman, P., Raskin, E., & Karp, S. (1971), *A Manual for the Embedded Figures Test*, Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press