

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

Τόμ. 1 (2003)

2ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ



ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Ιωάννα Μπέλλου

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Μπέλλου Ι. (2025). ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 085–095. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/6140>

## ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

*Μπέλλου Ιωάννα*  
*Υποψήφια διδάκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας*  
*me00243@cc.uoi.gr*

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα αποτελέσματα βιβλιογραφικής και εμπειρικής μελέτης καθοδήγησαν τη σχεδίαση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί ως δυναμικό εργαλείο υποστήριξης της οικοδόμησης της γνώσης στη διδασκαλία της Φυσικής Γεωγραφίας. Ως αντικείμενο επιλέχθηκε το φαινόμενο της διάβρωσης και η δημιουργία Δέλτα στις εκβολές ποταμών. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε παρουσιάζει δυναμικές οπτικοποιήσεις γεωγραφικών φαινομένων με δυναμικό και αλληλεπιδραστικό τρόπο, παρέχει δυνατότητα συνδυασμού πληροφοριών μέσω πολλαπλών αναπαραστάσεων, καθώς και δυνατότητα για ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες και παίζεται από ένα υπερμεσικό περιβάλλον, το οποίο περιλαμβάνει πολυμεσική πληροφορία.

Το λογισμικό χρησιμοποιήθηκε από μαθητές Ε΄ και Στ΄ τάξης Δημοτικού, οι οποίοι έλαβαν μέρος σε ποιοτική εμπειρική έρευνα. Ο σκοπός ήταν η διερεύνηση της μεταβολής των ιδεών των παιδιών μετά την αλληλεπίδρασή τους με το εκπαιδευτικό λογισμικό. Η ανάλυση των δεδομένων βασίστηκε στην ταξινόμια SOLO.

Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση ως προς την κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με γεωγραφικές έννοιες και φαινόμενα. Οι τελικές ιδέες των παιδιών εμφανίστηκαν επηρεασμένες από την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Γεωγραφία, οπτικοποίηση, ταξινόμια SOLO

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία αφορά στην ποιοτική αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση μαθητών Δημοτικού με εκπαιδευτικό λογισμικό. Με βάση συμπεράσματα βιβλιογραφικής και εμπειρικής μελέτης αναπτύξαμε το λογισμικό 'Γεωμορφές', το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως αλληλεπιδραστικό μέσο στην παρούσα εμπειρική έρευνα, για τη διερεύνηση των εξελίξεων των ιδεών των μαθητών (Bellou et al. 2001).

Οι ερευνητικοί άξονες της έρευνας διαμορφώθηκαν κυρίως από τα αποτελέσματα προηγούμενης εμπειρικής μελέτης, η οποία διερευνούσε τις ιδέες των παιδιών σε θέματα δράσης του τρεχούμενου νερού πάνω στο γήινο ανάγλυφο. Τα προβλήματα που είχαν παρουσιάσει τα παιδιά συνοψίζονται στα εξής (Bellou et al. 2001):

1. Δυσκολίες κατανόησης των μεγάλων αλλαγών στο χώρο του γήινου ανάγλυφου

2. Δυσκολίες στην αντίληψη της εξέλιξης των φαινομένων στο χρόνο και απόδοσης μιας λογικής χρονολογικής διαδοχής των φάσεών τους

3. Δυσκολία στη λεκτική και εικαστική απόδοση του φαινομένου δημιουργίας του Δέλτα.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, οι ερευνητικοί άξονες της παρούσας εμπειρικής μελέτης προσανατολίστηκαν στα εξής:

1. Διερεύνηση των αρχικών ιδεών που εκφράζουν οι μαθητές παρακολουθώντας την οπτικοποίηση του φαινομένου σχηματισμού του Δέλτα ποταμού.

2. Διερεύνηση των ιδεών των μαθητών μετά την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό που συμπεριλαμβάνει τη χρήση της μπάρας του χρόνου και τη διπλή αναπαράσταση του θέματος, οπτική και ηχητική καθώς και μαθησιακές δραστηριότητες

3. Σύγκριση και προσδιορισμό της εξέλιξης των απόψεων των μαθητών.

### ΔΕΙΓΜΑ

Η έρευνα διενεργήθηκε σε 13 μαθητές ηλικίας 10-11 ετών που φοιτούσαν στις τάξεις Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικών σχολείων της περιφέρειας Ιωαννίνων. Τα 3 παιδιά ήταν μαθητές της Ε΄ τάξης, ένα αγόρι και δυο κορίτσια και τα υπόλοιπα 10 παιδιά ήταν μαθητές της ΣΤ΄ τάξης, 5 κορίτσια και 5 αγόρια. Όλα τα παιδιά διέθεταν βασικές γνώσεις χειρισμού του υπολογιστή, θετική προϋπόθεση για την αποφυγή πρόσθετων προβλημάτων στη διαδικασία της έρευνας. Τα φαινόμενα της διάβρωσης και της απόθεσης περιλαμβάνονται στα μαθήματα «Μελέτη περιβάλλοντος» και «Γεωγραφία» και περιέχονται στα διδακτικά εγχειρίδια «Εμείς και ο κόσμος» στις Γ΄, Δ΄ τάξεις και «Η Γη μας» στην Ε΄ τάξη του Δημοτικού σχολείου.

### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Το τμήμα των 13 μαθητών λειτούργησε σε συνθήκες πραγματικής σχολικής τάξης σε εργαστήριο υπολογιστών. Σε κάθε μαθητή δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου. Με την καθοδήγηση της ερευνήτριας, τα παιδιά συνεργάστηκαν ανά δύο σε κάθε υπολογιστή και χειρίστηκαν εναλλάξ το λογισμικό συμπληρώνοντας ο καθένας το ερωτηματολόγιό του.

Η διαδικασία της έρευνας διήρκεσε ένα διδακτικό δίωρο, δηλαδή ενενήντα λεπτά. Στο χρόνο αυτό τα παιδιά δεν έδειχναν ίχνος κόπωσης ή δυσαρέσκειας επειδή εύρισκαν ενδιαφέρον στις ποικίλες φάσεις της ενασχόλησής τους με το λογισμικό.

Η έρευνα αποτελούνταν από τρία στάδια, στα οποία χρησιμοποιήθηκε το εκπαιδευτικό λογισμικό «Γεωμορφές», που έχουμε αναπτύξει.

Το πρώτο στάδιο της εφαρμογής περιελάμβανε:

- Παρακολούθηση της οπτικοποίησης του φαινομένου του σχηματισμού του Δέλτα, σαν αποτέλεσμα της διάβρωσης του ανάγλυφου από τα τρεχούμενα νερά, και της απόθεσης των υλικών στις εκβολές. Κάθε παιδί επαναλάμβανε όσες φορές επιθυμούσε την παρακολούθηση και καλούνταν να απαντήσει σε ερωτήσεις για το περιεχόμενό της καθώς και για τους λόγους που θεωρεί ότι προκαλούν τις μεταβολές που παρουσιάζονται. Σκοπός ήταν η καταγραφή των αρχικών ιδεών των παιδιών, για να συγκριθούν στη συνέχεια με τις νέες, όπως θα διαμορφωθούν μετά την αλληλεπίδρασή τους με το εκπαιδευτικό λογισμικό.

- Αλληλεπίδραση των μαθητών με την οπτικοποίηση του υπό μελέτη φαινομένου, με τη χρήση της μπάρας του χρόνου, που συνοδεύει την οπτικοποίηση.

Το δεύτερο στάδιο περιλάμβανε

- Την παρακολούθηση της διπλής αναπαράστασης του θέματος, οπτικής και ηχητικής με σκοπό τη συσχέτιση των εννοιών με τις αντίστοιχες εικόνες.

- Ερωτήσεις σχετικά με την περιγραφή της διαδικασίας που παρουσιάζεται και με την αιτιολόγηση του φαινομένου.

Το τρίτο στάδιο περιελάμβανε την αλληλεπίδραση των παιδιών με τις σχετικές μαθησιακές δραστηριότητες που προσφέρει το λογισμικό, με σκοπό την υποβοήθηση της καλύτερης κατανόησης του θέματος.

#### **ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ**

Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις, η γνώση είναι τρόπος κατανόησης ενός φαινομένου και η μάθηση μια διαδικασία αλλαγής αυτού του τρόπου κατανόησης (Leung 2000). Η παραδοσιακή άποψη σύμφωνα με την οποία η γνώση είναι μετρήσιμη και μπορεί να περιγραφεί με ποσοτικούς όρους, με την έννοια ότι μπορεί κάποιος να υπολογίσει συνολικά το ποσό των σωστών απαντήσεων, έχει αντικατασταθεί. Θα συνιστούσα προσεκτικότερες διατυπώσεις. Φυσικά και μια τέτοια αντίληψη δεν έχει εκλείψει. Υπάρχουν όντως αμφισβητήσεις και πολλαπλές πλέον προσεγγίσεις οι οποίες κρίνω ότι πρέπει να περιγραφούν ως τέτοιες. Αντ' αυτής οι ειδικοί στο χώρο της εκπαίδευσης προτείνουν η γνώση να περιγράφεται με ποιοτικούς όρους, οι οποίοι εστιάζουν στο γνωστικό περιεχόμενο των απαντήσεων και όχι στην ποσότητα των σωστών αποτελεσμάτων. Παρότι συμφωνώ με το πνεύμα της διατύπωσης η διατύπωση ως τέτοια δεν είναι ακριβής. Οι προσεγγίσεις ποικίλουν ανάλογα με το θεωρητικό πλαίσιο.

Γύρω απ' αυτή τη θεώρηση διεξάγονται πολλές έρευνες, με σκοπό να διερευνηθεί ο βαθμός κατανόησης του νοήματος της γνώσης, η οποία έχει οικοδομηθεί. Στο πλαίσιο αυτό δίνεται στους μαθητές ένα αντικείμενο, το οποίο μπορεί να είναι ένα γραπτό κείμενο, ένα βίντεο, μια συζήτηση ή κάποιο άλλο είδος παρουσίασης της πληροφορίας, όπως στην περίπτωση μας μια οπτικοποίηση ή μια πολυμεσική εφαρμογή, από το οποίο μαθαίνουν κάποια στοιχεία, γεγονότα, δεξιότητες, έννοιες ή στρατηγικές λύσης προβλημάτων. Στη συνέχεια ζητείται να χρησιμοποιήσουν τις παραπάνω αποκτηθείσες δεξιότητες για να εξηγήσουν τι έχουν μάθει, να διεκπεραιώσουν μια δραστηριότητα, να λύσουν ένα πρόβλημα ή να κάνουν κάποια κρίση.

Η αξιολόγηση των απαντήσεων δείχνει ότι είναι δυνατό να βρεθούν ομάδες μαθητών με το ίδιο επίπεδο κατανόησης του εξεταζόμενου αντικειμένου, όπως επίσης και ομάδες μαθητών ίδιας ηλικίας που ανήκουν σε διαφορετικά επίπεδα κατανόησης, τα οποία τελικά συνθέτουν μια ιεραρχία επιπέδων. Ο αριθμός των επιπέδων της ιεραρχίας εξαρτάται από το χαρακτήρα του αντικειμένου και τον τρόπο που παρουσιάζεται.

Στη συγκεκριμένη έρευνα μέσα από μια ποιοτική αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών καταλήξαμε σε κατηγορίες - επίπεδα, τα οποία εκφράζουν την εξελικτική πορεία της διαδικασίας οικοδόμησης της γνώσης και τα οποία βασίζονται

στην ταξινόμια SOLO (Structure of the Observed Learning Outcomes) των Biggs και Collis (1982).

Κάθε απάντηση των μαθητών για να αξιολογηθεί και να ταξινομηθεί σε ένα επίπεδο διερευνήθηκε και αναλύθηκε ως προς τις ακόλουθες τρεις συνιστώσες:

1. Τον εντοπισμό και την αναφορά των στοιχείων σε μια περιγραφή, και των παραγόντων σε μια αιτιολόγηση, που διαδραματίζουν ενεργό ρόλο στο υπό μελέτη φαινόμενο

2. Τους συσχετισμούς των δεδομένων (στοιχείων ή παραγόντων)

3. Την εξαγωγή τεκμηριωμένου συμπεράσματος, σύμφωνα με τα προηγούμενα.

Μεταξύ δυο διαδοχικών επιπέδων εντοπίσαμε ένα μεταβατικό στάδιο, το οποίο παρουσιάζει την τάση εξέλιξης του μαθητή προς το αμέσως ανώτερο επίπεδο, χωρίς επιτυχία.

Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών μας οδήγησε στον εντοπισμό τεσσάρων επιπέδων κατανόησης του θέματος σχετικά με το οποίο αξιολογήθηκαν.

1. **Πρώτο επίπεδο προ-δομικό, πρώιμο.** Ο μαθητής με την απάντηση που δίνει:

- είτε αποφεύγει την ερώτηση (άρνηση, απόκρουση)
- είτε μεταφέρει την ερώτηση καταφατικά (ταυτολογία)
- είτε κάνει έναν άσχετο συνειρμό βασισμένο σε προσωπικά δεδομένα
- δεν εξετάζει τους διάφορους παράγοντες και έννοιες που έχουν σχέση με το θέμα και δεν προβαίνει σε κανένα συσχετισμό τους
- χρησιμοποιεί μόνο λίγες από τις διαθέσιμες πληροφορίες και σπάνια καταλήγει σε συμπέρασμα.

Μεταβατικό στάδιο μεταξύ του πρώτου και δεύτερου επιπέδου: Το παιδί χρησιμοποιεί ανεπαρκώς κάποιο σχετικό στοιχείο κάνοντας με ανακρίβεια μία υπόθεση.

2. **Δεύτερο επίπεδο μονο-παραγοντικό, μονο-δομικό.** Ο μαθητής:

- επιλέγει ένα από τα σχετικά στοιχεία της παρουσίασης και επικεντρώνεται σ' αυτό
- ανταποκρίνεται με περιορισμένο τρόπο, σπάνια συνδέει τμήματα πληροφοριών και δεν δίνει εξηγήσεις
- δεν καταλήγει σε συμπέρασμα ή το συμπέρασμα προκύπτει βιαστικά από λίγα στοιχεία.

Μεταβατικό στάδιο μεταξύ του δεύτερου και τρίτου επιπέδου: Ο μαθητής επιλέγει δύο σχετικά στοιχεία που δε συμφωνούν, είναι ασυνεπή και αποτρέπουν την εξαγωγή συμπεράσματος.

3. **Τρίτο επίπεδο πολύ-παραγοντικό, παραθετικό, πολύ-δομικό.** Ο μαθητής:

- επιλέγει δύο ή περισσότερα στοιχεία από την παρουσίαση και τα παραθέτει, αναφέροντάς τα απλώς με μία σειρά, αγνοώντας τις σχέσεις τους
- δε χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες και δεν επιχειρεί να κάνει συσχετισμούς
- συνήθως δεν καταλήγει σε συμπέρασμα ή οδηγείται σε εναλλακτικό συμπέρασμα ή ακόμα μπορεί να αναφέρει το αναμενόμενο συμπέρασμα αποσπασματικά, χωρίς αυτό να προκύπτει από τα δεδομένα και τη λογική που παρουσίασε πριν
- Ο τόνος στο λόγο του παρουσιάζεται περιγραφικός, δηλωτικός.

Μεταβατικό στάδιο μεταξύ του τρίτου και τέταρτου επιπέδου: Το παιδί αναγνωρίζει κάποια ανακολουθία, αλλά δε μπορεί να την αντιμετωπίσει ή κάνει επί μέρους συσχετισμό των δεδομένων.

4. **Τέταρτο επίπεδο συσχετιστικό, συνδυαστικό, συνθετικό.** Ο μαθητής:

- χρησιμοποιεί τις περισσότερες ή όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, τις συνδέει με συνεπή τρόπο και τις ενσωματώνει σε ένα εννοιολογικό σχήμα, με το οποίο αντιμετωπίζει και τις αντικρουόμενες καταστάσεις
- αρχίζει να δίνει εξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία και αναζητώντας σχέσεις αιτίου –αποτελέσματος. Έτσι παράγει ένα επιχειρήμα και δεν αρκείται απλώς σε μια παράθεση σχετικών στοιχείων
- η διαδικασία της επαγωγής οδηγεί σε ένα επιστημονικά αποδεκτό συμπέρασμα. Ως εκ τούτου δεν αναφέρεται καμιά εναλλακτική λύση
- Ο τόνος στο λόγο του είναι επεξηγηματικός.

Μεταβατικό στάδιο μεταξύ του τέταρτου και πέμπτου επιπέδου: ο μαθητής αναγνωρίζει τη σχετικότητα της επεξήγησης αλλά γενικεύει ανεπαρκώς. Θεωρητικά θα μπορούσε να υπάρχει ένα ακόμα ανώτερο επίπεδο το οποίο κρίνεται πολύ προχωρημένο και το οποίο θα ονομάζονταν

5. **Πέμπτο επίπεδο θεωρητικής γενίκευσης, εκτεταμένης θεώρησης.** Ο μαθητής θα μπορούσε να:

- χρησιμοποιεί πληροφορίες που δεν περιλαμβάνονται στα δεδομένα, γενικευμένες επιστημονικές αρχές που δείχνουν ότι το παράδειγμα είναι μια μόνο πιθανή περίπτωση ενός φαινομένου μεγάλης εμβέλειας, που επεκτείνεται σε άλλες περιπτώσεις
- κάνει νέες υποθέσεις που βασίζονται σε προηγούμενα λογικά αιτιολογημένα συμπεράσματα
- δεν επιδιώκει να προσδιορίσει ένα ορισμένο ή περιορισμένο συμπέρασμα, αλλά δοκιμάζει, υποθέτει και κρίνει άλλες πιθανές απαντήσεις που θα ταίριαζαν στο ερώτημα
- Ο τόνος στο λόγο του εμφανίζεται συμπερασματικός.

Απαντήσεις που να ανήκουν στο πέμπτο επίπεδο δε σημειώθηκαν κατά την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η επιστημονική άποψη για το σχηματισμό του Δέλτα, που παρουσιάζει η οπτικοποίηση, περιλαμβάνει δύο διαδοχικά στάδια-φαινόμενα:

1. Τη διάβρωση των ορεινών όγκων, αποσάθρωση από το τρεχούμενο νερό της βροχής και από τα ποτάμια δίκτυα και μεταφορά των διαβρωμένων υλικών με τη ροή του νερού σε μέρη υψομετρικά χαμηλότερα από τη λεκάνη απορροής.
2. Την απόθεση και συσσώρευση των υλικών στις όχθες και κυρίως στις εκβολές του ποταμού λόγω της επιβράδυνσης των ποτάμιων υδάτων κατά τη συνάντησή τους με το θαλάσσιο υδάτινο όγκο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικές απαντήσεις των παιδιών στο ερώτημα: «Γιατί νομίζεις ότι συμβαίνουν οι αλλαγές που παρακολουθείς, πού νομίζεις ότι οφείλονται;», με την ποιοτική αξιολόγησή τους και την κατάταξή τους στα παραπάνω επίπεδα.

**1<sup>ο</sup> επίπεδο προ-δομικό, πρώιμο**

-ΑΝΔΡΕΑΣ: Δεν ξέρω.

Ο μαθητής απέφυγε την ερώτηση με άρνηση. Δεν προσπάθησε να δώσει καμιά εξήγηση.

-ΓΙΑΝΝΑ: Από τον καιρό ή από κάτι άλλο...

Η μαθήτρια δεν εξετάζει τους διάφορους παράγοντες και έννοιες που έχουν σχέση με το θέμα και δεν προβαίνει σε κανένα συσχετισμό τους. Η απάντηση θα μπορούσε να ενταχθεί στο μεταβατικό στάδιο του πρώτου επιπέδου προς το επόμενο, αφού χρησιμοποιεί ανεπαρκώς κάποιο στοιχείο, κάνοντας όμως αόριστες υποθέσεις.

**2<sup>ο</sup> επίπεδο μονο-παραγοντικό, μονο-δομικό**

-ΑΝΝΑ: Το νερό λιγότεψε

Η μαθήτρια επιλέγει ένα από τα σχετικά στοιχεία της παρουσίασης και επικεντρώνεται σ' αυτό. Ανταποκρίνεται με πολύ περιορισμένο τρόπο. Δε συνδέει τμήματα πληροφοριών και δε δίνει εξηγήσεις, παρά μόνο αφού ζητηθούν στη συνέχεια αναφέρει για τα υλικά του Δέλτα πως «αυτά υπήρχαν από κάτω αλλά δε φαίνονταν». Στο τέλος δεν καταλήγει σε κανένα συμπέρασμα.

**3<sup>ο</sup> επίπεδο πολυ-παραγοντικό, παραθετικό**

-ΔΗΜΗΤΡΗΣ: Απλώς τα βουνά, έτσι όπως περνούσε το ποτάμι αλλοιώθηκαν και πέρασε μέσα το ποτάμι, γι' αυτό το ποτάμι είχε γύρω νερό και γι' αυτό κάτω, εδώ πέρα στην άκρη του ποταμού απορρόφησε η γη το νερό και έγινε Δέλτα.

Ο μαθητής επιλέγει δύο ή περισσότερα στοιχεία από την παρουσίαση και τα παραθέτει αναφέροντάς τα απλώς, αγνοώντας τους συσχετισμούς. Χρησιμοποιεί ενδιάμεσα κάποιες αμφίβολες συμπερασματικές εκφράσεις για το νερό του ποταμού και τελικά καταλήγει σε εναλλακτικό συμπέρασμα για τον τρόπο δημιουργίας του Δέλτα. Η απάντηση θα μπορούσε ίσως να θεωρηθεί ότι ανήκει στο μεταβατικό στάδιο επειδή επιχειρείται κάποιος επιμέρους συσχετισμός.

**4<sup>ο</sup> επίπεδο συσχετιστικό, συνδυαστικό**

-ΘΩΜΑΣ: Καθώς παρασύρει ο ποταμός βράχους από τα βουνά, τα διαβρώνει, σκαλώνουν κάπου όπως βγαίνουν προς τη θάλασσα και σχηματίζεται Δέλτα.

Με επιγραμματικό τρόπο ο μαθητής χρησιμοποιεί τις περισσότερες διαθέσιμες πληροφορίες, τις συνδέει με συνεπή τρόπο, δίνει εξηγήσεις συνδυάζοντας τα στοιχεία και παρουσιάζοντας σχέσεις αιτίου –αποτελέσματος. Έτσι παράγει ένα συνοπτικό επιχείρημα και καταλήγει σε ένα επιστημονικά αποδεκτό συμπέρασμα.

**5<sup>ο</sup> επίπεδο εκτεταμένης θεώρησης, θεωρητικής γενίκευσης**

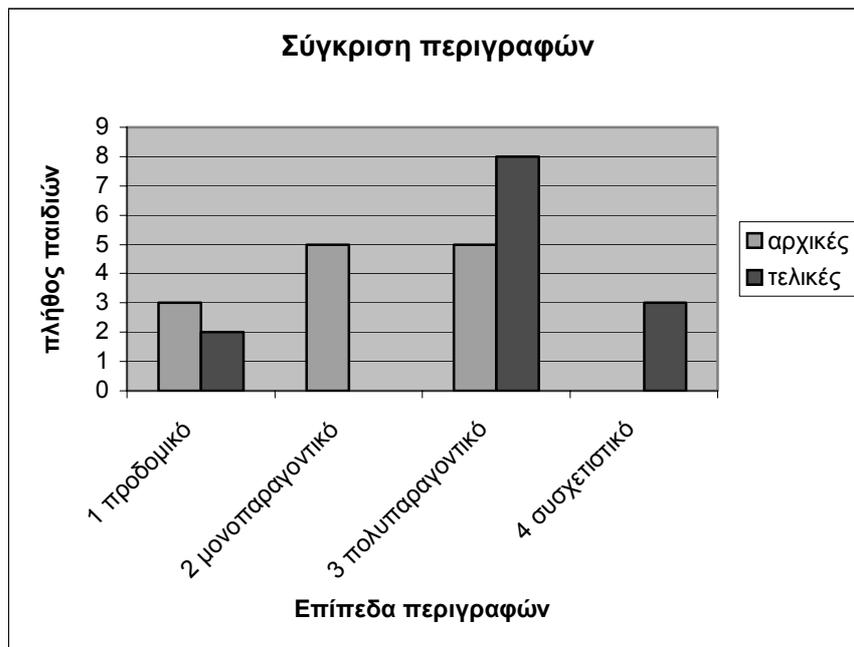
Δε δόθηκαν απαντήσεις αυτού του επιπέδου από κανένα μαθητή που έλαβε μέρος στην έρευνα. Για παράδειγμα αναφέρουμε ότι μια απάντηση του επιπέδου γενικευμένης θεώρησης θα περιλάμβανε μια θεωρητική παρουσίαση των γενικών αρχών του φαινομένου της διάβρωσης σε ολόκληρη την επιφάνεια της γης, θα παρουσίαζε τους παράγοντες που την προκαλούν και τα αποτελέσματά τους και θα αντιμετώπιζε σε μια περίπτωση τη διάβρωση που προκαλεί το τρεχούμενο νερό των ποταμών στο ορεινό και ηπειρωτικό ανάγλυφο και έχει σαν επακόλουθο το φαινόμενο της απόθεσης των υλικών και την δημιουργία του Δέλτα στην εκβολή. Πιθανά να εξέταζε και τις συνθήκες που επιτρέπουν ή όχι το σχηματισμό του Δέλτα, την ποικιλία των σχημάτων του και το ρυθμό ανάπτυξής του και στο τέλος να έκανε δημιουργικές προτάσεις για τον τρόπο παρουσίασης της οπτικοποίησης.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των απαντήσεων για την περιγραφή του φαινομένου τόσο αρχικά όσο και μετά την αλληλεπίδραση με το λογισμικό παρουσιάζονται συγκεντρωμένα στον πίνακα 1.

**Πίνακας 1:** Αξιολόγηση των απαντήσεων περιγραφής των μαθητών.

ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΩΝ	ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΠΛΗΘΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ
1 <sup>ο</sup> προ-δομικό, πρώιμο	3	2
2 <sup>ο</sup> μονο-παραγοντικό, μονο-δομικό	5	0
3 <sup>ο</sup> πολύ-παραγοντικό, παραθετικό	5	8
4 <sup>ο</sup> συσχετιστικό, συνδυαστικό	0	3
ΣΥΝΟΛΟ	13	13

Στο σχήμα 1 δίνεται συγκριτικά το πλήθος των απαντήσεων των περιγραφών ανά επίπεδο, πριν και μετά τη χρήση του λογισμικού.



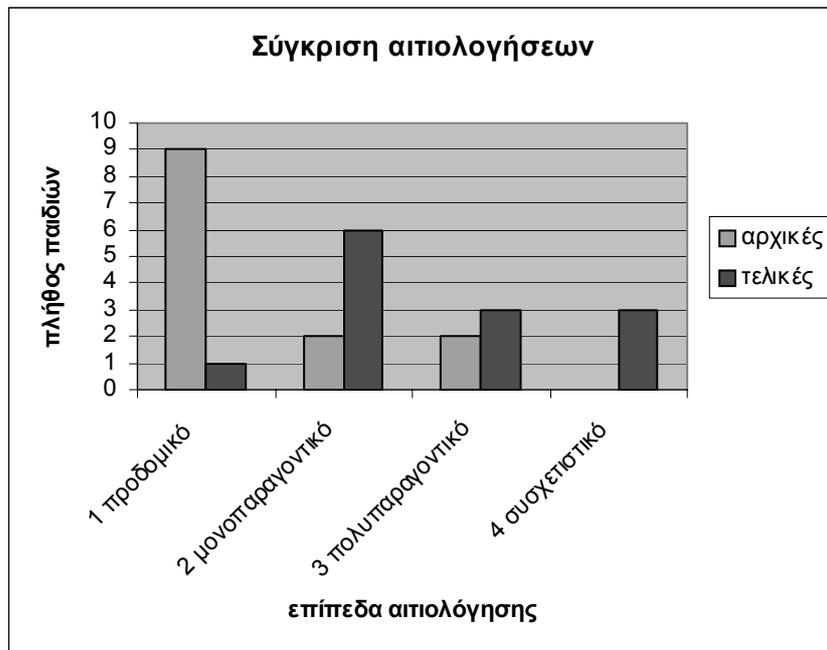
**Σχήμα 1:** Περιγραφές πριν και μετά την αλληλεπίδραση με το λογισμικό.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των απαντήσεων για την αιτιολόγηση του φαινομένου τόσο αρχικά όσο και μετά την αλληλεπίδραση με το λογισμικό, παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

**Πίνακας 2:** Αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών για την αιτιολόγηση.

ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΕΩΝ	ΠΛΗΘΟΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ	ΠΛΗΘΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ
1 <sup>ο</sup> προ-δομικό, πρώιμο	9	1
2 <sup>ο</sup> μονο-παραγοντικό, μονο-δομικό	2	6
3 <sup>ο</sup> πολυ-παραγοντικό, παραθετικό	2	3
4 <sup>ο</sup> συσχετιστικό, συνδυαστικό	0	3
ΣΥΝΟΛΟ	13	13

Στο σχήμα 2 δίνεται το πλήθος των απαντήσεων των αιτιολογήσεων ανά επίπεδο, πριν και μετά την αλληλεπίδραση με το λογισμικό.



**Σχήμα 2:** Απαντήσεις για την αιτιολόγηση πριν και μετά την αλληλεπίδραση με το λογισμικό.

Στη συνέχεια της ανάλυσης έγινε μια ταυτόχρονη θεώρηση των απαντήσεων στις δυο προηγούμενες ερωτήσεις και ένας συνδυασμός των αξιολογήσεών τους. Επιχειρήθηκε έτσι ο προσδιορισμός των τρόπων κατανόησης των μαθητών, σχετικά με το φαινόμενο του σχηματισμού του Δέλτα. Όπως ήδη έχει αναφερθεί οι απαντήσεις στην πρώτη ερώτηση «*Με ποια σειρά συνέβησαν οι αλλαγές*» αξιολογήθηκαν και χωρίστηκαν σε τέσσερα επίπεδα. Στα ίδια επίπεδα διακρίθηκαν και οι αιτιολογήσεις των μαθητών που έδιναν απάντηση στο ερώτημα «*Πού οφείλονται οι αλλαγές*». Επιχειρώντας να συνδυάσουμε τα αποτελέσματα των δυο αξιολογήσεων καταρτίσαμε πρώτα τον ακόλουθο πίνακα 3, στον οποίο εμφανίζονται οι κατηγορίες των αρχικών απαντήσεων των 13 παιδιών, όπως προκύπτουν από τις αξιολογήσεις των δυο πεδίων, της περιγραφής και της αιτιολόγησης της οπτικοποίησης. Με τον ίδιο τρόπο καταρτίσαμε και τον πίνακα 4 μετά την αλληλεπίδραση των παιδιών με το λογισμικό. Σαν κλειδί της κατηγοριοποίησης χρησιμοποιήθηκε και στις δυο περιπτώσεις η αιτιολόγηση, που θεωρήθηκε σημαντικότερο πεδίο για τον καθορισμό του τρόπου κατανόησης.

**Πίνακας 3:** Κατηγορίες κατανόησης της οπτικοποίησης αρχικά.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΑΙΔΙΩΝ
1 <sup>η</sup>	1 <sup>ο</sup> προ-δομικό	1 <sup>ο</sup> προ-δομικό	3
2 <sup>η</sup>	1 <sup>ο</sup> προ-δομικό	2 <sup>ο</sup> μονο-παραγοντικό	3
3 <sup>η</sup>	1 <sup>ο</sup> προ-δομικό	3 <sup>ο</sup> πολυ-παραγοντικό	3
4 <sup>η</sup>	2 <sup>ο</sup> μονο-παραγοντικό	3 <sup>ο</sup> πολυ-παραγοντικό	2
5 <sup>η</sup>	3 <sup>ο</sup> πολυ-παραγοντικό	2 <sup>ο</sup> μονο-παραγοντικό	2
ΣΥΝΟΛΟ			13

Ο πίνακας 4 παρουσιάζει τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις απαντήσεις των παιδιών μετά την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό, που συμπεριλάμβανε το χειρισμό της μπάρας του χρόνου και την παρακολούθηση της διπλής αναπαράστασης του φαινομένου, οπτικής και ηχητικής.

**Πίνακας 4:** Κατηγορίες κατανόησης της οπτικοποίησης μετά την αλληλεπίδραση με το λογισμικό.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ	ΠΛΗΘΟΣ ΠΑΙΔΙΩΝ
1 <sup>η</sup>	2 <sup>ο</sup> μονο-παραγοντικό	1 <sup>ο</sup> προ-δομικό	3
2 <sup>η</sup>	2 <sup>ο</sup> μονο-παραγοντικό	3 <sup>ο</sup> πολύ-παραγοντικό	4
3 <sup>η</sup>	3 <sup>ο</sup> πολυ-παραγοντικό	3 <sup>ο</sup> πολυ-παραγοντικό	3
4 <sup>η</sup>	4 <sup>ο</sup> συσχετιστικό	4 <sup>ο</sup> συσχετιστικό	3
ΣΥΝΟΛΟ			13

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συγκρίνοντας τις απαντήσεις των παιδιών με τις προηγούμενες αντίστοιχες απαντήσεις στο ίδιο ερώτημα, κατά την αρχική ενασχόλησή τους με την οπτικοποίηση, γίνεται φανερό ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση στις ιδέες τους. Οι αρχικές απόψεις που έφεραν ως αίτια που προκαλούν μεταβολές στο ανάγλυφο το κρύο, τον άνεμο, το ηφαίστειο και την πίεση των βουνών εξέλιπαν. Οι απόψεις των παιδιών μετακινήθηκαν προς την επιστημονικά αποδεκτή αντίληψη, ότι το ποτάμι και το τρεχούμενο νερό προκάλεσαν κυρίως τις μεταβολές που συνέβησαν στο τοπίο. Στις νέες απαντήσεις δε σημειώθηκε καμιά παρανόηση σχετικά με το σχηματισμό του Δέλτα. Ακόμα δεν εμφανίστηκαν περιπτώσεις μαθητών που δεν έδωσαν απάντηση. Από τη σύγκριση στους πίνακες 1 και 2 των αρχικών απόψεων των 13 μαθητών, με τις νέες ιδέες τους, όπως διαμορφώθηκαν μετά την αλληλεπίδρασή τους με το λογισμικό, διαπιστώνεται σαφής αναβάθμιση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης και στη συνέχεια της διαμόρφωσης των επιπέδων ταξινόμησης των απαντήσεων. Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών παρουσιάζουν σημαντική μετατόπιση προς τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις. Οι δυο πρώτες κατηγορίες που χαρακτηρίζονται από αιτιολογήσεις του 1<sup>ου</sup> προ-δομικού επιπέδου δε συναντώνται στο δεύτερο πίνακα και επιπλέον σ' αυτόν παρατηρείται η εμφάνιση του συσχετιστικού επιπέδου περιγραφής και αιτιολόγησης, που δεν υπήρχε κατά τη διερεύνηση των αρχικών ιδεών των μαθητών.

Επειδή οι μαθητές παρουσίασαν ως συνήθως, διαφορετικούς ρυθμούς αντιμετώπισης των θεμάτων και οι ταχύτητες ανταπόκρισης ποίκιλαν, είχαν οι περισσότεροι την ευκαιρία να διαθέσουν τον παραπάνω χρόνο τους όπως έκριναν σκόπιμο, εμμένοντας στα σημεία που τους ενδιέφεραν περισσότερο ή όπου δυσκολεύονταν πιο πολύ. Έτσι παρουσιάστηκε εκτεταμένη χρήση του λεξικού που

διαθέτει το λογισμικό. Τα παιδιά το χρησιμοποίησαν επανειλημμένως με μεγάλη ευκολία σαν βοήθημα για να διατυπώσουν τις απαντήσεις τους. Έτσι ενεπλάκησαν με το εκπαιδευτικό λογισμικό αυτενεργώντας πρόθυμα. Επίσης στη συνέχεια είχαν την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν με τις σχετικές δραστηριότητες, από τα αποτελέσματα των οποίων φάνηκε ότι προσανατολίστηκαν στην καλύτερη κατανόηση του μελετούμενου θέματος.

#### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Bellou I., Stavridou H., and Katsikis A. (2001), Pupils' Ideas about Geographic Phenomena as a basis for the Design of an Educational Software, In Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society, 294 – 296, Thessalonica
2. Biggs, J. B. and Collis, K. F. (1982), Evaluating the quality of learning. The SOLO taxonomy', Academic Press, NY
3. Leung, C. F. (2000), Assessment for learning: Using SOLO taxonomy to measure design performance of design & technology students, *International Journal of Technology and Design Education*, 10, 149-161